

# Las Peonías Herbáceas y su Cultivo

Consuelo Sáez Molina



FIA  
Ministerio de  
Agricultura

Gobierno de Chile

# Las Peonías Herbáceas y su Cultivo

*Consuelo Sáez Molina*

**Las Peonías Herbáceas y su Cultivo**

© Consuelo Sáez Molina

Registro de Propiedad Intelectual: 212.997

ISBN: 978-956-345-910-4

Diseño y diagramación de portada e interior:

Jessica Ibaceta M.

Impreso en: Andros Impresores

Febrero 2012, Santiago de Chile

*A Jorge Ignacio*

*A María Belén*

*A tí*

## Agradecimientos

*A mi familia y a mis amigos, quienes me han acompañado página a página en este largo camino,*

*Al Dr. José Rodríguez Sanfuentes, por las numerosas correcciones del texto y su apoyo incondicional,*

*A mis colegas, que en todo momento pusieron a mi disposición toda la información que necesité,*

*A mis alumnos, especialmente a mis alumnos tesis, ya que sin su trabajo este libro habría sido imposible,*

*A los productores, que permitieron mi entrada en sus predios y me enseñaron lo que ahora sé,*

*A la Universidad de Magallanes, que me permitió conocer las peonías y su cultivo,*

*A la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), que confió en mí y financió esta iniciativa,*

*A Magallanes que me enseñó que a pesar de todo, del frío, del viento, de la escarcha, de la nieve, del aislamiento, siempre, siempre sale el sol.*

*Beyond the River Wei  
The land is open and pleasant  
A knight and a lady  
Sport and play  
Then she gives him a peony*

Poema anónimo chino, 600 años A.C.

# Prólogo

---

La producción de flores para exportación en Chile comenzó a fines de los años setenta. Antes, la oferta estaba orientada a abastecer al mercado local y las áreas de cultivo se ubicaban preferentemente en la V Región del país, fundamentalmente por las especies que se cultivaban en ese momento. Sin embargo, debido a los altos costos de inversión, solo a comienzos de los años noventa este sector presentó una notable expansión. A partir de ese momento la oferta de flores chilenas sufrió cambios muy importantes con la introducción de especies con distintos requerimientos edafoclimáticos. Así, de la producción de claveles, gladiolos, rosas y crisantemos, se pasó al cultivo de liatris, gypsophila, aster, liliun, tulipanes y peonías entre la IV y XII Regiones y desde mar a cordillera.

Cuenta la leyenda que en el año 1990 turistas holandeses quedaron maravillados con la belleza y exuberancia de las peonías rojas, que llegaron a Magallanes junto con los ingleses a principios del Siglo XX y que se encuentran presentes en, prácticamente, la totalidad de los jardines de Punta Arenas. Casualmente estos holandeses se dedicaban al cultivo de las peonías y llegaron a la conclusión que podían expandir su negocio en contraestación en el hemisferio sur. Como consecuencia, en el año 1991 se establecieron en el campo experimental de la Universidad de Magallanes las primeras coronas de peonías procedentes de Holanda, cuya producción de flores cortadas estaba orientada al mercado externo.

Debido a que la producción de flores comerciales empieza a la tercera temporada desde la plantación, el primer envío a Holanda, con alrededor de 10.000 tallos, se llevó a cabo en el año 1994. Paralelamente, en la X Región este cultivo estaba también iniciándose con tres empresas que además contaban con los canales de comercialización hacia el mercado estadounidense. Estas empresas eran Pacific Flowers, Van Tulip y Santa

Bárbara. Es así como, especialmente para bajar sus costos en fletes, la Universidad de Magallanes empieza a exportar a través de Pacific Flowers.

Desgraciadamente en el año 1995, Don Lothar Blunck el artífice de la incorporación de las peonías como un cultivo a pesar de las condiciones climáticas de Magallanes y de un sinnúmero de problemas que tuvo que sortear para conseguirlo, dejó Punta Arenas y me tuve que hacer cargo de la plantación de peonías de la Universidad de Magallanes. Hasta ese momento mi único antecedente al respecto, era una flor blanca que había en el jardín de mis abuelos en la VIII Región.

En el año 1997, el FIA aprobó a la Universidad de Magallanes el proyecto “Cultivo, cosecha y comercialización de la peonía herbácea (*Paeonia lactiflora* Pall.) en Magallanes”, que tenía como objetivos investigar mercados, cuantificar costos tanto del cultivo como de la exportación e introducir nuevas variedades adecuadas para su cultivo en la XII Región. En el Informe Final del proyecto se dieron a conocer las actividades realizadas, todas tendientes a solucionar la mayoría de las incógnitas que aparecen a raíz de la introducción de un nuevo cultivo en una zona fundamentalmente ganadera y proyectar el cultivo de la peonía herbácea como una alternativa rentable para los productores de la XII Región.

El libro tiene su origen en el Informe Final del Proyecto y su objetivo principal es permitir establecer normas de manejo del cultivo para los productores de peonías en los diferentes ecosistemas

En el primer capítulo se presenta su origen, taxonomía y las características morfológicas de las distintas especies de peonías herbáceas que dan origen a las variedades y cultivares utilizados para flor de corte. En el segundo capítulo se tratan diferentes aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo que son el fundamento del manejo del cultivo en los distintos ecosistemas.

A continuación en el Capítulo 3 se efectúa un análisis general de las prácticas de manejo y su secuencia durante el desarrollo del cultivo. Posteriormente, en los Capítulos 4 al 9, se analizan las distintas prácticas de manejo: riego, fertilización, control de enfermedades, plagas y malezas y el manejo de cosecha y poscosecha. En los capítulos destinados al control de enfermedades, plagas y malezas, se han recogido fundamentalmente los resultados de las investigaciones realizadas en la Estación Experimental Carillanca en el marco del Programa FIA-VBM-INIA: “Encadenamiento productivo, de gestión asociativa para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía”.

Cada capítulo se inicia con los principios básicos que fundamentan el manejo y que permiten su ajuste de acuerdo a las condiciones de cada

ecosistema y de las características de cada plantación. La información requerida se obtuvo de la literatura nacional e internacional y de los resultados obtenidos en mis investigaciones realizadas en la Universidad de Magallanes en colaboración con mis alumnos tesisistas y por mi propia experiencia en el campo de la producción comercial.

Finalmente, se incluyeron tres capítulos que no están directamente relacionados con el manejo del cultivo. En el Capítulo 10, debido a los problemas que significa la importación de material genético, se describen las distintas técnicas de propagación y las experiencias realizadas en el país. Por otra parte, en el Capítulo 11 se efectúa un análisis de los fundamentos de la selección de variedades y finalmente, en el Capítulo 12, se presenta la problemática de la comercialización de las peonías como flor cortada en distintos mercados.

# Indice

---

<b>Capítulo 1</b>	
<b>Taxonomía y Morfología</b>	<b>23</b>
Taxonomía y clasificación	23
Morfología	33
Corona	33
Raíces tuberosas y absorbentes	35
Yemas y tallos florales	36
Hojas	39
Flores	42
Frutos y semillas	46
Clasificación morfológica	47
Evolución de las diferentes formas de flores	49
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Crecimiento y desarrollo</b>	<b>55</b>
El ciclo anual	55
Morfogénesis de los tallos florales	58
Dormancia	62
Floración	68
Senescencia	69
Efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de las peonías	70
Primera fase del crecimiento: brotación y emergencia de los tallos	70
Segunda y tercera fase del crecimiento: elongación de tallos y floración	80

Almacenaje y translocación de carbohidratos	90
Dinámica de los carbohidratos	90
Procesos de adaptación y los carbohidratos	94
Acumulación de biomasa durante el ciclo anual	95
Estimación de la biomasa total de la plantación	98
Cinética del crecimiento y fenología	100
Estados fenológicos	109

## **Capítulo 3**

### **Plantación y cultivo**

<b>Plantación y cultivo</b>	<b>115</b>
Requisitos para establecer la plantación	115
Requerimientos edafoclimáticos	115
Elección del sitio de la plantación	117
Material genético	119
Consideraciones y actividades pre-plantación	122
Rotación	122
Análisis de fertilidad del suelo	124
Análisis nematológico	126
Preparación del suelo	127
Camellones y camas	129
Marco de plantación	129
Instalación del sistema de riego por goteo	131
Cortavientos	132
Instalación de instrumentos de monitoreo	134
Instalación de mallas o “techos”	135
Plantación	140
Recepción del material genético	140
Desinfección de las coronas	141
Enraizante	142
Plantación	143
Labores posteriores a la plantación	146
Riego	146
Mulching	146
Labores culturales	147
Fenología y labores culturales	154

<b>Capítulo 4</b>	
<b>Nutrición y fertilización</b>	<b>157</b>
La nutrición de las plantas: los nutrientes	157
Demanda de nutrientes	160
El requerimiento interno de nutrientes	161
Demanda de nutrientes: Retranslocación	165
Suministro de nutrientes por el suelo	166
Disponibilidad de nutrientes en el suelo	166
Fertilización de fondo	167
Dosis de P en la fertilización de fondo	167
Fertilización potásica en la fertilización de fondo	168
Dosis de corrección para otros nutrientes	169
Forma de aplicación de los fertilizantes	169
Fertilización en una plantación establecida	169
Fertilización nitrogenada	170
Dosis de corrección de P y K y otros nutrientes	171
Evaluación de la fertilización de fondo	172
Epoca de aplicación de los nutrientes	172
Diagnóstico del estado nutricional de la plantación	174
Fundamentos del diagnóstico foliar	174
Metodología	175
Sintomatología visual	178
Interpretación de los resultados del diagnóstico	179

<b>Capítulo 5</b>	
<b>Riego: Fertirrigación</b>	<b>181</b>
Crecimiento de las plantas y estrés hídrico	182
Riego por goteo	184
Características principales del riego por goteo	184
Movimiento del agua en el suelo	186
Diseño de un sistema de riego por goteo	188
Cabezal de control	190
Red de tuberías	196

Programación del riego	197
Valores del agua en el suelo	198
Método del balance hídrico	198
Fertirrigación	208
Fertilizantes utilizados en fertirrigación	208
Tratamiento de las obstrucciones de las tuberías	211
Monitoreo de la eficiencia del riego	212
Medición de la uniformidad del riego	213
<b>Capítulo 6</b>	
<b>Enfermedades</b>	<b>215</b>
Estrategias de manejo	215
El desarrollo de las enfermedades de las plantas	217
Condiciones ambientales y las enfermedades	219
Enfermedades de las peonías	222
Hongos	223
Botritis	224
Manchas foliares	228
Hongos patógenos presentes en el suelo	238
Control químico y biológico	250
Relación entre la clasificación taxonómica de los hongos y el control químico	250
Fungicidas: Principales grupos químicos e ingredientes activos	252
Resistencia a los fungicidas	258
Control biológico	259
Bacterias	260
Prevención y control	264
Nemátodos	265
Control integrado	275
Virus	283
Síntomas generales y diseminación	283
Labores de prevención	286

<b>Capítulo 7</b>	
<b>Plagas</b>	<b>289</b>
Manejo integrado de las plagas	289
Efecto del ambiente en el desarrollo de los insectos	290
Diagnóstico y monitoreo de los insectos patógenos	291
Los insectos y sus ciclos de vida	292
Los ciclos estacionales	296
Plagas en las peonías	297
Acaros	297
Babosas	299
Insectos	303
Control químico	350
Insecticidas	350
Acaricidas	354
Limacidas y cebos	355
<b>Capítulo 8</b>	
<b>Control de las malezas</b>	<b>357</b>
Competencia entre malezas y plantas cultivadas	358
Clasificación de las malezas	361
Malezas anuales y bianuales	361
Malezas perennes	364
Malezas de hoja angosta (monocotiledóneas)	365
Malezas de hoja ancha (dicotiledóneas)	365
Herbicidas y fisiología de sus efectos	367
Nomenclatura de los herbicidas	367
Clasificación de los herbicidas	368
Clasificación de los herbicidas usados en el control de las malezas en el cultivo de peonías	370
Herbicidas aplicados al follaje (pos-emergencia)	370
Herbicidas sistémicos o de translocación	371
Herbicidas de contacto	378
Eficiencia de los herbicidas aplicados al follaje	379
Herbicidas suelo-activos (pre-emergencia)	385
Inhibidores de la fotosíntesis	385

Destruedores de la permeabilidad de las membranas	389
Inhibidores de la actividad meristemática	389
Dinámica de los herbicidas aplicados al suelo	391
Vida media	396
Resistencia de las malezas a los herbicidas	397
Control de las malezas en el cultivo de peonías	399
Control de las malezas antes de la plantación	400
Control de las malezas después de la plantación	402
Manejo de las malezas durante el ciclo anual	406
Control durante el receso invernal	406
Manejo de las malezas en primavera	408
Manejo de las malezas en verano	409

## **Capítulo 9**

<b>Cosecha y poscosecha</b>	<b>411</b>
Longevidad de las flores cortadas	412
Contenido de reservas en pre-cosecha	413
El proceso de la respiración en poscosecha	416
Contenido hídrico de las flores cortadas	418
Evaluación de las flores cortadas	419
Factores de pre-cosecha	422
Variedad	423
Edad de las plantas	424
Condiciones de crecimiento	425
Estado de madurez (punto de corte)	426
Cosecha	432
Area fotosintética residual y altura de corte	432
Hora del día	434
Corta	434
Traslado	436
Poscosecha	437
Pre-packing	437
Conservación de las flores cortadas	440
Acondicionamiento y embalado (packing)	449
Almacenamiento y exportación (traslado)	453

<b>Capítulo 10</b>	
<b>Propagación</b>	<b>457</b>
Métodos de propagación	459
Reproducción sexual o por semillas	459
Propagación vegetativa o asexual	461
Propagación vegetativa de las peonías herbáceas	462
División de coronas	463
Obtención de plántulas	467
Esquejes de corona	467
Esquejes de raíz tuberosa	470
Esquejes de yema	472
Esquejes de tallo	474
Cultivo de meristemas (Cultivo <i>in vitro</i> )	475
Aclimatación	482
Viverización	483
<b>Capítulo 11</b>	
<b>Variedades</b>	<b>485</b>
Jardines de Variedades	486
Elección de las variedades para flor de corte	489
Epoca de floración	490
Forma	513
Color	513
Productividad	520
Altura de plantas	522
Fragancia	522
Identificación de las variedades	523
Oferta de peonías desde Chile	527
<b>Capítulo 12</b>	
<b>Comercialización</b>	<b>531</b>
Principales mercados para las peonías chilenas	535

Características de la industria de las peonías como flores de corte	537
Estacionalidad de la oferta	538
Origen de la oferta	538
Precios	540
Cadena de comercialización	544
Estrategias de producción para una comercialización diferida	545
Reposición de plantas	547
Túneles de plástico	548
Estándares de comercialización para las peonías	551
Estados Unidos	551
Comunidad Económica Europea	553
Nueva Zelanda	556
Chile	556
Errores de comercialización	560
<b>Literatura citada</b>	<b>561</b>

# Taxonomía y morfología

---

**E**l origen de las peonías se remonta a miles de años y a través de su larga existencia han podido desarrollar diferentes estrategias de sobrevivencia, lo que les ha permitido permanecer hasta hoy. Por ejemplo, en condiciones de crecimiento adversas, las peonías herbáceas son capaces de sobrevivir a partir de reservas almacenadas en su corona y raíces tuberosas. Si las condiciones adversas persisten, la planta gradualmente se reduce a una pequeña fracción de raíz con una yema hasta que las condiciones mejoran y aseguran su vida, desarrollando así, una extraordinaria capacidad de adaptación a ecosistemas muy diferentes

Muchas especies de peonías han sido encontradas en regiones montañosas de Asia, desde donde sus semillas redondeadas han sido llevadas por la lluvia hacia las zonas bajas donde también se desarrollan. Por otra parte, especies como *Paeonia officinalis* y *P. mascula* se establecieron en Europa durante el Pleistoceno cuando el planeta se vió afectado por una serie de glaciaciones que fueron creando inmensas superficies desprovistas de vegetación, lo que en el período posterior (Holoceno), significó una gran oportunidad para el avance de las plantas. En la actualidad, las peonías pueden vivir por un período de tiempo muy largo y no es difícil encontrar especímenes que tienen más de 100 años de edad.

## Taxonomía y clasificación

Las plantas necesitan tener un nombre que las identifique y con el que se puedan comparar y agrupar. Con este objetivo, en el Siglo XVIII, el botánico sueco Carl Linneo desarrolló un sistema de clasificación binominal

en que dio a cada planta su nombre en latín para que fuera universal lo que ha permitido que dicho sistema de clasificación sea utilizado hasta el día de hoy.

En este sistema de nomenclatura cada nombre tiene dos partes, la primera es el Género, que normalmente indica la familia o “apellido” (Paeonia) y la segunda parte, que corresponde al “nombre”, describe una característica específica de cada individuo (lactiflora) y juntas corresponden al nombre completo de una Especie o individuo en particular (*Paeonia lactiflora*). Luego, un gran número de especies emparentadas cercanamente entre sí forman una Familia, en este caso, la familia Paeoniaceae.

En términos evolutivos las peonías siempre se han considerado como representativas de las plantas primitivas, incluyéndose en la División Magnoliophyta. Por otra parte, la Familia Paeoniaceae pertenece al Orden Saxifragales, constituido por especies que tienen al menos 90 millones de años, (Page, 2005).

Rogers (1995) y Fearnley-Whittingshall (1999), indican evidencias geológicas de que las peonías han existido por más de 100.000 años, ya que sus semillas, el medio por el cual se han dispersado tan ampliamente, corresponden a las de aquellas plantas que han podido sobrevivir. Por ejemplo, su embrión está rodeado por una importante masa de endosperma que lo cubre como una caparazón, manteniéndolo viable por muchos años hasta que se dan las condiciones adecuadas para su germinación.

Como su nombre lo indica, las peonías pertenecen a la Familia Paeoniaceae, que agrupa entre 30 y 42 de las especies más antiguas productoras de flores. Durante muchos años las peonías estuvieron incluidas en la Familia Ranunculaceae junto con plantas como aconitos (*Aconitum* spp.), heléboros (*Helleborus* spp.) y ranúnculos (*Ranunculus* spp.). Sin embargo, Rudolphi y Bartling en 1830 establecieron que las peonías tenían suficientes diferencias como para formar su propia familia, (Rogers, 1995; Page, 1997; McGeorge, 2006).

Los miembros de la Familia Paeoniaceae difieren de los de la Familia Ranunculaceae en que poseen vasos conductores con perforaciones escaliriformes, sépalos persistentes, pétalos que derivan de sépalos más que de estambres, la presencia de un disco perigineo y semillas con arilos. En las peonías los estambres maduran desde dentro hacia fuera y en las ranunculáceas este proceso ocurre en forma inversa, (Buchheim y Meyer, 1992; Page, 1997).

La Familia Paeoniaceae es restrictiva del hemisferio norte y sus especies han sido descritas desde el noroeste de Estados Unidos al norte de Africa, cruzando desde las regiones montañosas de Europa al Mediterráneo y a través del Cáucaso a Asia Central, en China y Japón (Harding, 1995; Rogers, 1995; Page, 1997; Fearnley-Whittingstall, 1999).

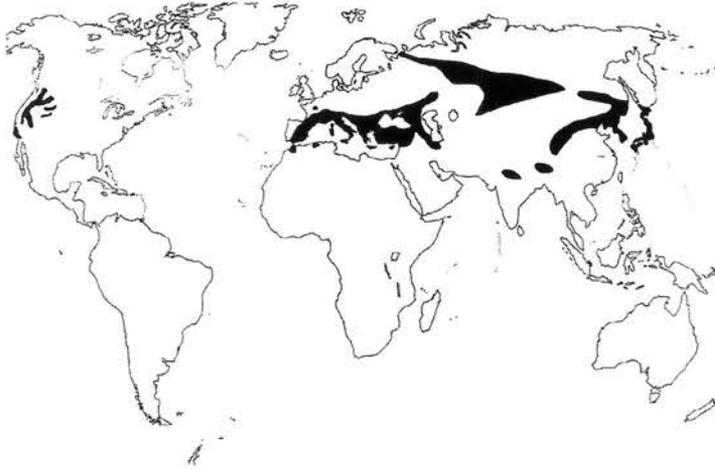


Figura 1.1. Distribución mundial del Género Paeonia, (Page, 1997).

Junto a esta amplia distribución, la clasificación taxonómica se ha visto dificultada porque a través de los años las peonías han pasado desde especies diploides ( $2n=10$ ) a tetraploides ( $4n=20$ ), lo que se relaciona con su ubicación geográfica. Las especies diploides son de origen pre-glacial, fueron empujadas hacia el sur durante la última edad de hielo y tomaron refugio en áreas más cálidas, (Rogers, 1995; Page, 1997; Page, 2005).

Las especies tetraploides por otra parte, aumentaron al doble sus cromosomas y tienden a producir plantas mejor adaptadas a diversas condiciones ecológicas, colonizando nuevos territorios como es el caso de las especies europeas *Paeonia mascula* y *P. officinalis* y las especies asiáticas *Paeonia lactiflora* y *P. anomala*.

Esta característica las diferencia de las diploides, *Paeonia rhodia* y *P. clusii* por ejemplo, las cuales no han podido competir y han permanecido circunscritas a las islas del Mediterráneo. Curiosamente las peonías arbustivas, son en su mayoría diploides, (Rogers, 1995; Wang et al., 1998).

Sir Frederick J. Stern, en su libro "A study of the Genus Paeonia" publicado en 1946 por la Royal Horticultural Society de Inglaterra, indica que la Familia Paeoniaceae presenta un solo Género (Paeonia) y distribuye

las especies del Género *Paeonia* en tres secciones, cuatro subsecciones, 16 grupos, 33 especies y 13 variedades botánicas.

Las tres secciones descritas por Stern (1946) y que se conservan en las publicaciones actuales son: la Sección *Moutan* que agrupa a las peonías arbustivas todas originarias de China, de las cuales, su principal representante es *Paeonia suffruticosa* y las Secciones *Onaepia* y *Paeon* que agrupan a las peonías herbáceas. La Sección *Onaepia* solo incluye dos especies cuyo origen es el norte de Estados Unidos y la Sección *Paeon* incluye las especies nativas del Viejo Mundo. Esta última sección a su vez, se divide en dos subsecciones: *Folialatae* y *Dissectifoliae* de acuerdo a la forma y estructura de sus hojas, (Rogers, 1995; American Peony Society, 2001).

Después de más de 60 años desde la publicación del sistema de clasificación de Stern (1946), se han propuesto muchos cambios, fundamentalmente por la incorporación de nuevas tecnologías en este campo y tanto investigadores japoneses como estadounidenses están utilizando el análisis de DNA para clarificar las relaciones filogenéticas entre las especies del Género *Paeonia*, (Hosoki et al., 1997).

En este contexto, Josef Halda un botánico checoslovaco, ha publicado una nueva revisión de la Familia *Paeoniaceae*, en la cual incluye en esta Familia además del Género *Paeonia*, el Género *Glaucidium* (Figura 1.2) y en vez de las tres secciones de Stern (1946), divide el Género *Paeonia* en cuatro sub-géneros (*Paeonia*, *Albiflora*, *Onaepia* y *Moutan*), cinco secciones, tres sub-secciones y 22 especies, (Halda y Waddick, 2004).



Figura 1.2. *Glaucidium pinnatum*, Género *Glaucidium*, Familia *Paeoniaceae*, (Halda y Waddick, 2004).

En realidad, el sistema de clasificación taxonómica de las peonías ha sido debatido por cientos de años y una de las razones de la continuación de este largo debate es el aumento de la accesibilidad al material genético y a los trabajos científicos de investigadores de países como China y Rusia, donde las peonías son muy populares y cuentan con una larga historia de estudio y cultivo, (Hosoki et al., 1997).

La taxonomía de las peonías no tiene mayor importancia entre los comercializadores o entre los aficionados a su cultivo, pero es muy importante entre los mejoradores o creadores de nuevas variedades. Cada peonía, en forma individual representa una determinada diversidad genética que es utilizada por los mejoradores para acentuar determinadas propiedades y conociendo la relación genética entre las especies, el hibridador puede decidir cual es el cruzamiento más factible para obtener las características deseadas.

En todo caso, independiente del sistema de clasificación, las especies son divididas en variedades y cultivares. Botánicamente, el término variedad se refiere a las variedades nativas o botánicas, desarrolladas en forma espontánea a partir de una determinada especie. Sin embargo, en general, se usa variedad como sinónimo del término cultivar que se refiere a las variedades sometidas a hibridación artificial, domesticación y cultivo, es decir grupos de ejemplares de una especie determinada que han pasado por un proceso de selección y mejoramiento, (Page, 2005).

Por ejemplo, Rubra Plena es una variedad de la especie *Paeonia officinalis*, lo cual significa que deriva de esa especie pero que a través de varias generaciones de auto-cruzamiento su forma y color han variado desde el original. Esta variedad fue reconocida en Europa durante la Edad Media y ha sido la primera variedad de peonía doble mencionada en la literatura, (Good, 1998, Fearnley-Whittingstall, 1999, American Peony Society, 2001).

La variedad Rubra Plena, roja, doble y temprana, presente en la mayoría de los jardines de Suiza, Francia e Inglaterra fue introducida en Chile por los colonos europeos a principios del Siglo XX y actualmente adorna los jardines del sur y la Patagonia chilena, especialmente en Magallanes, donde florece a principios de noviembre, (Figura 1.3).



Figura 1.3 *Paeonia officinalis* variedad Rubra Plena, híbrido de finales de la Edad Media, presente en los jardines de Magallanes, (Sáez, 2002).

Por muchos siglos, las variedades de peonías que hay en la naturaleza han sido seleccionadas, bautizadas, domesticadas, propagadas e hibridadas, cruzándose variedades de una misma especie o de especies diferentes dando como resultado individuos creados para fijar las mejores características de ambos padres, (McGeorge, 2006).

Para efectos prácticos las peonías se han dividido en dos grupos muy distintos entre sí: las peonías herbáceas y las peonías arbustivas. El Género *Paeonia* como un todo, se distribuye en las cinco áreas presentadas en la Figura 1.1, la región del Mediterráneo, Asia Central desde los Urales hasta Siberia, el oeste de los Himalayas, el este de Asia, desde el suroeste de China a Manchuria y Japón y el noroeste de los Estados Unidos, (Rogers, 1995; Page, 2004; McGeorge, 2006).

Las variedades de las peonías llamadas europeas han derivado predominantemente de la especie *Paeonia officinalis*, una peonía herbácea cuyo habitat natural se encuentra entre el norte de Italia, Suiza y Francia hasta Austria, Yugoslavia y Hungría. Esta especie y sus variedades florecen temprano en primavera, tienen solo un botón por tallo y no se distinguen por su perfume, (McGeorge, 2006).

Cuadro 1.1. Clasificación de las peonías herbáceas nativas o ancestrales de acuerdo a su origen, (Rogers, 1995).

Especies	Origen
<b>SECCION ONAEPÍA</b>	
Especies nativas de Estados Unidos	
<i>Paeonia brownii</i> (Douglas ex Hooker)	Áreas desérticas y montañosas del noroeste de U.S.A.
<i>Paeonia californica</i> (Nuttall ex Torrey y Gray)	Centro y sur de California a bajas alturas
<b>SECCION PAEON</b>	
Especies nativas de Europa y Asia	
<b>Subsección Foliolatae</b>	
<b>COMPLEJO OFFICINALIS</b>	
<i>Paeonia officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i> (Linnaeus)	Inglaterra, Suiza y norte de Italia, Hungría y Albania
<i>Paeonia officinalis</i> ssp. <i>banatica</i> (Rochel) Soó	Hungría, Croacia y Rumania
<i>Paeonia officinalis</i> ssp. <i>microcarpa</i> (ex <i>Pbumilis</i> )	Suroeste de Europa
<i>Paeonia officinalis</i> ssp. <i>villosa</i> (Huth) Cullen y Heywood	Sur de Francia e Italia
<i>Paeonia clusii</i> ssp. <i>clusii</i> (Stern y Stearn)	Creta
<i>Paeonia clusii</i> ssp. <i>rhodia</i> (Stearn) Tzanoudakis	Creta
<i>Paeonia mollis</i> (Anderson)	Rusia
<b>PEONIAS DE LA REGION DEL CAUCASO</b>	
<i>Paeonia macrophylla</i> (Albov) Lomakin	Zona oeste del Cáucaso
<i>Paeonia mlokosevitchii</i> (Lomakin)	Zona sureste del Cáucaso
<i>Paeonia wittmanniana</i> (Hartwig ex Lindley)	Valles alpinos y pendientes rocosas
<b>PEONIAS MEDITERRANEAS Y DEL SUR DE EUROPA (COMPLEJO MASCULA)</b>	
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>mascula</i> (Linnaeus) Miller	Sur de Italia, Sicilia, este de Grecia y Asia Menor
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>atlantica</i> (Linnaeus)	Bosques de Algeria (1.350 a 1.950 m.s.n.m.)
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>coviacea</i> (Boissier) Malagarriaga	Montañas de Morocco y sur de España
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>arietina</i> (Anderson) Cullen y Heywood	Este de Europa y Asia Menor
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>hellenica</i> (Tzanoudakis)	Grecia
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>rusii</i> (Bivoni-Bernardi)	Islas del Mediterráneo, sur de Italia y Grecia
<i>Paeonia mascula</i> ssp. <i>triternata</i> (Boissier) Searn y Davis	Crimea, sureste de Europa y Turquía
<i>Paeonia parnassica</i> (Tzanoudakis)	Montañas del centro-sur de Grecia
<i>Paeonia broteroi</i> (Boissier y Reuter)	España y Portugal
<i>Paeonia cambesedesii</i> (Willkom)	Islas Baleares
<i>Paeonia kesrouanensis</i> (Thiebault)	Siria, Líbano y Turquía
<i>Paeonia turcica</i> (Davis y Cullen)	Sureste de Anatolia
<i>Paeonia bakeri</i> (Lynch)	Sur de Europa
<b>GRUPO ASIÁTICO</b>	
<i>Paeonia emodii</i> (Wallich ex Royle)	Himalayas
<i>Paeonia japonica</i> (Makino) Miyabe y Takeda	Islas del norte de Japón
<i>Paeonia lactiflora</i> (Pallas)	Desde Siberia y Mongolia al norte de China
<i>Paeonia mairei</i> (Léveillé)	Altas elevaciones al centro sur de China
<i>Paeonia obovata</i> (Maximowicz)	Siberia, Manchuria, China y Japón
<b>Subsección Dissectifoliae</b>	
<b>GRUPO DE LAS PEREGRINAS</b>	
<i>Paeonia peregrina</i> (Miller)	Desde el sur de Italia a la costa de Turquía
<b>GRUPO DE LAS TENUIFOLIAS</b>	
<i>Paeonia tenuifolia</i> (Linnaeus)	Desde Transilvania al Cáucaso (peonía helecho)
<b>GRUPO DE LAS ANOMALAS</b>	
<i>Paeonia anomala</i> var. <i>anomala</i> (Linnaeus)	Desde los Urales en Rusia a las montañas de Asia Central
<i>Paeonia anomala</i> var. <i>intermedia</i> (Meyer y Ledebour)	Norte de Rusia (Kola) a Altai
<i>Paeonia beresowskii</i> (Komarov)	China (2.400 a 3.000 m.s.n.m)
<i>Paeonia sinjiangensis</i> (Pan)	Provincia de Xinjiang
<i>Paeonia sterniana</i> (Fletcher)	Sureste del Tibet (2.850 m.s.n.m)
<i>Paeonia veitchii</i> var. <i>veitchii</i> (Lynch)	China a altas elevaciones
<i>Paeonia veitchii</i> var. <i>woodwardii</i> (Stapf y Cox) Stern	Cerca de Zhoni en Gansu (2.700 a 3.300 m.s.n.m.)

Las peonías herbáceas cuyo origen es el norte de Asia han sido conocidas también como peonías chinas, llamadas así porque antiguamente la especie se conocía como *Paeonia chinensis* y que actualmente se conocen como variedades de la especie *Paeonia lactiflora*. En el Siglo XIX, fueron introducidas en el oeste y valoradas por los especialistas debido a su fragancia, el largo de sus tallos y a que cada tallo produce más de un botón floral, lo que las hace muy adecuadas para jardín. Las variedades de *Paeonia lactiflora* tienen un mayor rango de colores y formas que las variedades de *Paeonia officinalis* y florecen más tarde en la estación. El cruzamiento entre estas dos especies ha dado vida a miles de cultivares, siendo la mayoría de ellos utilizados para la producción de flores de corte.

Actualmente, más que una clasificación taxonómica, la agrupación de individuos de características similares está dada por las adaptaciones y variaciones de que han sido objeto a través del tiempo y el espacio geográfico que ocupan. Cooper (1988), publicó su propia clasificación tomando muy en cuenta el origen de cada especie, entregando una pauta para determinar adaptación de los cultivares utilizados como flor de corte o de jardín y en este contexto. En el Cuadro 1.1, se entrega la clasificación entregada por Rogers (1995), que retiene las secciones y subsecciones de Stern (1946), pero modificadas de acuerdo a Cooper (1988).

Fearnley-Whittingstall (1999), con el objetivo de caracterizar las especies del Género *Paeonia* para la obtención de variedades cultivadas o cultivares de peonías herbáceas, tanto para flor de corte como para jardín en distintas zonas edafoclimáticas, las clasifica directamente de acuerdo a su distribución geográfica, (Cuadro 1.2). Incluso, debido a la importancia que adquiere la relación entre las especies nativas y el lugar geográfico donde se han encontrado principalmente, hay algunas especies de peonías herbáceas cuyo nombre común ha pasado a ser el nombre de su lugar de origen. Por ejemplo: *Paeonia californica* es conocida como peonía californiana, *Paeonia lactiflora* o *Paeonia chinensis* como peonía china, *Paeonia japonica* como peonía japonesa, *Paeonia mascula* como la peonía de los Balcanes, *Paeonia officinalis* como la peonía europea y la especie *Paeonia parnassica* se conoce como peonía griega, (Kamenetsky, 2006).

Sin embargo, Wang et al. (1998) y Jiajue (2005), indican claramente que los cultivares de peonías no mantienen una predilección absoluta por el ambiente de sus padres ancestrales, ya que a través del largo proceso de evolución natural e hibridación artificial, cultivo y selección que ha durado siglos, son capaces de adaptarse a un amplio rango de ecosistemas.

Cuadro 1.2. Clasificación de las peonías herbáceas nativas de acuerdo a la ubicación geográfica de su origen, (Fearnley-Whittingstall, 1999).

Ubicación geográfica	Especie
China	<i>Paeonia beresowskii</i>
	<i>Paeonia lactiflora</i>
	<i>Paeonia mairei</i>
	<i>Paeonia obovata</i>
	<i>Paeonia dinjiangensis</i>
	<i>Paeonia veitchii</i>
Japón	<i>Paeonia japonica</i>
	<i>Paeonia obovata</i>
Himalayas	<i>Paeonia emodi</i>
	<i>Paeonia sterniana</i>
Asia Central y Siberia	<i>Paeonia anómala</i>
	<i>Paeonia daurica</i>
	<i>Paeonia lactiflora</i>
	<i>Paeonia mollis</i>
	<i>Paeonia obovata</i>
Cáucaso	<i>Paeonia macrophylla</i>
	<i>Paeonia mlokosewitschii</i>
	<i>Paeonia tenuifolia</i>
	<i>Paeonia wittmanniana</i>
Turquía y Asia menor	<i>Paeonia kesrouanensis</i>
	<i>Paeonia mascula</i>
	<i>Paeonia turcica</i>
Norte de Africa	<i>Paeonia mascula ssp. atlántica</i>
Europa	<i>Paeonia broteroi</i>
	<i>Paeonia cambessedesii</i>
	<i>Paeonia mascula</i>
	<i>Paeonia officinalis</i>
Grecia	<i>Paeonia clusii</i>
	<i>Paeonia mascula ssp. hellenica</i>
	<i>Paeonia parnassica</i>
	<i>Paeonia peregrina</i>
Estados Unidos	<i>Paeonia brownii</i>
	<i>Paeonia californica</i>

Aún cuando todos los cultivares son híbridos, en la mayoría de los casos son obtenidos por el cruzamiento, una o mas veces, entre individuos de la misma especie o híbridos intraespecíficos como es el caso de la mayoría de los cultivares de *Paeonia lactiflora*.

Por otra parte, algunos viveros ofrecen cultivares de *Paeonia hybrida*, término que se utiliza para indicar las variedades producto de una hibridación interespecífica o entre individuos de especies herbáceas diferentes. El primer híbrido de este tipo, fue obtenido en Francia (1845), por el cruzamiento entre *Paeonia anomala* x *P.tenuifolia*. Más adelante, a inicios del Siglo XX, Pierre Lemoine, un importante mejorador francés, obtuvo cuatro cultivares del cruzamiento entre *Paeonia peregrina* y *P.wittmanniana*. Posteriormente, la mayoría de los trabajos de hibridación se han llevado a cabo con diferentes cultivares de *Paeonia lactiflora* y *P.officinalis*, aún cuando también se han desarrollado híbridos triples y cuádruples, (American Peony Society, 2001).

En Chile, se han introducido, entre otras, las variedades Red Charm, Henry Bocktoce y Diana Park (*Paeonia lactiflora* x *P.officinalis*), Flame, Coral Sunset, Coral Supreme y Coral Charm (*Paeonia lactiflora* x *P.peregrina*) y Seraphim (*Paeonia lactiflora* x *P.macrophylla*). El cruzamiento entre *Paeonia lactiflora* x *P.peregrina* ha dado origen a la mayoría de las variedades color coral.

Actualmente se encuentran disponibles híbridos interseccionales, a partir del cruzamiento entre individuos de dos secciones diferentes o sea, el producto obtenido a partir del cruzamiento entre peonías herbáceas y peonías arbustivas (*Paeonia lactiflora* x *P.suffuticosa*). En estos híbridos, las flores presentan en forma dominante las características de las peonías arbustivas, mientras que el crecimiento y el follaje son propios de las peonías herbáceas. Estos híbridos interseccionales han sido llamados "Itoh" en honor a su creador el mejorador japonés Toichi Itoh, (Rogers, 1995, Good, 1998).

Estas peonías Itoh junto con las peonías arbustivas, pueden ser una gran alternativa para obtener flores de corte con una mayor amplitud de cosecha y nuevos colores, porque aún cuando lentamente se están incorporando a la producción de flores cortadas las variedades de color coral, actualmente existen en el país muy pocos ejemplares de variedades amarillas como Bartzella y Garden Treasure fundamentalmente por su alto costo.

## Morfología

Botánicamente, una planta de peonía es una corona, estructura que corresponde a un tallo modificado (comprimido) que desarrolla raíces tuberosas perennes pero que además cada año, produce una gran masa de raíces absorbentes y ramas o tallos florales que nacen desde las yemas ubicadas en la superficie de la corona. Florecen desde temprano en primavera a principios de verano y mueren después de la liberación del polen (antesis), cuando bajan las temperaturas en el otoño.

### Corona

El tallo es el órgano aéreo que soporta las ramas y hojas, sin embargo, puede presentar modificaciones que lo hacen un órgano subterráneo como coronas, rizomas, túberos y tubérculos. Las peonías, por ejemplo, presentan una corona que Kamenetsky (2006), define como un rizoma comprimido, (Figura 1.4).

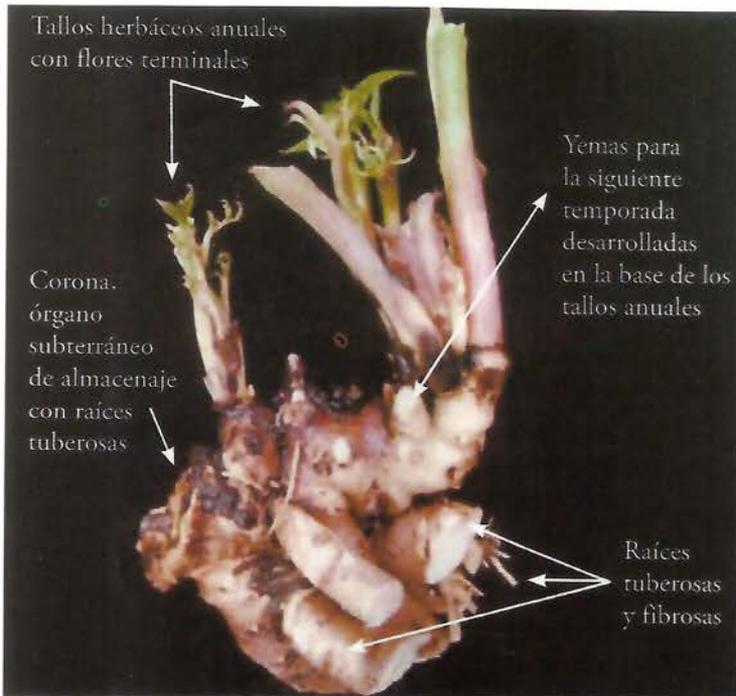


Figura 1.4. Corona, tallos y raíces tuberosas en las peonías herbáceas, (Kamenetsky, 2006).

A su vez, un rizoma es un tallo subterráneo perenne, de posición y crecimiento horizontal, que sirve para la acumulación de elementos de reserva principalmente en forma de almidón que la planta utiliza en la reanudación

de su ciclo cada temporada, (Barnhoorn, 1995; Barzilay et al., 2002; Walton, McLaren y Boldingh, 2007). Wilson y Loomis (1992), indican que una corona es un tallo muy corto (“aplastado”) que se encuentra bajo el suelo, sobre las raíces y da origen a la parte aérea de cada planta.

Por su desarrollo bajo tierra, por su condición mecánica de sostener a la planta y su falta de hojas y clorofila, la corona se confunde con frecuencia con las raíces, diferenciándose por la presencia de nudos, entrenudos y catáfilos, ausencia de caliptra y principalmente por su estructura que es caular y no radical. Las plantas con estas estructuras, crecen o emiten sus ramas, cada primavera, desde las yemas axilares localizadas bajo los catáfilos de las yemas vegetativas desarrolladas en la corona y mueren una vez que ha concluido la estación de crecimiento en otoño, (Wilson y Loomis, 1992; Buchheim y Meyer, 1992; Armitage, 1993; Stevens, 1998).

Algunos autores definen a las peonías como tubérculos y otros como túberos, ambas son también estructuras que corresponden a tipos de tallos subterráneos modificados para guardar sustancias de reserva. Un tubérculo corresponde a un tallo postrado con ramas verticales que conforman el crecimiento anual y a puntas engrosadas que dan origen a nuevos individuos, (Barnhoorn, 1995; Rogers, 1995; Lerner, 1996). Por otra parte, un túbero consta de una yema central y presenta una forma circular plana, (Evans, Anderson y Wilkins, 1990).

Resaltando la importancia de la corona en el crecimiento y desarrollo de las peonías herbáceas, Rogers (1995), indica que dicha estructura es la esencia de la planta ya que controla el crecimiento, tanto de las raíces como de los nuevos tallos a partir de su función de radar de los cambios de temperatura, especialmente en otoño y primavera, épocas en que se gatillan los procesos de dormición y brotación, respectivamente. Esta función de la corona tiene una enorme importancia práctica en lo que se refiere a la profundidad de plantación, la cual debe ser superficial de tal manera que las yemas no queden más de 5 cm, bajo el suelo.

De acuerdo a la experiencia obtenida se puede indicar que en la mayoría de las variedades, año a año alrededor de cada tallo van naciendo nuevas yemas que con el tiempo constituyen nuevas coronas, cada una de las cuales, desarrolla sus respectivas yemas y raíces carnosas que se van entrelazando. Esta situación, especialmente en peonías de mas de cuatro temporadas, puede dificultar su división, (Sáez, 2002).

## Raíces tuberosas y absorbentes

En el curso de la primera temporada (después de la división y nueva plantación), las raíces tuberosas viejas deben desarrollar una gran masa de raicillas y pelos radicales, para aumentar su absorción de agua y nutrientes y sustentar la alimentación de los tejidos nuevos y antiguos. En la segunda temporada, empiezan a formarse las nuevas raíces reservantes o carnosas en un proceso que puede durar uno o dos años. Una vez que las raíces tuberosas recién formadas se han establecido y producen raíces fibrosas y absorbentes, las raíces viejas empiezan a desaparecer y al final de la tercera temporada, las raíces viejas han perdido su funcionalidad y el nuevo sistema radicular solo debe nutrir la producción anual de tallos florales, permitiendo una cosecha del 30% al 50% de los tallos, (Stimart, 1989; Rogers 1995).

Barnhoorn (1995), indica que las raíces tuberosas parecen tubérculos, pero se forman a partir de raíces hinchadas, no de los tallos, y en cada estación de crecimiento emiten raíces fibrosas y pelos radicales. Por otra parte, el crecimiento de las yemas de los tallos con sus hojas y flores, se origina desde la base de los tallos antiguos ubicados en la corona, sobre las raíces hinchadas, (Figura 1.4).

Al mismo tiempo, las coronas y raíces de las peonías herbáceas contienen altas concentraciones de compuestos fenólicos que las protegen de plagas y enfermedades en forma muy eficiente, (Rogers, 1995). Debido a esto cuando las raíces de las peonías son dañadas, ellas pueden sobrevivir por largo tiempo sin enraizar hasta producir nuevos tallos, los cuales son capaces de generar plantas independientes, (Rogers, 1995; Page, 1997; Page, 2005).

Las raíces tuberosas de las peonías, al igual que la corona, almacenan reservas para una nueva temporada de crecimiento y en algunos casos, tales como en *Paeonia officinalis* y *P.peregrina*, también son capaces de producir yemas adventicias. Otras especies como *Paeonia tenuifolia*, producen estolones que finalmente forman una gran masa de coronas, (Page, 1997).

Las raíces de algunas especies herbáceas, tales como *Paeonia mascula* y *P.mlokosewitschi*, disminuyen gradualmente en grosor desde la corona, mientras que en otras, como es en el caso de *Paeonia officinalis* y *P. parnassica*, se presentan hinchadas pegadas a la corona por una delgada sección de raíz, (Page, 1997; Halda y Waddick, 2004).

En la Figura 1.5, se presentan las diferentes formas y tamaños de coronas y raíces tuberosas de las peonías herbáceas, dependiendo de la

especie. Algunas presentan raíces enormes y otras muy pequeñas y débiles que al plantarlas crecen a un ritmo similar. Otras presentan racimos de yemas en el tope de la corona o bien las presentan repartidas en una corona ramificada, (Rogers, 1995; Halda y Waddick, 2004).

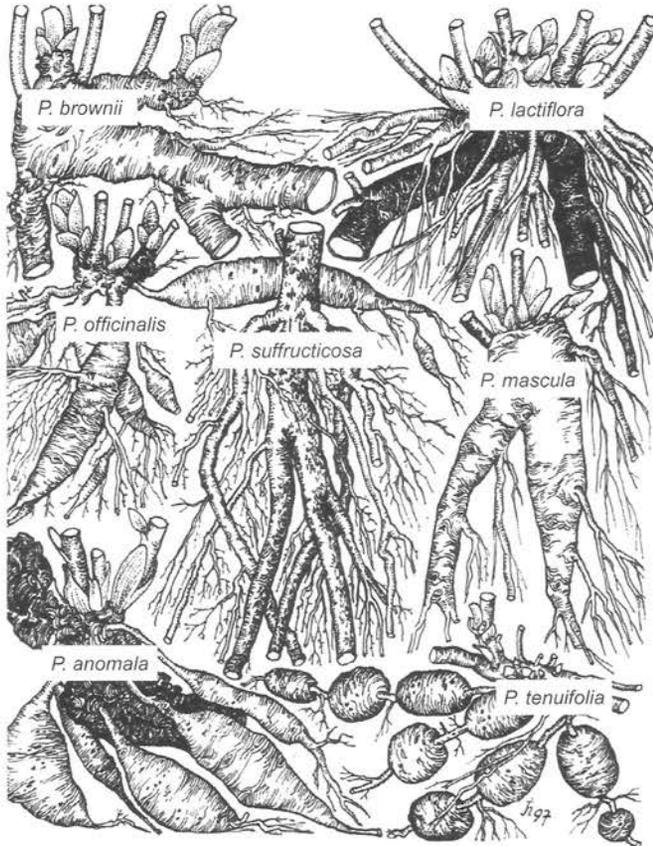


Figura 1.5. Tipos de coronas y raíces tuberosas en distintas especies de peonías, (Halda y Waddick, 2004).

### **Yemas y tallos florales**

La corona de las peonías desarrolla un gran número de tallos florales o ramas de crecimiento vertical (anuales), a partir de las yemas del año formadas sobre la superficie de la corona en la base de los tallos de la temporada anterior. Los tallos monocárpicos están formados por muchas hojas, una flor terminal y flores axilares (Barzily et al., 2002).

En la etapa de brotación, las yemas de los tallos florales llamadas también “narices” u “ojos”, se encuentran protegidas en su trayecto hacia la superficie del suelo por una vaina de textura coriácea o dura. Aún cuando no existen los tallos vegetativos, las yemas pequeñas o inmaduras, pueden entrar en dormancia como yemas vegetativas y de acuerdo a su grado de desarrollo la iniciación floral algunas veces se retrasa por 2 o más años, después que las yemas alcanzan a ser visibles en la base de la corona

En la Figura 1.6 a, se muestran estas vainas cónicas y brillantes que varían en tamaño de acuerdo a la variedad, algunas son muy pequeñas con una altura de 0,5 cm mientras que otras llegan a medir 2 a 3 cm y su color varía desde casi blanco a rosado fuerte, (Rogers, 1995; Page, 2005).

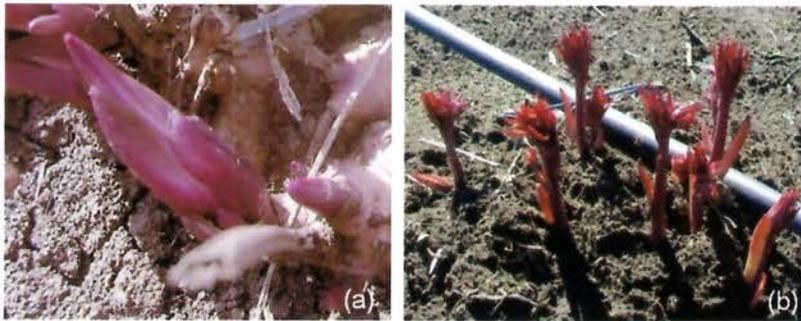


Figura 1.6. a: yemas en brotación con la vaina protectora presente, b: vainas y tallos de color rojizo recién emergidos (estado de puño).

Después de la emergencia, los tallos y las hojas presentan un color rojizo oscuro (Figura 1.6 b), obteniendo el color verde a medida que las temperaturas de la primavera van subiendo, las plantas se van volviendo autosuficientes y las hojas se van desenrollando. El botón floral, en las variedades que descienden de *Paeonia lactiflora*, aparece en la punta de cada tallo ya que las peonías de climas más fríos esperan mejores temperaturas para el desarrollo de los botones, (American Peony Society, 2001; Page, 2005).

En cambio, en el caso de variedades de peonías que descienden de *Paeonia officinalis* o peonía europea, como la Red Charm, presentan sus botones formados antes que el tallo aparezca sobre la superficie. Así en áreas de primaveras muy cálidas donde los tallos se presentan muy cortos parece que estuvieran pegados a la superficie del suelo, (Figura 1.7).



Figura 1.7. Botones florales de la variedad Red Charm muy cerca de la superficie del suelo, (Chahín, M.G., INIA, Carillanca, 2010).

Los tallos son glabros de color verde claro con ciertos tonos rosados o rojos, en realidad cada especie y variedad presenta un color característico del follaje, con un gran valor paisajístico en primavera. A medida que avanza la estación de crecimiento los tallos y hojas se van poniendo de color verde, característico de cada variedad, aún cuando el color rojo puede perdurar por un largo tiempo especialmente en las zonas de primaveras frías, (Covacevich y Sáez, 2001).

Las variedades descendientes de *Paeonia officinalis*, en general presentan un botón por tallo floral, en cambio, las variedades obtenidas a partir de *P.lactiflora* pueden tener entre 3 y 7 botones laterales, siendo lo más normal entre 3 y 5. Las especies *Paeonia emodi* y *P.veitchii* también pueden presentar mas de un botón por vara, (Page, 2005).

No existen los tallos vegetativos y los tallos “ciegos” son simplemente tallos en los cuales las flores se han atrofiado, fenómeno que puede ocurrir temprano o tarde en el ciclo anual de crecimiento, (Byrne y Halevy, 1986; Halevy et al., 2002).



Figura 1.8. Tallos florales en la variedad Kansas (XII Región), a: tallo con botón principal y botones laterales, b: tallos sin los botones laterales en plantas al estado de pre-cosecha, (Sáez, 2002).

En la Figura 1.8 a, se muestra el botón principal acompañado de los botones laterales en tallos florales de la variedad Kansas. En la Figura 1.8 b, se presentan los tallos florales solo con su botón terminal después que se han extraído los botones laterales, para dar mayor vigor al botón principal. Se puede observar también, que los tallos de gran vigor y altura en plantas de la variedad Kansas presentan una alta homogeneidad en el tamaño y desarrollo de los botones, lo que hace que esta variedad sea muy adecuada para flor de corte.

### Hojas

Las hojas de las peonías u hojas verdaderas son hojas compuestas, donde el limbo foliar se encuentra dividido en hojuelas o folíolos que en el Género *Paeonia* pueden presentar muchas formas, desde las especies con hojas de segmentos tan delgados que parecen hojas de helechos como en *Paeonia tenuifolia*, a las que presentan segmentos gruesos y anchos como en *P. macrophylla*. En general, son hojas grandes, verdes y lisas en el haz y frecuentemente vellosas por la cara inferior o envés. Los pecíolos y los nervios foliares son a menudo rojizos, (Wilkins y Halevy, 1985).

Entre el botón floral con sus brácteas y la primera hoja verdadera o compuesta, se pueden encontrar, dependiendo de la variedad, entre una

y tres hojas pequeñas y simples. Según su disposición en el tallo, las hojas compuestas de las peonías se clasifican como alternas y cada hoja está unida al tallo por un largo pecíolo, el cual en su ápice se divide en tres peciolulos que sostienen cada uno de ellos, una hojuela típicamente dividida de acuerdo a la variedad y su origen.

Cada vara o tallo floral presenta entre 5 y 10 hojas compuestas, siendo las más jóvenes las que están más cerca del botón floral. Schiappacase y Suárez (1998), en 15 cultivares obtuvieron un promedio de 7 hojas compuestas o verdaderas por cada tallo floral.

En el caso de la variedad Sarah Bernhardt (*Paeonia lactiflora*), cada hojuela o folíolo se divide en tres partes, un segmento central y dos segmentos laterales y tanto el segmento central como los laterales pueden ser enteros o divididos en lóbulos, presentándose diferencias incluso dentro de una misma vara, (Figura 1.9).

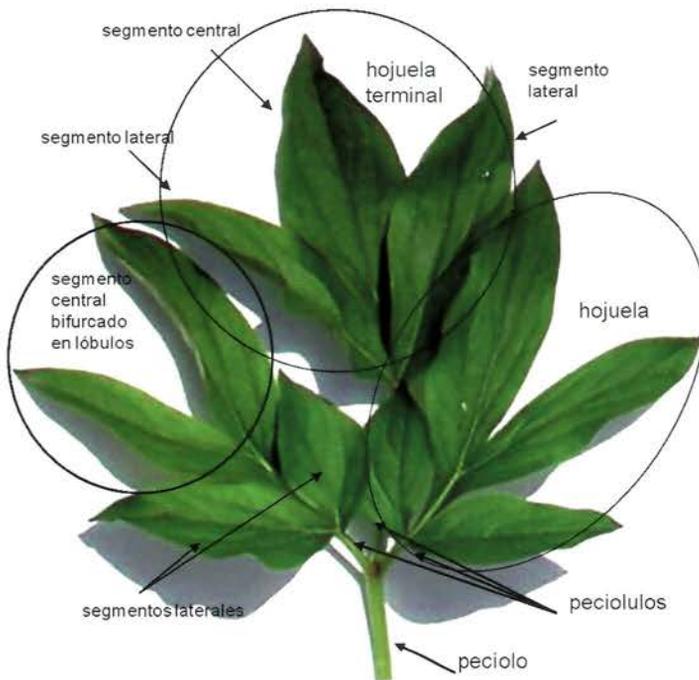


Figura 1.9. Las partes de una hoja compuesta de peonía (*Paeonia lactiflora*) son el limbo foliar dividido en hojuelas o folíolos que pueden presentar segmentos y éstos, a su vez, lóbulos, (Sáez, 2002).

El número de segmentos de cada hojuela es muy variable para la mayoría de las especies, lo que hace muy difícil describir las hojas de las peonías. Sin

embargo, el grado de división de las hojas ha sido usado para separar la Sección *Paeonia* en dos subsecciones, la Subsección *Folialatae*, donde se encuentran *Paeonia officinalis* y *P. lactiflora* y la Subsección *Dissectifoliae* donde se encuentran *Paeonia peregrina* y *P. tenuifolia*, llamadas en general peonías “helecho”, por el mayor grado de división de las hojuelas, (Cuadro 1.1, Figuras 1.10 y 1.11).

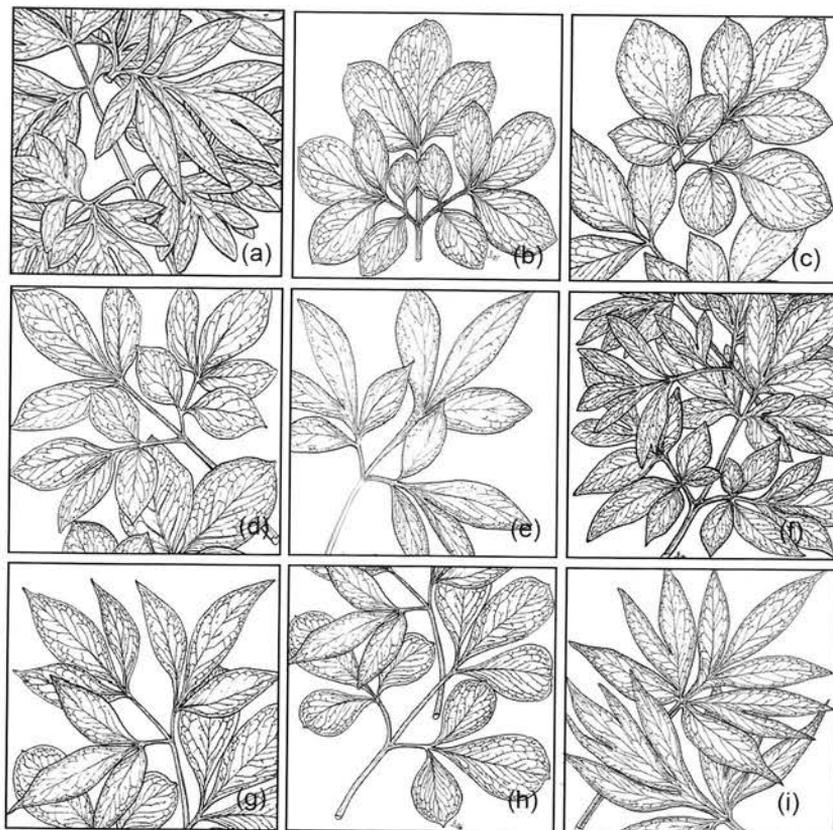


Figura 1.10. Tipos de hojas en algunas especies de la Subsección *Folialatae*, a: *Paeonia officinalis*, b: *P. mlokosevitchii*, c: *P. wittmanniana*, d: *P. mascula*, e: *P. lactiflora*, f: *P. clusii*, g: *P. mairei*, h: *P. obovata*, i: *P. emodi*, (Page, 1997, 1995; Halda y Waddick, 2004).

Para efectos de manejo, es importante conocer el tipo y posición de las hojas, ya que por ejemplo para la exportación se debe dejar en cada vara un máximo de 3 a 4 hojas compuestas y para el caso del análisis foliar se debe muestrear el par de hojas correspondientes al tercio medio, lo que vendría a corresponder al segundo par de hojas compuestas o verdaderas u hojas recientemente maduras. El primer par de hojas compuestas corresponde a hojas todavía inmaduras y las del tercer o último par, corresponderían a hojas viejas.

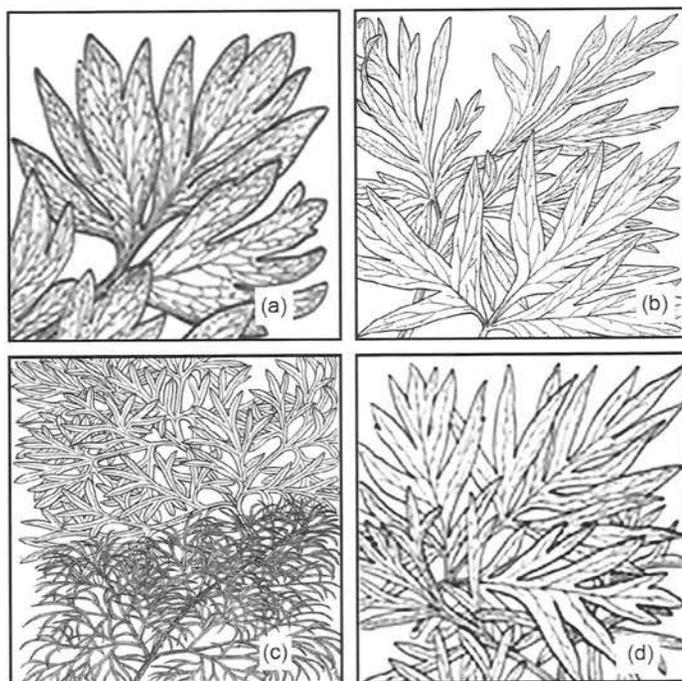


Figura 1.11. Formas de las hojas en algunas de las especies de la Subsección Dissectifoliae, a: *Paeonia peregrina*, b: *P. veitchii*, c: *P. tenuifolia*, d: *P. anomala*, (Page, 1997; Halda y Waddick, 2004).

La forma de las hojas de las especies de peonías herbáceas pertenecientes a la Subsección Dissectifoliae, especialmente en el caso de la *Paeonia tenuifolia*, puede permitir utilizar ciertas variedades para follaje, para lo cual hay que cosechar cuando los botones alcanzan un tamaño de 10 a 15 mm, en el estado de épica, (Sáez, 2002).

## Flores

La flor es la estructura reproductiva de las angiospermas o plantas con flores. Comparada con las estructuras reproductivas de otras plantas, la flor de la peonía, (Figura 1.12), botánicamente es única ya que consiste en cuatro clases de hojas modificadas, dos de ellas forman las estructuras reproductivas o estructuras primarias como estambres y carpelos y las otras dos forman las estructuras secundarias que son los pétalos y sépalos. Las brácteas en la mayoría de las especies del Género *Paeonia* son relativamente pequeñas, pero por ejemplo, en *Paeonia delavayi* están muy desarrolladas.

Los pétalos (hojas coloreadas), tienen la importante misión de atraer a los insectos polinizadores y su conjunto se denomina corola. En su base, en torno a los carpelos, los pétalos están provistos de nectarios, estructuras que exudan una sustancia azucarada una vez que los botones se encuentran totalmente formados, (Wilkins y Halevy, 1985).

Los sépalos son un tipo de hojas que se mantienen verdes y no se transforman. El conjunto de sépalos o cáliz, tiene la función de encerrar al botón floral antes de que la flor abra.

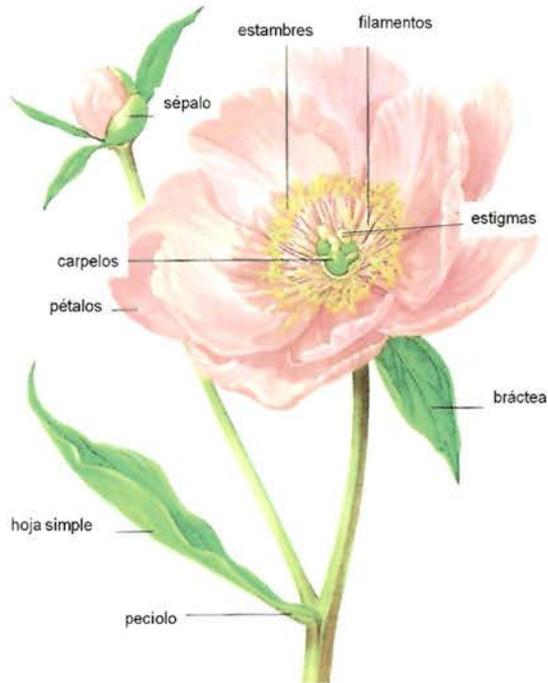


Figura 1.12. Esquema de las partes de una flor de peonía, (Fearnley-Whittingstall, 1999).

Las flores de peonías son hermafroditas, apocárpicas, actinomorfas y con receptáculo cóncavo. El gineceo es súpero y está conformado por distintos números de carpelos (Figura 1.13), desde uno en *Paeonia emodi* y *P.ludlowii* a ocho en *P.cambessedii*.

Cada carpelo que conforma el gineceo, incluye ovario, estilo y estigma. El estigma se encuentra ubicado en la porción apical del carpelo y su función es atrapar los granos de polen que son llevados a través del tubo polínico (estilo) hasta el ovario que presenta uno o dos óvulos. Los ovulos al ser fertilizados por las células masculinas darán finalmente origen

a las semillas. En la mayoría de las peonías, el estigma y el carpelo son del mismo color, siendo estos últimos sentados, carnosos, curvos y papilosos, (Wilkins y Halevy, 1985).

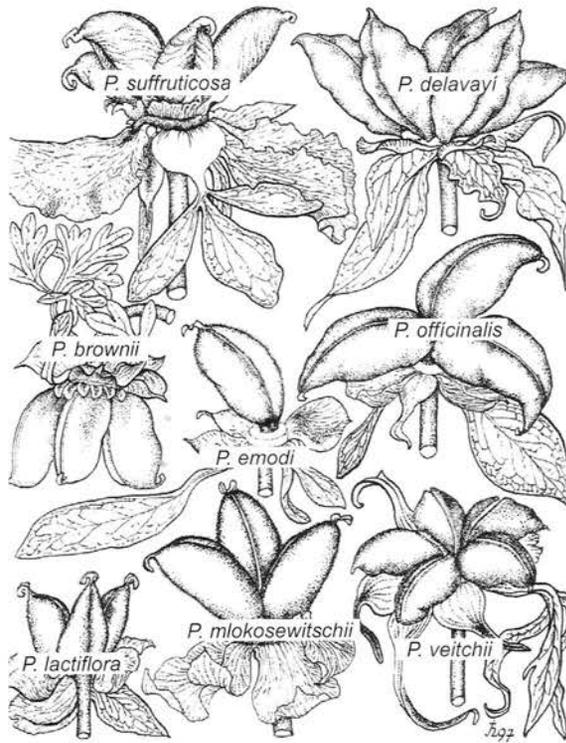


Figura 1.13. Carpelos (pistilos) que pueden ser glabros o tomentosos dependiendo de la especie, (Halda y Waddick, 2004).

La estructura reproductiva masculina o androceo, está conformada por los estambres, constituídos a su vez, por los filamentos y las anteras (Figura 1.12). Los filamentos son los encargados de soportar a las anteras donde se forma el polen. Las anteras y los filamentos son amarillos, aún cuando estos últimos a veces pueden presentar otro color.

Las especies nativas y los cultivares con flores simples cuentan con filamentos y anteras funcionales, que producen grandes cantidades de polen y normalmente tienen entre 50 y 150 estambres, pero que en el proceso evolutivo de aumento de pétalos éstos pueden ser transformados en petaloides o estaminoides, (Rogers 1995; Page 1997; Page, 2005).

Los estambres están sentados sobre un órgano denominado disco estaminoidal. En las peonías herbáceas híbridas, éste puede ser grande y

brillantemente coloreado y en las peonías arbustivas el disco es extendido para encerrar a los carpelos, (Page, 2005).

Wilkins y Halevy (1985), señalan que las flores de las peonías son grandes y terminales con pétalos conspicuos o importantes, que pueden ser de color rojo, púrpura, rosado y blanco, aunque también existen especies con colores amarillos como *Paeonia mlokosewitschii* y *P.wittmanniana*, (Figura 1.14).



Figura 1.14. Ejemplos de peonías nativas y sus diferentes colores: *Paeonia mlokosewitschii*, *P.peregrina*, *P.parnassica* y *P.anomala*, (Halda y Waddick, 2004).

Las típicas peonías herbáceas silvestres son del tipo simple (Figura 1.14), es decir presentan cinco a diez pétalos grandes, redondeados, hipóginos, orbiculares, casi iguales, ubicados en una sola hilera llamados pétalos de guarda que rodean la parte central donde se encuentra ubicado el sistema reproductivo, cinco sépalos persistentes y brácteas de color verde, (Page, 1997).

Sin embargo, en el proceso de obtención y mejoramiento de las variedades silvestres o nativas, fueron apareciendo flores semidobles y

dobles con diferentes colores, siguiendo patrones que se han usado para la clasificación de las variedades cultivadas o cultivares a través de su origen y su forma característica, (Wang et al., 1998).

Algunos autores como Rogers (1995), Page (1997), Farnley-Whittingstall (1999) y Page (2005), indican las formas simple, japonesa, anémona y dobles. Jellito y Schacht (1990) y Harding (1997), Page (2005), Kamenetsky (2006), señalan que en el proceso de desarrollo desde el tipo simple original a la flor doble o llena, las peonías herbáceas han adquirido ocho formas o tipos que serían: simple, japonesa, anémona, semi-doble, semi-rosa, rosa, corona y bomba.

Ninguno de estos autores entrega una relación o el fundamento de la obtención del mayor número de pétalos a través del proceso de evolución. Sin embargo, Wang et al. (1998), presentan un sistema de clasificación de las variedades basado en la trayectoria de su desarrollo evolutivo y en la obtención de sus diferentes formas.

### **Frutos y semillas**

Los óvulos se desarrollan en grandes carpelos (Figura 1.13, Figura 1.15 a), los cuales se utilizan para describir las distintas especies, ya que ellos pueden ser glabros o pilosos (con vellosidad muy corta) o mas frecuentemente tomentosos (con largos pelos).

El fruto está formado por dos a cinco folículos coriáceos, longitudinalmente dehiscentes. En la Figura 1.15 b se presentan las vainas o frutos con las semillas maduras y en la Figura 1.15 c, las semillas que no fueron fertilizadas que son de color rojo, (Page, 2005).



Figura 1.15. a: carpelos, b: frutos maduros abiertos mostrando sus semillas, c: los óvulos no fertilizados se presentan de color rojo brillante, (Page, 2005).

Las semillas ubicadas en el interior del fruto son globosas y succulentas, dispuestas en dos hileras, brillantes y con el rafe prominente.

Incluso, las semillas pueden estar cubiertas de una capa carnosa alcanzando casi un centímetro de diámetro. En un principio son rojizas, logrando un color negro brillante cuando llegan a la madurez, (Wilkins y Halevy, 1985).

## Clasificación morfológica

Wang et al. (1998), han presentado un sistema de clasificación para los cultivares de peonías, en el que la morfología de la flor se mantiene como el criterio esencial. Se ha demostrado que su estructura y composición representan las características típicas y las diferencias entre cada cultivar, a pesar, que algunos son descendientes de un origen simple y otros tienen ancestros hibridados varias veces.

Este sistema de clasificación cobra importancia en la medida que los productores de flor cortada o propagadores de peonías, que trabajan con material genético adquirido en el hemisferio norte puedan ser capaces de reconocer las variedades que han recibido y que muchas veces no corresponden a lo pactado. De acuerdo a Wang et al. (1998), las propiedades de otras partes de la planta, son un criterio secundario de clasificación.

La clasificación de las variedades o cultivares propuesta por Wang et al. (1998), tiene 4 niveles: Series (incluyendo Sub-Series), Grupos de Cultivares, Secciones (incluyendo Sub-Secciones) y Formas.

Las Series son tres: peonías herbáceas (Shao Yao), peonías arbustivas (Mu Dan) y las peonías Itoh o peonías interseccionales. Estas últimas han sido desarrolladas principalmente en Estados Unidos y Japón y más recientemente en China. En cada una de las Series, los cultivares descendientes se agrupan en dos Sub-Series, los que provienen de un origen conocido o simple y los que descienden de cultivares ya hibridados, (Cuadro 1.3).

Las diferentes especies originarias son el criterio básico para clasificar los Grupos de Cultivares. Ellas funcionan esencialmente en la fijación de las características de las poblaciones de cultivares descendientes y por otra parte, muestran las características hereditarias propias de su origen parental.

En cada Grupo de Cultivares, las Secciones se dividen de acuerdo al grado de incremento de los pétalos que da forma a la flor, desde flores simples a estructuras florales superpuestas o dobladas, las Sub-Secciones están dadas por el origen de los pétalos adicionales y la Forma o nivel final

Cuadro 1.3. Clasificación de las variedades y cultivares de las peonías. (Wang et al., 1998).

Orden	Serie	Sub-serie	Grupo de cultivares	Sección	Sub-sección	Forma
Especies nativas	Peonías herbáceas	Variedades botánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peonías chinas</li> <li>Peonías europeas</li> <li>Peonías euroasiáticas</li> </ul>	Flores individuales	Adición natural de pétalos	<ul style="list-style-type: none"> <li>simple</li> <li>loto</li> <li>semi-doble</li> <li>rosa</li> </ul>
		Híbridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos cultivares U.S.A.</li> <li>Nuevos cultivares europeos</li> </ul>		Transformación de estambres y carpelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>japonesa</li> <li>anémoma</li> <li>semi-rosa</li> <li>corona</li> <li>globular</li> </ul>
	Peonías arbustivas	Variedades botánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peonías Rockii</li> <li>Peonías Ostii</li> </ul>	Flores compuestas	Superposición de estructuras florales	<ul style="list-style-type: none"> <li>semi-doble</li> <li>rosa</li> <li>corona</li> <li>globular</li> </ul>
		Híbridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peonías de Zhongyuan</li> <li>Peonías de Xibei</li> <li>Peonías de Jiangnan</li> <li>Peonías de Xinan</li> <li>Peonías francesas</li> <li>Peonías estadounidenses</li> <li>Peonías japonesas</li> </ul>			
		Híbridos interseccionales (ITOH)				

en el sistema de clasificación, está dada por la estructura de la flor y el grado de heteromorfosis, (Cuadro 1.3 y Figura 1.16).

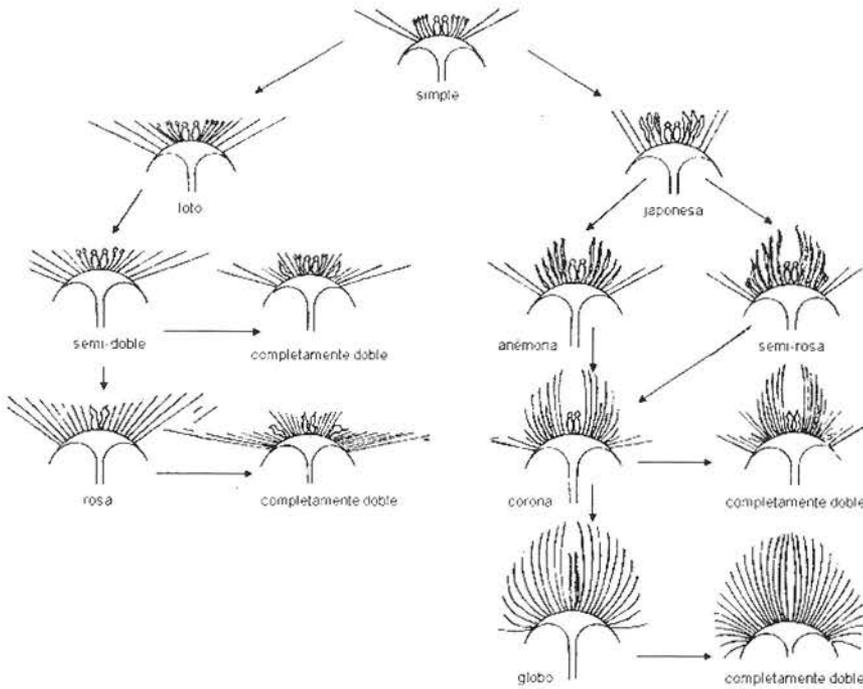


Figura 1.16. Esquema ilustrativo de la evolución de las flores de peonías desde flores simples a flores completamente dobles, (Wang et al., 1998).

Cada una de las formas de las flores presenta un cierto estado de evolución, (desde un menor grado de pétalos como son las flores simples, a un grado mayor con flores absolutamente dobles), que determina las características de cada variedad y consecuentemente, también, indica las relaciones genéticas entre los cultivares. Es así como, las diferentes formas de las flores de los distintos cultivares de peonías están determinadas por el grado de cambio de sus estructuras o heteromorfosis, que da como resultado un aumento en la cantidad de pétalos de diferentes orígenes.

### **Evolución de las diferentes formas de flores**

El desarrollo evolutivo seguido en forma regular y secuencialmente en las peonías para la construcción de sus flores corresponde a: la adición natural de pétalos, la conversión de estambres en petaloides y carpelos en petaloides o pétalos verdaderos y la superposición de estructuras florales.

En la Figura 1.16, se presenta un esquema donde se grafica el paso de flores simples a flores completamente dobles.

### **Adición natural de pétalos**

Las especies nativas o ancestrales de peonías tienen una forma simple, consistente de una o dos hileras de pétalos. Sin embargo, en condiciones de cultivo, con cruzamientos y selección, se han obtenido en forma gradual flores con un mayor número de pétalos, los cuales van aumentando desde el exterior al interior de la flor. En el curso de la evolución, hileras de pétalos se fueron adicionando pasando de flores simples a formas loto → semi-doble → rosa. La característica de esta subsección incluye la adición natural de pétalos formando nuevas hileras y una correspondiente disminución de los estambres que se van transformando en petaloides o estaminoides. Los carpelos generalmente se presentan normales, (Figura 1.16).

### **Petaloides a partir de estambres y carpelos**

En las flores simples, los estambres crecen en forma normal y son funcionales, mientras que en las flores semidobles y dobles se presentan dos tipos de heteromorfosis. Una, en la cual los estambres llegan a ser petaloides o estaminoides con la forma y color de los pétalos normales y la otra, es aquella en que disminuye el número de estambres, que adquieren forma de aguja perdiendo su funcionalidad o desaparecen totalmente, (Figura 1.16).

La evolución de los carpelos y su desaparición, se encuentra preferentemente en las formas corona, globo y de estructuras superpuestas y su estado y grado de heteromorfosis varía grandemente entre las variedades. El grado más bajo de transformación de los carpelos ocurre entre las flores simples, mientras que el grado más alto se observa en las flores completamente dobles o con estructuras superpuestas, (Figuras 1.16).

Algunas variedades muestran leves cambios en los estigmas, pero con carpelos normales, en otras, estigmas y carpelos tienen forma de pétalos que en algunos cultivares conservan el color verde-amarillento del carpelo original. Otra posibilidad es que los carpelos se transformen completamente en petaloides (carpeloides) con forma y colores de pétalos normales, excepto unos pocos que se conservan en la parte central de la flor.

El patrón evolutivo en este caso, es el siguiente: simple → japonesa, anémona → semi-rosa → corona → globo.

### **Superposición y adición de estructuras florales**

Una importante forma de aumento de pétalos es la superposición de estructuras florales o el crecimiento de dos o más flores, una al lado de la otra. Generalmente, en algunas variedades con muchos pétalos se observa una flor dentro de otra flor y la flor ubicada en la parte superior tiene un estado de evolución menor que la flor ubicada en la base. Esta última, es la que indica el grado de evolución y las características de la forma. Las formas originadas por este grado de evolución se encuentran en la Sección Flores Superpuestas o completamente dobles, (Figura 1.16).

También, en este proceso de doblaje se da el caso de flores que parecen estar compuestas por varias flores pegadas una al lado de la otra, siendo un ejemplo típico la variedad Buckeye Bell, que se presenta en la Figura 1.17, en la cual cada grupo de estambres corresponde a una flor (Wang et al., 1998).



Figura 1.17. Variedad Buckeye Bell. Cada grupo de estambres corresponde a una flor, (Wang et al., 1998)

En la Figura 1.18, se muestra en forma esquemática las formas de las peonías presentadas por Harding (1995) y Wang et al. (1998).

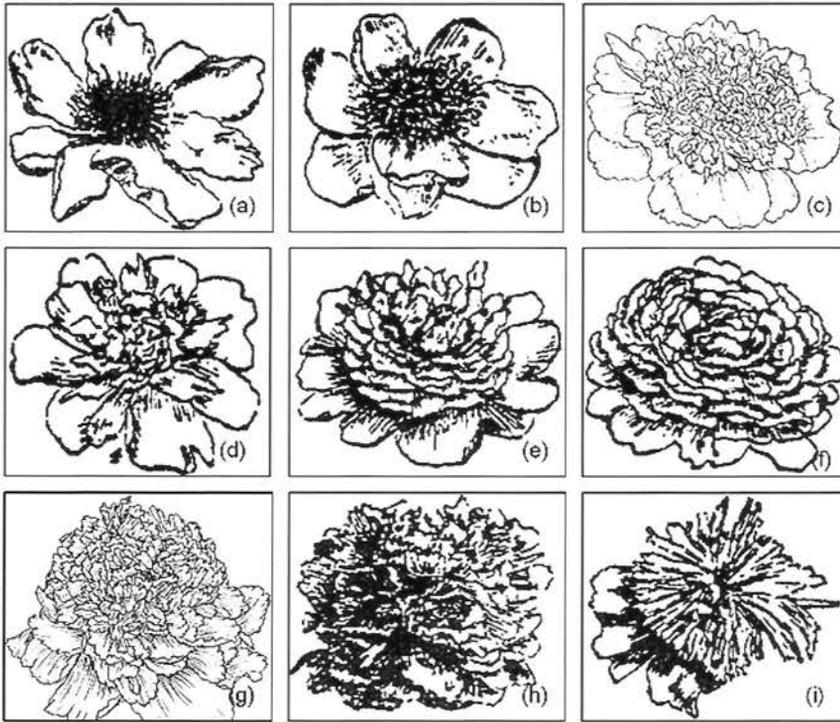


Figura 1.18. Esquemas de las formas que adquieren las peonías en su proceso evolutivo de aumento de pétalos, a: simple, b: japonesa, c: anémone, d: semi-doble, e: semi-rosa, f: rosa, g: corona, h: globo, i: bomba, (Adaptado de Harding, 1995 y Wang et al. 1998).

En general, las flores de peonías utilizadas para corte corresponden a las formas semi-doble, semirosa, rosa, corona, globo y bomba, fundamentalmente por el gran número de pétalos que se presentan como un botón duro y compacto, lo que las hace adecuadas para el traslado y manipulación a que son sometidas en el proceso de comercialización.

En el Cuadro 1.4, se presentan las características presentadas por las flores de peonías de acuerdo de acuerdo a su clasificación en secciones, sub-secciones y forma, de acuerdo a Wang et al. (1998).

Cuadro 1.4. Cuadro resumen de las características de la forma de las flores como nivel de clasificación de los cultivares, (Wang et al., 1998).

Sección	Sub-sección	Forma	Características
Flores individuales	Adición natural de pétalos	simple	Tienen entre 5 y 10 pétalos (normalmente 8) grandes y curvados con forma ovalada u ovoide llamados pétalos de guarda, dispuestos en una sola hilera en forma de copa con un gran centro amarillo de estambres y carpelos funcionales o fértiles.
		loto (simple)	Iguals características que las flores simples, pero con 2 a 3 hileras de pétalos grandes, curvados o planos con estambres y carpelos funcionales. En general, la forma simple incluye la forma loto porque, la principal característica de ambas, es el centro amarillo de estambres y carpelos funcionales. Se considera una transición al tipo japonesa.
		semi-doble	Presentan más de 5 hileras de pétalos que gradualmente adelgazan hacia el centro de la flor, generalmente formando una copa. Los estambres que generalmente son normales, pueden estar en anillos alrededor de los pétalos o todos juntos en el centro de la flor. Carpelos normales.
		rosa	Flores redondeadas con una a dos hileras de pétalos de guarda y pétalos internos dispuestos en forma compacta que van achicándose hacia el centro de la flor, que finalmente parece hundido con respecto al exterior. Aún cuando los carpelos, en general, aparecen como no modificados, también pueden formar petaloides al igual que los estambres.
	Transformación de estambres y carpelos	japonesa	Presentan una a dos hileras de grandes pétalos externos (pétalos de guarda) y se diferencian de las flores simples en que los filamentos de los estambres se han ensanchado y las anteras, que han dejado de ser funcionales, se presentan extremadamente grandes y amarillas.
		anémona	Dos a tres hileras de pétalos externos anchos y rectos. Los estambres se han transformado completamente en estaminoides, llegando a ser petaloides angostos y fuertes. Los carpelos se presentan normales o reducidos.
		semi-rosa	Presentan dos a cinco hileras de pétalos anchos y grandes. La mayoría de los estambres se han transformado en estaminoides, pero se presentan anillos concéntricos de estambres funcionales como un círculo dorado entre los delgados pétalos interiores y los anchos pétalos exteriores. Los carpelos pueden presentarse normales, reducidos o como carpeloides.
		corona	Tienen en el centro de la flor una levantada masa de petaloides que se ha desarrollado a partir, tanto de estambres como de carpelos. Los pétalos de guarda se presentan extraordinariamente bien diferenciados.
		globo	No se distinguen pétalos de guarda. Todos los estambres se presentan como petaloides de forma y tamaño similares a los pétalos normales. Los carpelos se presentan reducidos o transformados en petaloides al igual que los estambres. La flor parece un globo.
Flores compuestas	Superposición de estructuras	bomba	Superposición y adición de estructuras florales Multiplicación de las estructuras florales una al lado de la otra

En la Figura 1.19, se dan ejemplos de las distintas formas de peonías herbáceas presentes en el país. La elección de las variedades se hizo en base a los esquemas presentados en la Figura 1.19 y las características presentadas en el Cuadro 1.4.



Figura 1.19. Ejemplos de las formas que presentan las flores de peonías. a: simple (Flame), b: japonesa (Chocolate Soldier), c: anémona (Bowl of Beauty), d: semidoble (Gayborder June), e: semirosa (Edutante), f: rosa (Dinner Plate), g: corona (Lancaster), h: globo (Henry Bocktoce), i: bomba (Sorbet).

# 2

## Crecimiento y desarrollo

---

**D**ebido a que las peonías son plantas perennes, su crecimiento y desarrollo se ve reflejado en las diferentes etapas de su ciclo de vida anual, en el cual paralelamente, se produce la morfogénesis de los tallos, hojas y flores para la siguiente temporada, procesos que son condicionados por las características medioambientales del ecosistema, especialmente por la temperatura.

El crecimiento y desarrollo de las plantas genera un gran requerimiento de nutrientes (orgánicos e inorgánicos) en sitios con una alta actividad metabólica, llamados también polos de atracción o “sinks”. Esta actividad metabólica está sustentada por los flujos de asimilados o fotosintatos y de nutrientes inorgánicos provenientes de su fuente de producción, recepción, acumulación o reserva. La movilización, que se produce entre los centros de actividad metabólica y los centros de producción y almacenaje o de reserva, da lugar al crecimiento y desarrollo de las peonías. Este se refleja en una acumulación de biomasa en hojas, tallos, flores y raíces, durante las diferentes etapas del ciclo anual lo que puede ser interpretado y descrito a través de la fenología del cultivo.

### El ciclo anual

El ciclo anual de crecimiento vegetativo de la mayoría de las plantas perennes incluye dos etapas: un período de alargamiento del brote, relativamente breve, durante el cual los brotes se alargan y emerge un follaje nuevo (primavera) y un período generalmente mas largo durante el cual no hay cambios externos visibles, pero donde se produce la diferenciación de

las nuevas unidades de crecimiento para luego caer en dormancia (otoño e invierno), (Viveros y Hernández, 2007).

La especie *Paeonia lactiflora*, principal componente de los híbridos utilizados como flores de corte, tiene una amplia distribución, encontrándose su origen en áreas que se caracterizan por largos y fríos inviernos y estaciones de crecimiento relativamente cortas. Debido a lo cual, las peonías han desarrollado estrategias de sobrevivencia a las condiciones adversas lo que se refleja en su ciclo anual que es similar al de otras plantas nativas de dichos climas, (Kleijn, Treier y Müller-Schärer, 2005).

Este mecanismo de sobrevivencia se inicia con los primeros fríos otoñales que inducen la producción de ácido abscísico provocando la senescencia y caída de las hojas y la entrada en dormancia o letargo fisiológico de las yemas, las cuales no saldrán del reposo mientras su sistema bioquímico no haya acumulado un número suficiente de horas de frío que indique que el invierno ya ha pasado, (Santibáñez y Uribe, 2001).

Por lo tanto, la peonía es una planta caducifolia, es decir, pierde sus hojas en el otoño y sobrevive en el invierno en dormición como una gran masa de raíces y se requieren períodos significativos de bajas temperaturas, aún cuando no necesariamente bajo 0 °C, para satisfacer sus requisitos de frío y quebrar o romper el estado de dormancia de las yemas en primavera, (Byrne y Halevy, 1986; Allemand, 2001; Fulton, Hall y Catley, 2001, Kamenetsky et al., 2003, Kamenetsky, 2006).

Walton, McLaren y Bolding (2007) en Nueva Zelanda y Barzilay et al. (2002) en Israel, indican que a partir del quiebre de la dormición y después de la brotación, las plantas de la variedad Sarah Bernhardt exhiben un rápido crecimiento de los tallos, los cuales se elongan alcanzando su altura total de 93 cm, aproximadamente a los 50 días desde la emergencia.

En la Figura 2.1, se presenta el ciclo anual de la morfogénesis de los tallos florales de las peonías (cv. Sarah Bernhardt) en condiciones de campo en la zona de Galilea Oeste (Israel), con un clima que se caracteriza por inviernos relativamente fríos con una temperatura promedio de los meses correspondientes a junio y julio en el hemisferio sur de 11 a 13 °C. La precipitación es de alrededor de 650 mm, con veranos secos y calurosos, y temperaturas promedio de los meses correspondientes a enero y febrero 26 y 27 °C y primaveras cortas y calurosas, en las cuales, las temperaturas del aire aumentan rápidamente.

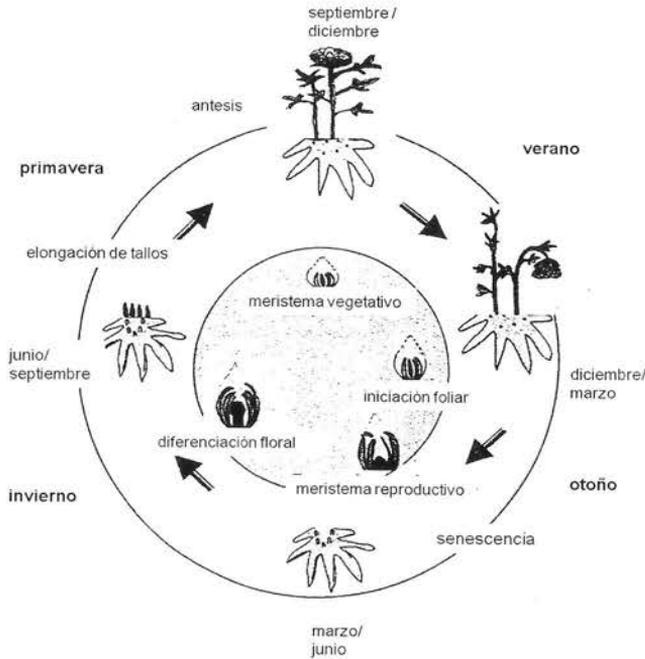


Figura 2.1. Ciclo anual de desarrollo de las peonías cv. Sarah Bernhardt en condiciones de campo, (meses y épocas correspondientes al hemisferio sur), (Adaptado de Barzilay et al., 2002 y Kamenetsky, 2006).

En esta variedad (Sarah Bernhardt), a los 20 días desde la emergencia, se inicia la aparición del botón floral que crece exponencialmente hasta la apertura de las flores alrededor de los 60 días. Una vez que los botones están maduros empiezan a “aflojarse” y a los 8 días las flores están completamente abiertas. Ya a los 9 días empiezan a perder pétalos y a los 18 días prácticamente los han perdido todos, (Walton, McLaren y Bolding, 2007).

En las peonías, al ser plantas de hoja caduca la nutrición orgánica e inorgánica requerida para el crecimiento inicial y rápido de los brotes en la primavera, solo puede ser suministrada por las reservas nutricionales acumuladas en la corona y raíces tuberosas. Sólo a medida que las hojas se desarrollan va aumentando su contribución al crecimiento de las plantas a partir del proceso de fotosíntesis.

Los resultados de Walton, McLaren y Bolding (2007), permiten concluir que el crecimiento inicial de los brotes, entre 20 y 30 días, está sustentado fundamentalmente por las reservas nutricionales de la corona y las raíces tuberosas. Posteriormente, la nutrición de las plantas depende del proceso fotosintético y de la translocación de componentes orgánicos e inorgánicos desde las hojas hasta los puntos de crecimiento.

Después de la floración, los tallos anuales permanecen con sus hojas verdes hasta el otoño, época en que entran en proceso de senescencia hasta perder todo el follaje. Alrededor de la senescencia de un 50% de las hojas se inicia la etapa de dormición o dormancia durante un período de 3 a 4 meses, (Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

En Chile, en las condiciones de las plantaciones de la zona central, las yemas emergen a principios de primavera (agosto/septiembre), las hojas se desarrollan en 10 a 20 días y los tallos elongan rápidamente alcanzando una altura de 50 a 70 cm en 60 a 70 días. La floración hasta la antesis, comienza a fines de octubre en las regiones VI y VII y continúa hasta fines de noviembre en las regiones IX y X, diciembre en la XI Región y enero en la XII Región, (Sáez, 2002).

### **Morfogénesis de los tallos florales**

La morfogénesis se puede definir como el conjunto de los procesos relativos a la diferenciación y desarrollo de los tejidos y órganos vegetales. A su vez, la diferenciación es el proceso o transformación de las células meristemáticas en un conjunto de tejidos u órganos, con estructuras y funciones especializadas, (Barceló et al., 2001). La planta adulta es el resultado último de la morfogénesis, ya que es la suma de los tejidos y órganos producto de la diferenciación celular, dando lugar a la forma final de raíces, tallos, hojas y flores.

Aoki (1991), utilizando una variedad silvestre de *Paeonia lactiflora* y el cultivar Sarah Bernhardt, estudió el crecimiento y diferenciación de las yemas florales bajo las condiciones climáticas de Kamhonjocho donde se ubica la Estación Experimental de la Universidad de Shimane (Matsue, Japón). Los resultados obtenidos, indican que a partir de la diferenciación de las brácteas temprano en otoño, las yemas pasan de vegetativas a generativas, mientras que el diámetro y altura de las yemas y número de hojas se incrementó desde inicios del verano hasta fines de otoño, antes de entrar en dormición, (Cuadro 2.1).

En el Cuadro 2.1, se puede observar que en la *Peonia lactiflora* silvestre, los sépalos y pétalos fueron diferenciados en el primer tercio de otoño (8 y 18 de abril, respectivamente), la diferenciación de estambres fue observada en el segundo tercio de otoño (17 de mayo) y los carpelos (pistilos) a fines de otoño (7 de junio). Aoki (1991), también encontró que en el cultivar Sarah Bernhardt, la diferenciación de los pétalos empezó los

primeros 10 días de abril, igual a lo informado por Barzilay et al. (2002), es decir a mediados de otoño.

Cuadro 2.1. Crecimiento y desarrollo de las yemas florales de *Paeonia lactiflora* silvestre, (Aoki, 1991).

Muestreos			Yemas			Yemas florales		Botones			Diferenciación yemas florales					
fecha	H.N.	H.S.	diám (mm)	altura (mm)	hjs (nº)	diám (mm)	altura (mm)	diám (mm)	largo (mm)	spl (nº)	ptl (nº)	hjs	spl	ptl	stm	cpl
20/06	jun	dic	2.4	2.1	3.7	-	-	-	-	-	-	*****				
30/06			4.1	2.9	4.2	-	-	-	-	-	-	*****				
10/07	jul	ene	5.9	6.1	5.6	-	-	-	-	-	-	*****				
20/07			6.2	7.5	6.7	-	-	-	-	-	-	*****				
30/07			6.5	7.6	7.0	-	-	-	-	-	-	*****				
09/08	ago	feb	7.2	7.2	7.2	-	-	-	-	-	-	*****				
19/08			8.5	9.2	6.7	-	-	-	-	-	-	*****				
29/08			7.9	10.3	6.9	-	-	-	-	-	-	*****				
08/09	sep	mar	8.2	12.1	7.2	-	-	-	-	-	-	*****				
18/09			8.2	12.1	7.7	-	-	-	-	-	-	*****				
28/09			8.3	15.5	7.6	-	-	-	-	-	-	*****				
08/10	oct.	abr	8.7	15.3	8.7	1.0	0.9	-	-	2.1	-	***	***			
18/10			9.4	15.2	9.3	2.0	2.0	0.5	0.5	5.0	0.5	*	**	***		
28/10			9.3	15.2	9.2	2.5	3.3	0.9	1.1	5.0	3.2			*****		
07/11	nov	may	9.7	20.9	8.8	3.2	5.0	1.2	1.4	5.0	8.2			*****		
17/11			10.5	20.8	9.0	3.5	5.8	1.7	2.4	5.0	12.3			*****	*	
27/11			10.9	22.0	9.0	3.3	6.2	1.8	2.5	5.0	13.8			****	*	*
07/12	dic	jun	9.9	21.6	9.3	3.6	6.9	2.1	3.2	5.0	14.0			***	*	**
17/12			10.6	21.2	9.0	3.7	7.2	2.0	3.4	5.0	14.2				***	***

hjs: hojas, spl: sépalos, ptl: pétalos, stm: estambres, cpl: carpelos.

Barzilay et al. (2002), estudiaron la morfogénesis de los tallos florales de la variedad Sarah Bernhardt, en las condiciones climáticas de Israel, con inviernos relativamente fríos con promedios de 11 a 13 °C en los meses equivalentes a junio y julio en el hemisferio sur y veranos secos y calurosos con temperaturas medias entre 26 y 27° C. En la Figura 2.2, se presenta la dinámica de crecimiento de las yemas desde su formación después de la floración hasta antes de emerger en la superficie del suelo, una vez que las temperaturas han empezado a elevarse en primavera.

En verano después de la floración, el tamaño promedio de las nuevas yemas ubicadas sobre la corona subterránea, fue de 5.2 mm en altura y 4.1 mm en diámetro. El desarrollo del tallo monocárpico empieza con la formación de los primordios foliares después que la floración ha finalizado en diciembre, (Aoki, 1991; Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

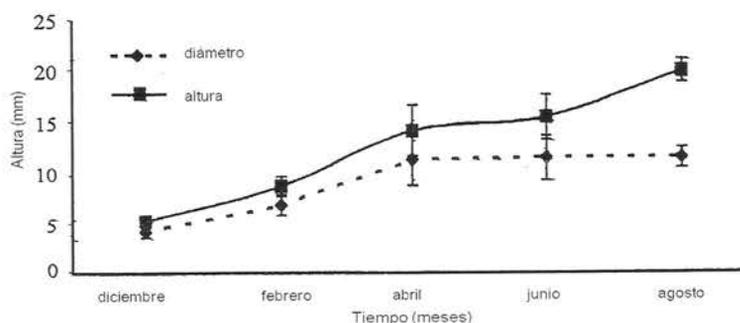


Figura 2.2. Dinámica de crecimiento de las nuevas yemas de peonía cv. Sarah Bernhardt cultivada en condiciones de campo en las condiciones climáticas de Israel, (meses correspondientes al hemisferio sur, (Adaptado de Barzilay et al., 2002).

Como se observa en la Figura 2.1, en esta fecha, la parte central del meristema apical se presenta plano y cerca de la mitad de las nuevas yemas habían iniciado los primordios foliares. Temprano en otoño, los primordios foliares se habían formado en todas las yemas nuevas muestreadas, las cuales alcanzaban promedios de 8.6 mm en altura y 6.8 mm en diámetro, como se observa en la Figura 2.2 (Barzilay et al., 2002).

Después de la iniciación de los primordios foliares, el meristema apical produce cuatro brácteas (inicios de otoño), las cuales aparecen simétricamente en la periferia del meristema. Esta iniciación de las brácteas revela el final del estado vegetativo, (Aoki, 1991; Barzilay et al., 2002)

A principios de otoño, solo el 17% de las yemas estudiadas por Barzilay et al. (2002), presentaban el estado reproductivo. Este proceso fue acompañado por cambios visibles, ya que la parte central del meristema apical que se presentaba plano, presenta ahora forma de domo (Figura 2.1), pero todavía los meristemas generativos permanecen indiferenciados y presentan 0.2 mm de diámetro a mediados de otoño. En esta condición, el primordio foliar tenía un promedio de 3.6 mm de longitud y comprendía la totalidad de las yemas examinadas, (Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

Avanzado el otoño, después de la senescencia de los tallos, los meristemas apicales han crecido a 0.3 mm y empiezan a diferenciarse en sépalos, pétalos y petaloides y las yemas presentan una altura de 14.1 mm y un diámetro de 11.2 mm. Al igual que Aoki (1991), Barzilay et al. (2002), observaron que a fines del otoño, la diferenciación floral abarcaba prácticamente el 100% de las yemas en estudio. La diferenciación de las partes florales, sépalos, pétalos y petaloides, empieza en la periferia del

meristema reproductivo (generativo) y progresa centripétamente hasta su finalización a fines de otoño. En este estado, la altura y el diámetro de las yemas es de 15.4 mm y 11.4 mm, respectivamente, (Figura 2.2, Figura 2.3).

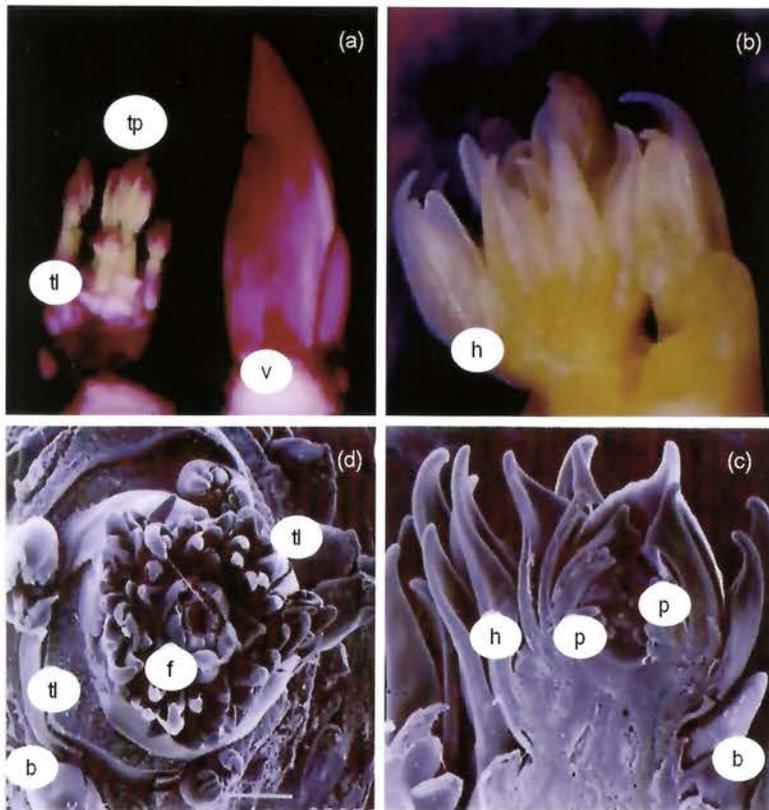


Figura 2.3. a: a la emergencia (fines de invierno a inicios de primavera) la nueva yema está protegida por una vaina coriácea (v) que contiene un tallo principal (tp) y 3 o 4 tallos laterales (tl), b: primordios foliares (h) en las yemas formadas después de la floración, c: primordio floral, ya se encuentran presentes las brácteas (b) y los pétalos (p), d: flor completamente diferenciada (f), (Adaptado de Byrne y Halevy, 1986; Barzilay et al., 2002 y Kamenetsky, 2006).

En adición al tallo principal, cada una de las yemas contiene 3 a 6 tallos axilares o laterales y la diferenciación de las partes de la flor en botón central y botones axilares de mayor tamaño ocurre al mismo tiempo. Los botones axilares pequeños, usualmente permanecen en estado vegetativo.

Así, antes de entrar en dormancia en cada nueva yema se encuentra un tallo monocárpico totalmente diferenciado y levemente desarrollado. A la salida del invierno, justo antes de la emergencia, la altura de las nuevas yemas es de 19.9 mm y su diámetro de 11.4 mm y cada una de ellas contiene

un tallo central de 5 mm de alto y tallos axilares de una altura de 2 a 4 mm, (Figura 2.2, Figura 2.3).

## **Dormancia**

Las especies vegetales perennes de hoja caduca se han adaptado naturalmente a lugares con estaciones climáticas marcadas, con primaveras y veranos con temperaturas adecuadas al crecimiento vegetal pero con otoños e inviernos con temperaturas bajas, que no lo permiten. Como una forma de protección, en el otoño cuando las temperaturas disminuyen, las plantas entran en una etapa de dormancia o dormición, que se ha definido como una suspensión temporal del crecimiento visible de cualquier parte de la planta que presente un meristema, (Kamenetsky et al., 2003; Kamenetsky, 2006; Gil, 2009).

La mayoría de especies perennes de las zonas templadas presentan dormancia de las yemas, que en el caso de las peonías se empieza a manifestar una vez que un 50% de las hojas del cultivo se encuentran senescentes, (Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007). En estas especies, la dormancia de las yemas está asociada a la sobrevivencia de los ápices vegetativos durante los meses de invierno, permitiendo que las yemas florales que finalizan su diferenciación a fines de otoño, puedan estar protegidas hasta la siguiente primavera, (Kleijn, Treier y Müller-Schärer, 2005).

En el estado de dormancia desaparece por un tiempo determinado, la actividad mitótica y con esto desaparece la capacidad endógena de una yema para iniciar el crecimiento antes de que existan las condiciones adecuadas para ello. El principal valor adaptativo de la dormancia es impedir a las plantas brotar anticipadamente en otoño o luego de un período ocasional de calor en medio del invierno, de no ser así, los brotes y las plantas que estarían recién emergidas, quedarían accidentalmente expuestas al rigor de las temperaturas invernales (Santibáñez y Uribe, 2001), que en algunas zonas productoras de peonías pueden llegar bajo los  $-25^{\circ}$  C.

Las yemas, que a la antesis ya están formadas, van entrando en dormancia progresivamente, al inicio en forma suave o reversible y aún puede haber brotación en condiciones ambientales estimulantes, como un otoño cálido. Esta etapa se ha denominado dormición preliminar, quietud o quiescencia y su fin se caracteriza por un aumento progresivo de la intensidad de la dormancia, la que se hace cada vez más profunda hasta llegar a su condición máxima, denominada dormancia intensa, receso o letargo profundo, (Gil, 2009). La fase final de la dormancia comúnmente es llamada quiescencia de pos-dormancia y al igual que al inicio, es controlada por el ambiente.

Bajo condiciones naturales, el quiebre de la dormancia en especies de clima templado requiere de la exposición a bajas temperaturas por un tiempo mínimo, para luego continuar con una fase de crecimiento activo, (Viveros y Hernández, 2007; Gil, 2009). En general, para la mayoría de las especies perennes las temperaturas más efectivas para vencer la dormancia están entre 0 y 7 °C y la duración del período puede variar entre 260 y 1.000 horas-frío. Una vez completado el registro de frío por parte de las yemas, el reloj interno indica que el invierno ha pasado, quedando fisiológicamente aptas para brotar en cuanto las temperaturas primaverales se alcen por sobre el umbral de crecimiento de la especie.

Cuando los inviernos son suficientemente fríos, antes de su fin las yemas ya están vernalizadas o preparadas para florecer, quedando a la espera de los primeros calores primaverales para salir del estado de dormancia, (Allemand, 2001). Es decir, aunque el período de frío haya sido suficiente para vencer el estado de dormición, las yemas no reanudan el crecimiento inmediatamente, sino que permanecen en un estado de pos-dormancia hasta que la temperatura se eleva y existen las condiciones que favorecen el crecimiento y desarrollo de los nuevos brotes.

Así, la variedad Shirley Temple tiene el mismo requisito de horas-frío cultivada en Rancagua y en Punta Arenas. Sin embargo, en Rancagua las peonías cumplen con el requisito de frío con las bajas temperaturas que imperan en la zona central entre mayo y julio, quiebran la dormancia (agosto/septiembre), emergen y completan su desarrollo rápidamente debido al aumento de las temperaturas desde finales de invierno e inicios de la primavera. En cambio, en Punta Arenas a pesar de cumplir con las horas de frío, prácticamente en junio, las plantas no emergen hasta que las condiciones ambientales son las adecuadas, normalmente desde mediados de septiembre, (Sáez, 2002).

En el caso de que las temperaturas de invierno no sean lo suficientemente bajas y no se lleguen a completar las horas de frío requeridas, se producirá igualmente la brotación y la floración pero bajo condiciones forzadas por la elevación de las temperaturas en primavera, provocándose un estrés fisiológico que repercutirá en el desarrollo con muerte de yemas y brotes, aborto de botones y una floración irregular, anormalmente extendida, (Kamenetsky et al., 2003).

### **Requisitos de frío para romper la dormancia**

El número total de las horas-frío que son necesarias para salir de la dormancia está en el código genético de cada especie y variedad y mientras

este total no se haya completado, la planta no está preparada para recomenzar su actividad, (Kamenetsky, 2006).

Diversos autores (Santibáñez y Uribe, 2001; Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, 2006), han establecido que las temperaturas más efectivas para terminar con la dormición son inferiores a 7 °C y preferentemente, sobre 0 °C. Sobre esta base, Santibáñez y Uribe, (2001) han definido el requisito de frío como el número de horas de exposición de las yemas a temperaturas bajo 7 °C o entre 0 y 7 °C.

Sin embargo, se ha comprobado una efectividad relativa de los diversos valores de temperaturas en las plantas, lo que ha llevado a reemplazar en especies frutales las horas de frío (horas-frío), por unidades ponderadas de frío, (Erez et al., 1988). Los frutales perciben como frío a las temperaturas que están entre los 0 y 12 °C y si durante el período de acumulación de frío las temperaturas máximas se alcanzan por sobre los 18 °C, la cuenta se revierte descontándose parcialmente del valor acumulado hasta entonces, necesitándose más horas de frío para la compensación y luego para completar el total, (Erez et al., 1988; Santibáñez y Uribe, 2001, Gil, 2009).

El comportamiento del desarrollo de las peonías herbáceas es similar al de los árboles frutales: florecen en la primavera, inician la diferenciación en verano, entran en senescencia y luego en dormancia tarde en otoño, (Gil, 2009). Las peonías difieren de los frutales en que, la senescencia, la dormancia y la formación de flores, no dependen del fotoperíodo, (Halevy et al., 2002).

Erez et al. (1988), indican que la contribución de cada hora de frío es independiente de las temperaturas de los períodos antes o después y han desarrollado un modelo en que la dormancia tiene dos etapas, una intermedia y reversible y una etapa irreversible. El paso a la etapa irreversible ocurre solamente cuando existe una masa crítica de bajas temperaturas en la etapa reversible, o sea, cuando se ha acumulado un determinado número de horas de frío habiéndose descontado las horas de altas temperaturas que generan un efecto negativo. La temperatura máxima que es capaz de adicionar masa crítica a la etapa intermedia está entre 13 y 14 °C.

En peonías, los investigadores neocelandeses, Fulton, Hall y Catley (2001), desarrollaron un modelo para establecer las unidades ponderadas de frío a partir de lo señalado por Erez et al. (1988). Experimentalmente determinaron el efecto de las distintas exposiciones de horas-frío en plantas de distintas variedades, en la proporción de yemas brotadas, en el número promedio

de tallos y en el número de flores por planta. Con el modelo propuesto, se puede usar una unidad de frío para hacer comparaciones cuantitativas entre las distintas variedades y sus requerimientos de frío.

En primer lugar definieron una unidad de frío (uF) como el efecto de 1 hora a 1 °C y luego establecieron experimentalmente que el efecto relativo de 1 hora a 4 °C era de 0.831uF y que 1 hora a 7 °C era equivalente al efecto de 0.595 uF. Esta efectividad relativa es lineal entre 1 y 14 °C, (Figura 2.4).

Es decir, el modelo muestra una relación lineal entre las unidades ponderadas de frío y las horas-frío a que fueron sometidas las plantas de las variedades Coral Sunset (temprana), Monsieur Jules Elie (media estación) y Sarah Bernhardt (tardía), encontrando que si se continúa la recta, a 14 °C la unidad de frío es 0.

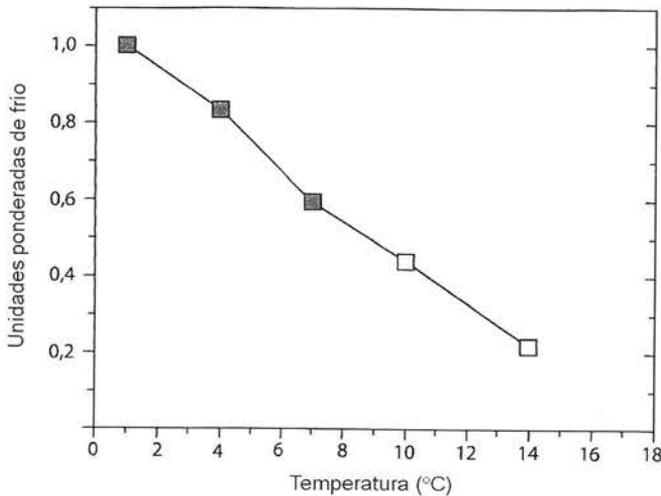


Figura 2.4. Curva estimada de respuesta al frío basada en el modelo propuesto por Erez et al. (1988). Las respuestas a 7 °C y bajo este valor (■), fueron calculadas a partir de los resultados obtenidos y luego complementados por las respuestas obtenidas por Byrne y Halevy (1986), en el número de tallos/planta a 10 y 14 °C (□), (Hall, Catley y Walton, 2007).

La relación lineal fue confirmada al considerar las respuestas obtenidas por Byrne y Halevy (1986), con la variedad Sarah Bernhardt a temperaturas de 10 y 14 °C, que en 6 semanas interpoladas en el modelo representan 0.44 y 0.22 uF, respectivamente. Así, se determinaron los requerimientos de frío de las variedades estudiadas para alcanzar el 95% de su potencial de brotación y de producción, (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Parámetros ajustados expresados en número de unidades de frío (uF) requeridas para desarrollar el 95% del potencial de las plantas de las variedades Coral Sunset (*Paeonia lactiflora* x *P.peregrina*) y Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt (*P.lactiflora*) para brotar y producir tallos y flores, (Fulton, Hall y Catley, 2001).

uF requeridas para desarrollar el 95 % de potencial*	Coral Sunset	M. Jules Elie	Sarah Bernhardt
brotación	983 aA	754 aB	597 aB
tallos/planta	1.122 aA	1.280 bA	858 bB
flores/planta	1.042 aA	1.378 bB	1.002 bA

\*1 hora a 1 °C = 1 unidad frío (uF\*), 1 hora a 4 °C = 0.831 uF, 1 hora a 7 °C = 0.595 uF. Diferentes letras mayúsculas en la misma hilera indican diferencias significativas (P < 0.05), diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (P < 0.05).

Mediante los resultados presentados en el Cuadro 2.2 y las unidades de frío establecidas por el modelo, se desarrollaron las curvas acumulativas para cada variable y cultivar, (Figura 2.5).

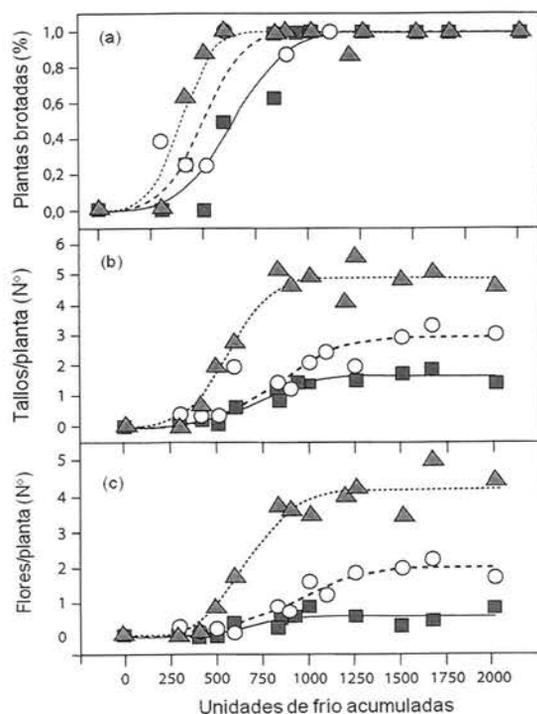


Figura 2.5. Efecto del total de unidades de frío (1 uF = 1 hora a 1°C), equivalentes al número de horas a 1 °C acumuladas, para las variedades Coral Sunset (■), Monsieur Jules Elie (○) y Sarah Bernhardt (▲). a: en la proporción de plantas brotadas, b: número de tallos/planta, c: número de flores/planta, (Fulton, Hall y Catley, 2001).

Los resultados obtenidos por Fulton, Hall y Catley (2001), sugieren que las variedades Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt necesitan un menor número de unidades de frío que la variedad Coral Sunset en la proporción de tallos brotados y que la variedad Sarah Bernhardt necesita un menor número de unidades de frío para alcanzar el 95% de su potencial de brotación. Esto puede interpretarse como una contradicción si se toma en cuenta que la variedad Coral Sunset es más temprana que las otras dos variedades, (Sáez, 2002). Sin embargo, aún cuando las diferencias de los requerimientos de frío entre variedades son evidentes, no son superiores a un 20% y el promedio se encuentra alrededor de 1.000 unidades ponderadas de frío.

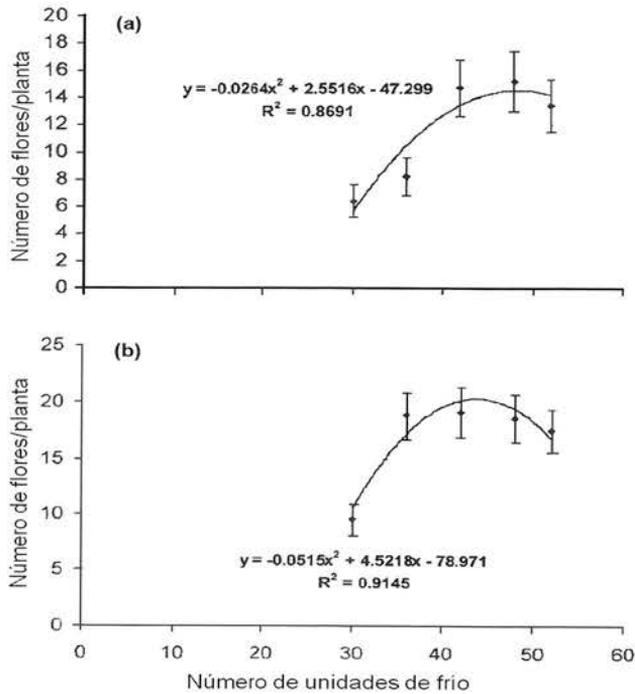


Figura 2.6. Número de flores por planta en las variedades Sarah Bernhardt (a) y Duchesse de Nemours (b), obtenido al cubrir el invernadero con plástico después de determinadas unidades de frío, (Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005).

Por otro lado, Halevy, Barzilay y Kamenetsky (2005), a partir del modelo desarrollado por Erez et al. (1988), definen como una unidad de frío a la exposición por 24 horas a 6 °C (horas-frío) y a partir de esta definición obtuvieron que la saturación de frío para la variedad Sarah Bernhardt fue alcanzada con 42 uF (1.008 horas-frío) y para el cultivar Duchesse de Nemours con 36 uF (884 horas-frío), lo que en la práctica significa alrededor de 1.000 horas a 6 °C o 40 uF, para la mayoría de los cultivares.

Valor que había sido propuesto por Halevy et al. (2002) y que concuerda con lo obtenido por Fulton, Hall y Catley (2001). Los resultados obtenidos por Halevy, Barzilay y Kamenetsky (2005), se presentan en la Figura 2.6.

## Floración

La floración es un proceso esencial para la sobrevivencia de la mayoría de las especies vegetales y se define como la conversión de un meristema apical desde su estado vegetativo a su estado reproductivo, a partir del cual, continúa su desarrollo hasta flor adulta o antesis. De Hertogh (2006), describe siete estados o etapas en el proceso de floración (Cuadro, 2.3).

Cuadro 2.3. Estados en el proceso de floración, (De Hertogh, 2006).

Estado	Descripción
Inducción	Incluye todos los procesos que permiten que el meristema apical pase desde su estado vegetativo a su estado reproductivo.
Translocación	Translocación de las sustancias inductoras de la floración desde las hojas al meristema apical.
Recepción	Recepción del estímulo para convertir el meristema vegetativo en reproductivo y empezar el proceso de iniciación.
Iniciación	El primer cambio morfológico visible del desarrollo floral con la parte central del meristema apical convertida en domo.
Organogénesis	Iniciación de los órganos florales (brácteas, pétalos, sépalos, estambres y carpelos).
Maduración	Período requerido por los órganos florales en alcanzar su madurez o antesis.
Antesis	Dispersión del polen de una flor madura, (flor completamente abierta).

El total del proceso de floración está regulado por dos grupos de factores principales: los factores genéticos y los factores ambientales, (De Hertogh, 2006). En el caso de las peonías, los factores genéticos más importantes son el cultivar y su origen y en el caso de los factores ambientales, es fundamental la temperatura, la humedad del suelo y la nutrición.

Byrne y Halevy (1986), Fulton, Hall y Catley (2001), Barzilay et al. (2002) y Kamenetsky et al. (2003), indican que en las peonías, el quiebre de la dormancia para el inicio de la brotación necesita de un período de bajas temperaturas. Sin embargo, para que se produzca la brotación y la elongación de los tallos florales, las yemas tienen que haber entrado al receso con cierto desarrollo para ser receptivas a las bajas temperaturas, lo que es un factor importante a considerar en el diseño de protocolos de forzado de la floración, (Le Nard y De Hertogh, 1993).

Las condiciones nutricionales que influyen en la floración están dadas por el balance carbono/nitrógeno. Altas relaciones C/N son favorables a la floración, mientras que bajas relaciones C/N favorecen el crecimiento vegetativo. A su vez, el incremento del estrés hídrico induce quiescencia, debido a que se reduce la actividad mitótica, el tamaño del domo apical y el número de primordios vegetativos de la yema, (Allemand, 2001).

Teniendo en cuenta que las giberelinas intervienen en el paso de crecimiento vegetativo a crecimiento reproductivo y con el objeto de adelantar la floración de las peonías, Halevy et al. (2002) señalan que la aplicación de  $GA_3$  directamente a las yemas en dormancia ubicadas sobre la corona puede complementar el período de frío para quebrar la dormición, promover la brotación y el desarrollo de los tallos. Sin embargo, el tratamiento aplicado de 250 ml de  $GA_3$  a una concentración de 100 ppm, solo es efectivo si se aplica después de la diferenciación floral, (Le Nard y De Hertogh, 1993).

### **Senescencia**

A finales del verano e inicios de otoño las temperaturas empiezan a decaer en forma paulatina y la planta, se va preparando para entrar en el período de dormancia a través del proceso de translocación de los nutrientes generados después de la cosecha hacia los centros de almacenamiento. Esta situación se traduce en que el follaje empieza a perder los tejidos fotosintéticos que le dan el color verde característico, para presentar los tonos rojizos, amarillos y pardos que indican que el período activo de las peonías está llegando a su fin. Este período finaliza con la caída de las hojas por la pérdida de actividad fotosintética y el aumento del ácido absícico, (Salisbury y Ross, 1994).

Con el objeto de alargar el período fotosintéticamente activo en las peonías, Erices y Verdugo (2003) proponen el uso de brasinoesteroides, compuestos de estructura esteroideal de origen vegetal que tienen un marcado efecto biológico en el crecimiento de las plantas. La experiencia señalada evaluó el efecto de la inmersión de coronas en una solución de 250 ppm de brasinoesteroides durante una hora antes de la plantación, sobre el número de yemas y peso de las coronas de las variedades, Dr. Alexander Fleming, Festiva Maxima, Inmaculee, Inspecteur Lavergne, Mother's Choice y Sara Bernhardt.

El período activo en la zona de Quillota (V Región), varió entre 13 y 19 semanas para las siete variedades utilizadas sin diferencias significativas entre los tratamientos con y sin brasinoesteroides. La aplicación de estos compuestos solo tuvo influencia en la variación del peso de la corona en la variedad Sarah Bernhardt, (Erices y Verdugo, 2003).

## **Efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de las peonías**

El rango de temperaturas que tiene incidencia en el crecimiento y desarrollo de las peonías es muy amplio. Las temperaturas bajas permiten el inicio y el quiebre de la dormición y las temperaturas de primavera y verano permiten el crecimiento tanto de los tallos y botones florales que serán cosechados, como el de las yemas para la producción de la siguiente temporada.

Por lo mismo, el efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de las plantas de peonías, se puede dividir en tres fases. La primera fase de crecimiento incluye desde el inicio del período de frío (otoño), hasta la emergencia de las yemas sobre la superficie del suelo y está ligada a los requisitos de frío para quebrar la dormancia y a las temperaturas adecuadas para la brotación. La segunda fase comprende el período entre la elongación de los tallos hasta la aparición del botón floral y finalmente, la tercera fase, se inicia con la aparición del botón floral hasta la apertura de la flor, (Hall, Catley y Walton, 2007).

La influencia de las condiciones en que se desarrolla la primera fase de crecimiento sobre las otras dos etapas, ha sido estudiada en condiciones que simulan el ciclo anual. Las plantas se someten a una temperatura de pre-forzado o una temperatura relativamente baja (horas-frío) para provocar la dormancia y luego, se evalúa el tiempo a esa temperatura, requerido para su quiebre. Luego, de la etapa de pre-forzado, las plantas son mantenidas a temperaturas necesarias para el desarrollo, en condiciones de invernaderos o cámaras de crecimiento, lo que se conoce como período de forzado, (Byrne y Halevy, 1986; Evans, Anderson y Wilkins, 1990; Fulton, Hall y Catley, 2001; Halevy et al., 2002; Kamenetsky et al., 2003; Kamenetsky, 2006).

### **Primera fase del crecimiento: brotación y emergencia de los tallos**

En las peonías herbáceas las yemas florales, que ya se encuentran presentes a la antesis, se diferencian en otoño cuando empieza la senescencia y luego, se siguen desarrollando hasta que la planta entra en receso a fines de otoño. Luego, a fines de invierno o principios de primavera, cuando las temperaturas empiezan a elevarse, el crecimiento activo se reanuda con los procesos de brotación y emergencia de los tallos, siempre que la planta haya acumulado un determinado período de bajas temperaturas.

Halevy et al. (2002), han señalado que la disipación o quiebre de la dormancia requiere exponer las plantas a un determinado período de frío

que puede ser alcanzado con temperaturas bajas pero sobre 0 °C y que el largo del período de frío requerido, de acuerdo a la temperatura, varía para las diferentes variedades, (Fulton, Hall y Catley, 2007).

Una vez que se ha acumulado suficiente frío y se quiebra la dormancia, empiezan la brotación y la emergencia, procesos en los cuales las yemas se desarrollan apareciendo sobre la superficie del suelo para luego transformarse paulatinamente en tallos florales durante las cálidas temperaturas de la primavera. Así, se puede determinar el número de horas-frío bajo cierta temperatura umbral que requiere una determinada variedad para disipar la dormición e iniciar la brotación y emergencia de sus tallos.

### Tiempo requerido para la brotación

En el Cuadro 2.4, Fulton, Hall y Catley (2001), presentan sus resultados con respecto a los tiempos del inicio de la brotación de las variedades Coral Sunset (temprana), Monsieur Jules Elie (media estación) y Sarah Bernhardt (tardía).

Cuadro 2.4. Efecto de la temperatura y duración de los tratamientos de pre-forzado en la proporción de plantas brotadas, tallos/planta y número de flores/planta de los cultivares Coral Sunset (*Paeonia lactiflora x Pperegriana*), Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt (*Paeonia lactiflora*), sometidos a 5 semanas de forzado a una temperatura constante de 18°C, (Fulton, Hall y Catley, 2001).

Duración (semanas)	Coral Sunset tratamiento de frío (°C)			Monsieur Jules Elie tratamiento de frío (°C)			Sarah Bernhardt tratamiento de frío (°C)		
	1	4	7	1	4	7	1	4	7
Proporción de plantas brotadas									
3	0.00.a*	0.25 ab	0.00 a	0.25 a	0.25 a	0.38 ab	0.88 b	0.63 b	0.00 a
6	1.00 c	0.63 bc	0.50 bc	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 b	1.00 b	1.00 b
9	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 b	1.00 b	1.00 b
12	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 c	1.00 b	1.00 b	0.88 b
Número de tallos/planta									
3	0.00 a	0.25 ab	0.00 a	0.25 a	0.25 a	0.38 a	2.00 ab	0.63 a	0.00 a
6	1.38 bc	0.88 abc	0.63 abc	2.13 ab	1.50 ab	2.00 ab	5.00 c	5.13 c	2.75 abc
9	1.75 c	1.50 bc	1.25 abc	3.00 b	2.00 ab	1.25 ab	4.88 bc	5.63 c	4.63 bc
12	1.50 bc	1.88 c	1.50 bc	3.13 b	3.38 b	2.50 b	4.63 bc	5.13 c	4.13 bc
Número de flores/planta									
3	0.00 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.25 ab	0.13 a	0.25 ab	0.88 ab	0.13 a	0.00 a
6	0.88 ns	0.25 ns	0.38 ns	1.63 abc	0.88 abc	0.13 a	3.50 bcd	3.75 cd	1.75 abc
9	0.38 ns	0.63 ns	0.50 ns	2.00 c	1.88 c	0.75 abc	3.50 bcd	4.25 cd	3.63 cd
12	0.88 ns	0.50 ns	0.63 ns	1.75 bc	2.25 c	1.25 abc	4.50 d	5.00 d	4.00 cd

\* Test de Tukey, diferencias significativas P<0.01.

A las tres semanas, en las plantas correspondientes al tratamiento de pre-forzado a 1 °C solo la variedad Coral Sunset no brotó, en cambio las variedades Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt brotaron en un 25 y 88% respectivamente. Con seis semanas de pre-forzado, las tres variedades presentaban un 100% de brotación después de ser sometidas a las condiciones de forzado o cinco semanas a una temperatura constante de 18 °C.

En el tratamiento de pre-forzado a 4 °C, a las tres semanas de forzado las variedades Coral Sunset y Monsieur Jules Elie presentaban una brotación de 25% y la variedad Sarah Bernhardt un 63%, alcanzando las tres variedades un 100% de brotación con nueve semanas de tratamiento de pre-forzado.

Finalmente, con tres semanas de pre-forzado a 7 °C, las variedades Coral Sunset y Sarah Bernhardt no brotaron y la variedad Monsieur Jules Elie brotó en un 38%, con seis semanas la variedad Coral Sunset presentaba una brotación del 50%, alcanzándose el 100% de brotación para las tres variedades con nueve semanas de tratamiento, (7 °C).

Si se toma como parámetro de comparación el 100% de brotación se tiene que las tres variedades lo obtienen con seis semanas a 1 °C, sin embargo, la variedad Coral Sunset necesita nueve semanas a 4 y 7 °C y las otras dos variedades necesitan seis semanas a esas temperaturas. Estos resultados, nuevamente, sugieren que las variedades Monsieur Jules Elie (media estación) y Sarah Bernhardt (tardía), tienen un menor requerimiento de frío que la variedad más temprana (Coral Sunset).

Evans, Anderson y Wilkins (1990), estudiaron el efecto de una temperatura de pre-forzado de 5.5 °C por períodos superiores a seis semanas en el tiempo requerido para la emergencia de los brotes (días), tiempo a color de botones (días), antesis (días) y altura (cm), en condiciones de forzado a 18 °C y sus resultados se presentan en el Cuadro 2.5.

Cuadro 2.5. Efecto de la duración (semanas) del tratamiento de frío o pre-forzado a 5.5 °C en la emergencia y floración de *Paeonia lactiflora* cv. Scarlet O'Hara sometida a forzado en invernadero a 18 °C, (Evans, Anderson y Wilkins, 1990).

Etapa	Número de semanas de tratamiento de frío (5.5 °C)					r <sup>2</sup>
	6	8	10	14	20	
días a la emergencia	37.0	27.4	23.5	18.9	-*	0.85
días a color de botones	67.5	54.5	47.5	26.7	-*	0.89
días a la antesis	72.4	58.7	51.9	29.4	-*	0.82
altura (cm)	26.7	22.7	32.6	27.8	33.1	0.09

\* botones principales abortados antes de mostrar color.

Los resultados obtenidos por Evans, Anderson y Wilkins (1990), indican que con un incremento de la duración del período a 5.5 °C (pre-forzado) desde seis a veinte semanas, la variedad Scarlet O'Hara presentó un significativo adelanto en el tiempo de brotación, días a color de botones y días a la antesis, alcanzando la emergencia en 37 días con seis semanas de pre-forzado y un 50% de adelanto con catorce semanas (18.9 días). Por otro lado, no se presentaron diferencias en la altura de las plantas en los tratamientos entre seis y veinte semanas a esa temperatura de tratamiento de frío.

A su vez, el tiempo promedio de brotación (días) obtenido por Fulton, Hall y Catley (2001), en las variedades Coral Sunset, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt, después del tratamiento de pre-forzado (semanas) se presenta en Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Tiempo promedio de brotación (días) en los cultivares Coral Sunset (*Paeonia lactiflora x P.peregrina*), Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt (*Paeonia lactiflora*) después de la aplicación del tratamiento de frío o de pre-forzado (semanas), (Fulton, Hall y Catley, 2001).

Duración (semanas)	Coral Sunset tratamiento de frío (C°)			Monsieur Jules Elie tratamiento de frío (C°)			Sarah Bernhardt tratamiento de frío (C°)		
	1	4	7	1	4	7	1	4	7
3	a	a	a	a	a	a	35	87	a
6	23	35	35	9	17	38	15	18	38
9	7	14	b	2	9	10	10	10	11
12	3	2	c	0	2	d	5	3	9

a: la proporción de plantas brotadas no alcanza el 50%, b: 50% de las plantas brotadas 4 días antes de ser removidas de las condiciones de frío, c: 50% de las plantas brotadas 18 días antes de ser removidas de las condiciones de frío, d: 50% de las plantas brotadas 7 días antes de ser removidas de las condiciones de frío.

Con un período de tres semanas de pre-forzado, las plantas de las variedades Coral Sunset y Monsieur Jules Elie no brotaron a ninguna de las temperaturas a que fueron sometidas (1, 4 y 7 °C). Por otra parte, un 35% de la variedad Sarah Bernhardt, brotó a 1 °C y un 87% brotó a 4 °C, pero no hubo brotación en el tratamiento a 7 °C.

Con un período de pre-forzado de seis semanas, el tiempo promedio de brotación de la variedad Coral Sunset (más temprana), fue ligeramente superior a 1 y 4 °C, ya que a 7 °C las tres variedades estudiadas presentaron un comportamiento similar. Este resultado estaría, nuevamente, indicando que la variedad más temprana tiene mayores requerimientos de frío que la variedad

Sarah Bernhardt, que es una de las variedades más tardías. Una duración del período de pre-forzado mayor a seis semanas no provoca diferencias significativas entre los distintos tratamientos, ya que las plantas de las tres variedades (Coral Sunset, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt), han alcanzado sus requerimientos de frío para romper la dormancia y empezar a brotar.

### **Plantas brotadas, número y altura de tallos**

Byrne y Halevy (1986), muestran el efecto de distintas duraciones del pre-forzado a una temperatura de 5.6 °C en las características promedio de los tallos florales de las variedades Sarah Bernhardt y Festiva Maxima después de ser forzadas en invernadero a una temperatura máxima entre 21 y 26 °C (23.5 °C promedio) en el día y a una temperatura mínima de 17 °C en la noche, (Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7. Influencia de la duración del tratamiento de pre-forzado (tratamiento de frío) a 5.6 °C en el crecimiento y desarrollo de las peonías herbáceas (Sarah Bernhardt y Festiva Maxima) en condiciones de forzado en invernadero a temperaturas día/noche de 23.5/17 °C, (Byrne y Halevy, 1986).

Frío (semanas)	Total tallos/ planta	Tallos con botones visibles				Tiempo forzado (días)	Flores cosechables (%)
		Número tallos > 10 cm	Número por planta	Largo tallo (cm)	Hojas por tallo		
0	0.6*	0.0**	0.0***	-	-	-	0
2	1.2	0.0	0.0	-	-	-	0
4	8.4	6.8	4.6	31.5	8.6	67.2	100.0
6	11.0	7.2	4.8	42.6	9.1	66.8	45.5
8	13.4	9.8	7.8	37.6	9.5	68.9	53.3
D.E.	1.43	1.34	1.28	5.67	0.83		

\*  $r = 0.8478$  ( $P < 0.05$ ), \*\*  $r = 0.7852$  ( $P > 0.05$ ), \*\*\*  $r = 0.7286$  ( $P > 0.05$ )

El tratamiento de ocho semanas de pre-forzado a 5.6 °C de temperatura presentó el mayor número total de tallos por planta, el mayor número de tallos mayores de 10 cm, mayor número de botones visibles y el mayor número de hojas por tallo, sin embargo, el largo de varas fue superior en el tratamiento con seis semanas de pre-forzado. Los resultados obtenidos en el porcentaje de flores cosechables en los tratamientos de seis y ocho semanas no presentan diferencias significativas y solo en el tratamiento con cuatro semanas a 5.6 °C se obtuvo el 100 % de varas cosechables.

Con esto, los resultados obtenidos por Byrne y Halevy (1986), indicarían que en promedio las peonías de las variedades Sarah Bernhardt y Festiva Maxima, estarían satisfaciendo sus requisitos de horas-frío con

un período de 30 días a una temperatura de 5.6 °C, lo que vendría a ser equivalente a 30 uF o 720 horas-frío.

Byrne y Halevy (1986), con un tratamiento de seis semanas, estudiaron el efecto temperaturas de pre-forzado de 1, 5.6, 10 y 14 °C, en el número y altura de los tallos de plantas adultas, obtenidas en invernadero en condiciones de forzado a temperaturas día/noche de 23.5/17 °C. Estos resultados se muestran en el Cuadro 2.8.

Cuadro 2.8. Influencia de la temperatura del tratamiento de pre-forzado (tratamiento de frío) a 1, 5.6, 10 y 14 °C por 6 semanas en el crecimiento y desarrollo de las peonías herbáceas (Sarah Bernhardt y Festiva Maxima) en condiciones de forzado en invernadero a temperaturas día/noche de 23.5/17 °C, (Byrne y Halevy, 1986).

Temperatura (°C)	Total tallos/planta	Número tallos > 10 cm	Tallos con botones visibles			Tiempo forzado (días)	Flores cosechables (%)
			Botones N°	Largo tallo (cm)	Hojas por tallo N°		
14	0.4*	0.0**	0.0***				0
10	3.8	3.4	2.4	37.5	8.1	58.7	100.0
5.6	11.0	7.4	4.8	42.6	9.1	66.8	45.5
1.0	17.0	9.4	4.4	37.9	9.6	70.3	42.1
D.E.	1.10	1.25	1.17	8.16	1.02		

\*  $r = 0.8956$  ( $P < 0.05$ ), \*\*  $r = 0.8101$  ( $P > 0.05$ ), \*\*\*  $r = 0.6164$  ( $P > 0.05$ )

En el Cuadro 2.8, se puede observar que a 14 °C no hubo brotación y que al disminuir la temperatura, fue aumentando el número de tallos/planta hasta 17 tallos a 1 °C. El efecto de la temperatura sobre el largo de los tallos no fue significativo, pero la dormancia pudo ser quebrada, incluso, sometiendo a las plantas a una temperatura de 10 °C por seis semanas.

Por otra parte, Kamenetsky et al. (2003), utilizaron distintas duraciones del período de frío o pre-forzado (50, 60 y 70 días), conjuntamente con diferentes temperaturas de frío (2, 6 y 10 °C), para determinar su efecto en el crecimiento de tallos y su altura final en condiciones de forzado a temperaturas día/noche de 23/15 °C. Las plantas de peonías Sarah Bernhardt, fueron puestas en macetas y se establecieron a 2, 6 o 10 °C por 50, 60 y 70 días o expuestas a temperaturas día/noche de 15/6 y 23/6 por 90 días o 19/6 °C por 95 días, evaluándose la emergencia de las yemas y la elongación de los tallos.

Los resultados obtenidos por Kamenetsky et al. (2003), se presentan en la Figura, 2.7:

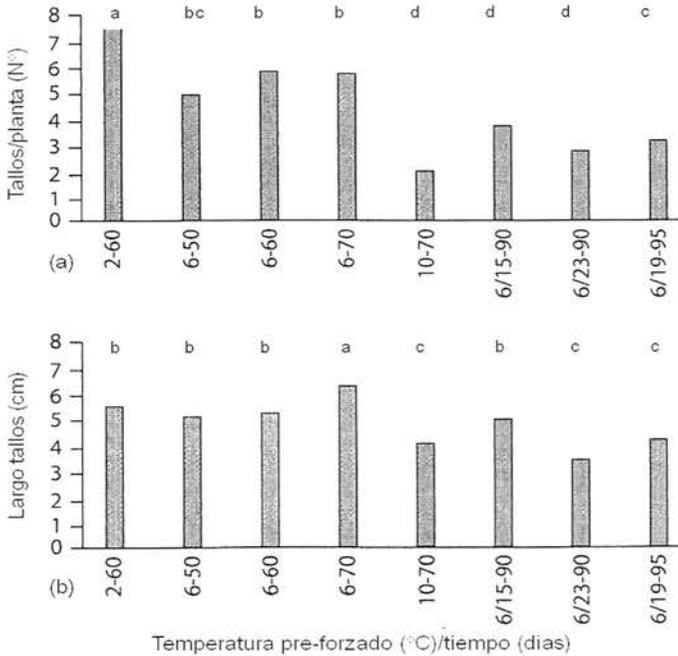


Figura 2.7. Efecto de las condiciones de frío (pre-forzado) en peonías variedad Sarah Bernhard, a: en la emergencia de las yemas y b: elongación de los tallos, después de ser sometidas a una temperatura de forzado de 23/15 °C. Medias con diferentes letras son significativamente diferentes a  $P \leq 0.05$ , (Kamenetsky et al., 2003).

Estos resultados muestran que 60 días a 2 °C es el tratamiento óptimo para obtener el mayor número de tallos emergidos y que en todos los tratamientos a 6 °C, el número de tallos emergidos es inferior. Sin embargo, las varas más largas se obtuvieron en el tratamiento de 70 días a 6 °C, lo que junto a los resultados obtenidos por Byrne y Halevy (1986), estaría indicando que el número de yemas está predeterminado por la temperatura del tratamiento de frío (pre-forzado), pero que el largo de los tallos está relacionada con el largo del período a una mayor temperatura.

Por otra parte, al igual que los resultados obtenidos por Byrne y Halevy (1986) y Evans, Anderson y Wilkins (1990), en la Figura 2.7, se observa que con una temperatura de 10 °C disminuye considerablemente el número y altura de los tallos emergidos, (Kamenetsky, et al., 2003).

Kamenetsky (2006), también ha señalado que a temperaturas muy bajas (0 °C), aunque emerge un mayor número de tallos se produce un gran número de abortos de los botones florales. En la Figura 2.8, se observa el efecto

del tratamiento de frío (pre-forzado) en dos tratamientos a 60 días, uno a 2 °C, con un desarrollo normal y buen número de tallos con botones terminales y el otro, a 0 °C, con un mayor número de tallos pero con la mayoría de los botones abortados. (Kamenetsky, et al., 2003; Kamenetsky, 2006).



Figura 2.8. a: crecimiento normal con un período de frío de 60 días a 2 °C, b: tratamiento de 60 días a 0 °C presenta un mayor número de tallos pero aborto de botones, (Kamenetsky, 2006).

En Magallanes, como una consecuencia normal de las heladas tardías que caen entre septiembre y enero, existe un gran número de botones entre 1 y 2 mm abortados independiente de la variedad. Saldivia y Sáez (1998), indican que este fenómeno puede alcanzar entre un 40 y un 60% de pérdida de flores comerciales. Este resultado se ve reflejado en el número de tallos al estado de hoja extendida comparado con el número de tallos florales a la cosecha, dificultando el pronóstico temprano de número de varas de exportación, (Sáez, 2002).

Además, al igual que los resultados obtenidos por Evans, Anderson y Wilkins (1990), los resultados obtenidos por Kamenetsky et al., (2003), reflejan que el largo de los tallos es mayor con un tratamiento de 70 días a 6 °C, (Figura 2.7). Halevy, Barzilay y Kamenetsky (2003), indican que duraciones de 50, 60 y 70 días de tratamiento de frío a 6 °C son equivalentes a 50, 60 y 70 unidades de frío (uF), lo que es igual a 1.200, 1.440, y 1.680 horas de frío, respectivamente.

Fulton, Hall y Catley (2001), compararon junto con el efecto en el tiempo promedio de brotación el efecto del pre-forzado, con distintos períodos de frío (3, 6, 9 y 12 semanas) y con diferentes temperaturas de frío

(1, 4 y 7 °C), en el número de tallos por planta y en el número de flores por planta, en plantas adultas de las variedades Coral Sunset, (temprana), Monsieur Jules Elie (media estación) y Sarah Bernhardt (tardía), sometidas a forzado por cinco semanas a una temperatura constante de 18 °C. Sus resultados se presentaron en el Cuadro 2.4.

En todos los cultivares, el número promedio de tallos emergidos/planta fue significativamente mayor después de nueve semanas de preforzado, aún cuando las diferencias en el número de tallos finales no fueron significativas después de seis semanas para todos los tratamientos en los tres cultivares.

El promedio de flores/planta sigue un patrón similar al del número de tallos, excepto para la variedad Coral Sunset, en que las diferencias no fueron significativas para cualquier tratamiento debido al bajo número de flores. Tanto para Monsieur Jules Elie como para Sarah Bernhardt no hay diferencias significativas entre el número de flores/planta en todos los tratamientos más allá de 6 semanas a 1 o 4 °C y después de 9 semanas a 7 °C, (Fulton, Hall y Catley, 2001).

### **Horas-frío mensuales**

El método más directo de cálculo es la lectura directa desde las bandas del higrotermógrafo. Para esto, se marca la línea correspondiente a la temperatura umbral 6 °C y se cuenta el número de horas en que la temperatura permanece diariamente bajo el umbral elegido, obteniéndose las horas de frío ponderadas definidas por Halevy, Barzilay y Kamenetsky (2005). Las horas-frío se pueden acumular para todo el año o para determinados períodos del ciclo anual de las plantas.

Existen otros métodos para calcular las horas frío a partir de las temperaturas medias de un mes en particular. Por ejemplo, Novoa et al. (1989), utilizan una regresión múltiple basada en las temperaturas medias mínimas y máximas mensuales con coeficientes de datos obtenidos en las estaciones meteorológicas con que cuenta el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través del país, (Cuadro 2.9).

En el Cuadro 2.9 se presentan las horas frío mensuales de las distintas regiones del país considerando los datos proporcionados principalmente por las estaciones meteorológicas del INIA, (Novoa et al., 1989).

Cuadro 2.9. Horas-frío mensuales y anuales en las diferentes regiones del país, base 5 °C, (Novoa et al., 1989).

Mensual	Regiones							
	V Quillota	R.M. Santiago	VI Rengo	VII Talca	IX Temuco	X Osorno	XI Pto.Aysén	XII Pta.Arenas
enero	0	1	0	0	65	62	67	120
febrero	0	3	0	5	85	28	67	137
marzo	0	22	25	36	131	62	210	217
abril	33	82	99	125	199	150	304	342
mayo	40	133	140	151	197	217	501	525
junio	99	264	251	187	287	330	670	750
julio	113	241	240	259	343	310	671	744
agosto	108	217	222	254	313	279	643	663
septiembre	66	156	117	197	299	240	501	474
octubre	36	55	60	130	207	186	297	294
noviembre	9	23	23	54	126	120	222	226
diciembre	0	8	8	10	94	31	119	158
anual	504	1.205	1.185	1.408	2.346	2.015	4.271	4.650

Si se consideran los meses de junio y julio, las horas-frío entre la Región Metropolitana y la VII Región son similares, sin embargo, el frío de los meses junio y julio se extiende entre mayo y agosto en las Regiones IX y X y en las Regiones XI y XII se triplican en relación a las regiones del centro sur del país. Por otra parte, las horas frío de la V Región son la mitad de las horas de frío encontradas entre la Región Metropolitana y la VII Región.

Tomando en consideración la zona productora de peonías en el país y los requisitos de frío establecidos por Fulton, Hall y Catley (2001), Kamenestsky et al. (2003) y Halevy, Barzilay y Kamenestsky (2003), para distintas variedades de peonías, a pesar del distinto sistema de cálculo, el número de horas-frío bajo el umbral de 7 °C necesarias para el desarrollo de los tallos florales hasta su producción de flores de corte, se encuentra alrededor de las 1.000 horas.

Aún cuando existen limitaciones generadas por el distinto método de obtención, los resultados presentados por Erices y Verdugo (2003), indican que la V Región no satisface los requerimientos de frío de las peonías. Por otro lado, la zona central se encuentra en el límite y el resto de las regiones del país satisfacen ampliamente los requerimientos de frío de las distintas variedades.

## Segunda y tercera fase del crecimiento: elongación de tallos y floración

El efecto de la temperatura de crecimiento desde la emergencia de los tallos a la aparición del botón floral (fase 2) y desde la aparición del botón a la apertura de las flores (fase 3), una vez satisfechos los requerimientos de frío, es significativamente importante sobre la elongación de los tallos, su altura final y las características de la floración.

Kamenetsky et al. (2003), determinaron el efecto de temperaturas moderadamente bajas, moderadamente altas y altas en la dinámica de la elongación de los tallos y la floración, en la variedad Sarah Bernhardt. En la Figura 2.9, se presenta la dinámica de la elongación de los tallos de plantas de peonías creciendo a diferentes temperaturas en la temporada 2000/2001.

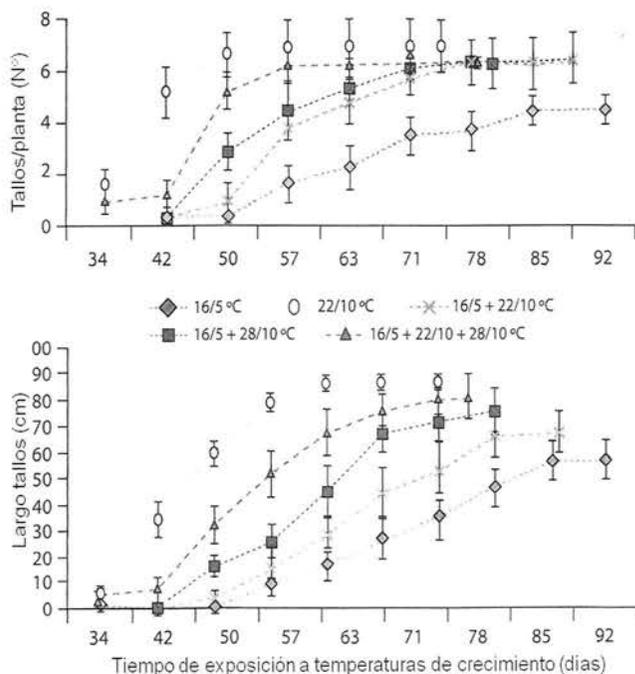


Figura 2.9. Dinámica de la emergencia de yemas de plantas de peonías creciendo a diferentes temperaturas en la temporada 2000/2001, (Kamenetsky et al., 2003).

Las plantas, en contenedores, fueron sometidas a 6 °C por 70 días y luego expuestas a distintas temperaturas de crecimiento (día/noche). En total se instalaron 5 tratamientos: plantas continuamente a 16/5 °C (16/5 °C), 50 días a 16/5 °C y luego transferidas a 22/10 °C (16/5 °C +

22/10 °C), 50 días a 16/5 °C y luego transferidas a 28/10 °C (16/5 °C + 28/10 °C), 40 días a 16/5 °C, luego transferidas a 22/10 °C por 10 días y luego transferidas a 28/10 °C a los 50 días, (16/5 °C + 22/10 °C + 28/10 °C) y plantas a 22/10 °C (22/10 °C), durante todo el período de forzado. El número de varas fue registrado semanalmente, el final de cada curva representa el tiempo de floración y cada punto corresponde a la media de seis plantas, (Kamenetsky et al., 2003).

A temperaturas moderadamente bajas (16/5 °C), la elongación de los tallos fue lenta, observándose los primeros a los 50 días (2.6 tallos) y el número total, fue de solo 4 tallos/planta. Los tallos alcanzaron 55 cm de altura después de 85 días de exposición a estas temperaturas. Sin embargo, la calidad de las flores fue mejor que las de plantas desarrolladas a temperaturas superiores, los tallos más gruesos y el color de las flores más intenso.

Aumentar las temperaturas día/noche de 16/5 °C a 22/10 °C o 28/10 °C, condujo a un significativo incremento en el número de tallos. Por ejemplo, la mantención de la temperatura a 22/10 °C permitió una rápida brotación de alrededor de 7 tallos/planta después de 50 días de crecimiento. El largo y el diámetro promedio de los tallos fue de 85 cm y 0.6 cm, respectivamente.

El efecto de las temperaturas moderadamente bajas, moderadamente altas y altas en los distintos parámetros considerados por Kamenetsky et al. (2003), para la variedad Sarah Bernhardt, se presenta en el Cuadro 2.10.

Cuadro 2.10. Efecto del aumento de la temperatura en el desarrollo floral de la variedad Sarah Bernhardt, la combinación de temperaturas simulan temperaturas día/noche en un primer período después del frío y luego, en los tratamientos 5, 6 y 7 en el período final de la floración, (Kamenetsky et al., 2003).

tratamiento (número)	temperatura día/noche (° C)	brotación a floración (días)	largo tallo floral (cm)	promedio flores/pta (N°)	floras a la antesis (%)	aborto tardío (%)	aborto temprano (%)
1	22/10	83.2 a	85.1 a	5.1 a	22.3a	3.9 b	53.8 c
2	22/16	58.3 dc	68.4 b	2.2 ab	18.8 bc	1.6 b	79.6 ab
3	28/10	62.5 c	88.1 a	2.3 ab	15.2 bc	4.3 b	80.5 ab
4	28/22	53.2 d	62.3 c	0.5 b	5.2 c	7.4 b	87.4 a
5	22/10-28/22	60.2 dc	75.1 abc	2.5 ab	23.5 abc	17.0 a	59.5 bc
6	28/10-22/10	69.0 b	78.5 ab	4.8 a	23.1 ba	0	66.9 abc
7	28/22-22/10	54.5 d	69.0 bc	2.4 ab	20.7 abc	0.6 bc	78.7 ab

La emergencia de los tallos fue más rápida a temperaturas día/noche de 28/22 °C y más lenta a temperaturas de 22/10 °C. Por otra parte, las temperaturas de crecimiento afectaron significativamente la fecha de

floración (antesis), que ocurrió después de 50 a 60 días a altas temperaturas y después de 83 días a una temperatura moderada.

A temperaturas de 22/10 °C, el máximo potencial de floración fue de 5 flores/planta. De esta forma, el 42% de los tallos logró alcanzar la antesis, mientras que el 53.8% abortó, en comparación, en el tratamiento de 28/10 °C solo el 15% alcanzó la antesis (2.3 flores/planta). Una alta temperatura nocturna también tiene un efecto negativo en la floración, así con 22/16 °C, solo un 18.8% de los tallos llegaron a la antesis. Con temperaturas sostenidas noche y día de 28/22 °C, la mayoría de los botones abortaron en el estado inicial de desarrollo de las flores, (Figura 2.10).



Figura 2.10. Efectos de altas temperaturas noche/día, a: aborto en estados tempranos con 2 mm de diámetro, b: aborto en estados tardíos (5 mm de diámetro) c: desarrollo normal de un botón floral de peonías Sarah Bernhardt con 10 mm de diámetro, (Kamenetsky et al., 2003, Kamenetsky, 2006).

El efecto de temperaturas moderadamente frías (primaveras frías), en relación al de las temperaturas altas, se reflejó en el número, calidad y cantidad de flores. El efecto en la calidad de las flores que se desarrollaron a temperaturas relativamente bajas (15/5 °C, día/noche) y a temperaturas más altas (28/10 °C, día/noche), se presenta en la Figura 2.11.

Los resultados obtenidos por Kamenetsky et al. (2003), indican que en la variedad Sarah Bernhardt, temperaturas moderadamente frías permiten una excelente expresión del color y un mayor diámetro de tallo, mayor que en el tratamiento en que las flores fueron expuestas a temperaturas moderadamente altas, (Figura 2.11) Sin embargo, el número de flores fue mayor con temperaturas moderadamente altas.

En resumen, temperaturas moderadas en el período de crecimiento posterior al quiebre de la dormancia, favorecen la brotación y elongación de los tallos en forma equilibrada junto a una floración de mayor calidad.



Figura 2.11. Efecto de las temperaturas de crecimiento de las peonías en el color de las flores y grosor de los tallos, (Kamenetsky et al., 2003; Kamenetsky, 2006).

Por otra parte, Hall, Catley y Walton (2007), muestran el efecto de distintas temperaturas después de asegurado el período de frío con diez semanas a 1 °C, en el tiempo de elongación de los tallos en cuatro variedades de peonías, Coral Sunset, Karl Rosenfield, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt. En este caso, los autores utilizaron 8 tratamientos, dos con siete semanas a 1 °C y luego transferidos a temperaturas controladas de 7 °C y 9 °C respectivamente, tres tratamientos con temperaturas constantes de 3 °C, 5 °C y 7 °C y tres tratamientos con temperaturas diferentes día/noche: 15/5 °C, 20/10 °C y 25/15 °C respectivamente. Para llegar a las temperaturas día/noche (forzado) desde 1 °C (pre-forzado), las temperaturas se fueron incrementando lentamente por 7 días. Los resultados obtenidos, se presentan en el Cuadro 2.11.

Cuadro 2.11. Duración del período de elongación de los tallos (días), para cada cultivar y tratamiento (°C), (Hall, Catley y Walton, 2007).

Tratamiento (°C)	Coral Sunset (días)	Karl Rosenfield (días)	M. Jules Elie (días)	Sarah Bernhardt (días)
1 → 7	61 (±1, n=5)	77 (±1, n=4)	75 (±1, n=5)	70 (±2, n=5)
1 → 9	58 (±5, n=5)	71 (±1, n=5)	74 (±1, n=5)	71 (±1, n=5)
3	57 (±6, n=8)	72 (±2, n=7)	74 (±2, n=10)	63 (±5, n=10)
5	43 (±6, n=7)	64 (±4, n=9)	68 (±2, n=10)	63 (±2, n=10)
7	37 (±4, n=10)	52 (±3, n=10)	47 (±3, n=9)	48 (±2, n=10)
15/5	25 (±2, n=7)	30 (±1, n=7)	38 (±1, n=8)	32 (±1, n=8)
20/10	19 (±3, n=8)	20 (±2, n=8)	23 (±1, n=8)	20 (±1, n=8)
25/15	13 (±2, n=5)	18 (±1, n=8)	20 (±1, n=8)	22 (±2, n=8)

±: error estándar, n = número de plantas.

El tiempo, desde el inicio del experimento hasta la altura final de los tallos disminuyó al incrementarse la temperatura. Los tallos de la variedad Coral Sunset emergieron más rápidamente en todos los tratamientos y las otras tres variedades presentaron un comportamiento similar pero más tardío. Por otra parte, al aumentar la temperatura se incrementó el número de tallos/planta.

En el tratamiento con mayores temperaturas día/noche (25/15 °C) los tallos son mas cortos, lo que concuerda con Kamenetsky et al. (2003), quienes encontraron que el largo de los tallos a la floración en la variedad Sarah Bernhardt fueron mas cortos cuando la temperatura mínima fue mayor a 10 °C. Por otra parte, a través de dos tratamientos diferentes con igual temperatura mínima, Hall, Catley y Walton (2007), fueron capaces de determinar que el largo de los tallos está determinado, por las temperaturas nocturnas más que por las medias diurnas.

En resumen, el aumento de la temperatura presenta dos efectos contrastantes: la emergencia y elongación de los tallos se pueden promover con altas temperaturas, pero pasado un límite éstas causan una reducción de la producción al incrementar el aborto de los botones y disminuir la calidad de las flores. Un incremento de la temperatura durante el primer período después de la dormancia puede tener un efecto beneficioso, al adelantar la floración con menores efectos negativos en el desarrollo de las flores y su calidad. Mientras que altas o bajas temperaturas en la última etapa de desarrollo provoca el aborto de los botones, manifestándose como botones “cabeza de helicóptero” o “nariz de toro”.



Figura 2.12. Botones sin calidad comercial denominados “cabezas de helicóptero” o “nariz de toro”.

La aparición de los botones “cabeza de helicóptero” o “nariz de toro” es una situación muy errática, ya que depende de las condiciones

de la temperatura de cada primavera y del estado de desarrollo en que se encuentre cada variedad cuando ocurren los eventos detrimentales de altas o bajas temperaturas. Sin embargo, hay variedades mejores que otras para determinados ecosistemas debido a que es difícil que los estados de desarrollo de mayor sensibilidad coincidan con los cambios de temperatura, que finalmente aún con diferencias anuales de hasta tres semanas, son característicos de cada ecosistema en particular.

### Acumulación térmica (grados-día)

Con los datos obtenidos (Cuadro 2.9), Hall, Catley y Walton (2007), desarrollaron un modelo no lineal de días-grado, que a partir de los 10 °C corresponde a un modelo lineal estándar y que se presenta en la Figura 2.13:

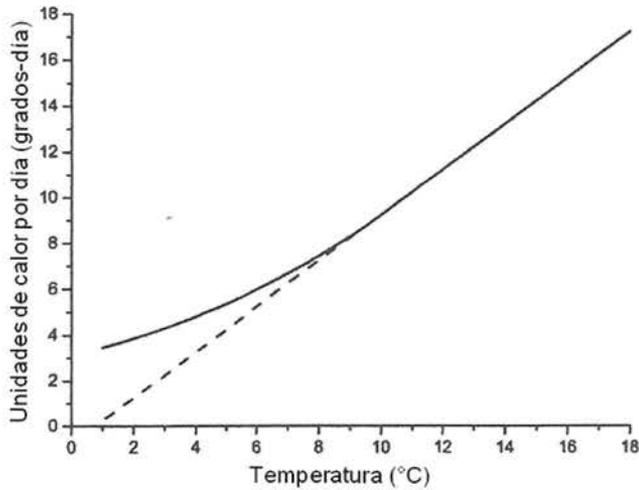


Figura 2.13. Unidades de calor modificadas para predecir el desarrollo durante la fase 1 de crecimiento. Sobre 10 °C corresponde al modelo lineal estándar de días-grado, pero bajo este valor la respuesta es descrita por una función de tipo exponencial, (Hall, Catley y Walton, 2007).

En base al modelo, estos autores, estimaron la cantidad de unidades de calor (días-grado), necesarios para alcanzar la emergencia de los tallos en las distintas variedades: Coral Sunset es la variedad que necesita el menor número de unidades de calor (225) para alcanzar el 50% de su emergencia, seguida por Sarah Bernhardt (291), Karl Rosenfield (302) y Monsieur Jules Elie (336). Solamente las diferencias encontradas entre Sarah Bernhardt y Karl Rosenfield no fueron significativas.

También Hall, Catley y Walton (2007), determinaron el efecto de temperaturas moderadamente bajas, moderadamente altas y altas, en el número de días desde la emergencia a botón y desde la aparición del botón a la apertura de las flores (antesis), en las cuatro variedades señaladas anteriormente, (Cuadro 2.12).

Cuadro 2.12. Número promedio de días, (a) desde la emergencia de tallos a la aparición de botones y (b) desde la aparición del botón a la apertura de la flor, por cultivar y tratamiento, (Hall, Catley y Walton, 2007).

Tratamiento	Coral Sunset	Karl Rosenfield	M. Jules Elie	Sarah Bernhardt
(a) desde la emergencia de los tallos a la aparición de botones				
15/5	28 ( $\pm 1$ , n = 2)	39 ( $\pm 1$ , n = 4)	27 ( $\pm 3$ , n = 6)	39 ( $\pm 4$ , n = 5)
20/10	15 ( $\pm 3$ , n = 4)	18 ( $\pm 1$ , n = 3)	10 ( $\pm 2$ , n = 4)	19 ( $\pm 10$ , n = 2)
25/15	10 ( $\pm 3$ , n = 3)	8 ( $\pm 1$ , n = 5)	11 ( $\pm 2$ , n = 4)	13 ( $\pm 2$ , n = 4)
(b) desde la aparición de botones a la apertura de la flor				
15/5	55 ( $\pm 1$ , n = 2)	55 ( $\pm 1$ , n = 4)	56 ( $\pm 3$ , n = 5)	57 ( $\pm 2$ , n = 4)
20/10	33 ( $\pm 4$ , n = 3)	30 ( $\pm 1$ , n = 3)	32 ( $\pm 2$ , n = 4)	23 ( $\pm 13$ , n = 2)
25/15	24 ( $\pm 1$ , n = 3)	27 ( $\pm 1$ , n = 2)	23 ( $\pm 2$ , n = 2)	22 ( $\pm 2$ , n = 4)

$\pm$ : error estándar, n = número de plantas.

El tiempo promedio desde la emergencia de las yemas hasta la aparición de los botones disminuyó significativamente con el aumento de la temperatura. Los cultivares Monsieur Jules Elie y Coral Sunset produjeron yemas florales más rápidamente que los otros dos cultivares a 15/5°C y 20/10°C, pero Karl Rosenfield aparentemente respondió mejor a 25/15°C. Como las diferencias no fueron estadísticamente significativas, para poder comparar los resultados se ajustó un modelo de unidades de calor a todas las variedades.

La temperatura base fue  $5.4 \pm 0.9$  °C y en base al modelo, las variedades Coral Sunset, Karl Rosenfield, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt requirieron 134, 147, 138 y 180 unidades de calor (grados-día), respectivamente, desde la emergencia de las yemas a la aparición de los botones florales.

Por otra parte, en la tercera fase de crecimiento, desde botón floral a la apertura de las flores (antesis), el comportamiento de las distintas variedades fue similar al observado en la segunda fase de crecimiento. Para esta etapa (fase 3) se ajustó un modelo de grados-día con base 2.6 °C y las variedades Coral Sunset, Karl Rosenfield, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt requerirían 415, 416, 400 y 400 unidades de calor, respectivamente.

Los resultados obtenidos por Hall, Catley y Walton (2007), indican que en total, desde la brotación a la apertura de las flores el número de unidades de calor para las variedades Coral Sunset, Sarah Bernhardt, Karl Rosenfield y Monsieur Jules Elie fue de 774, 871, 865 y 874 días-grado, respectivamente.

De acuerdo con estos resultados, Aoki (1991), había indicado que la temperatura acumulada desde brotación a la apertura de la flor era relativamente constante entre 870 y 920 días-grado en peonías Sarah Bernhardt sometidas a tratamientos de pre-forzado o de frío de 4 °C por 30, 40, 50, 60 y 70 días, obteniendo el mayor porcentaje de floración (67%), por la exposición de 30 días a esa temperatura.

Sin embargo, el tiempo necesario para llegar al punto en que los sépalos se abren lo suficiente para mostrar color, que sería el punto de cosecha, varía significativamente entre las variedades. En las plantas de Karl Rosenfield ocurre a medio camino entre la aparición del botón y la apertura de la flor (aproximadamente 200 días-grado), mientras que en las otras variedades, Coral Sunset, Monsieur Jules Elie y Sarah Bernhardt, ocurre más tarde, a 300 días-grado desde la aparición de los botones, (Aoki, 1991).

Utilizando los resultados entregados por Hall, Catley y Walton (2007), la temperatura acumulada desde emergencia a cosecha fue de 559, 771, 749 y 774 grados-día, para las variedades Coral Sunset, Sarah Bernhardt, Karl Rosenfield y Monsieur Jules Elie, respectivamente.

Gómez y Sáez (2002), relacionaron los grados-día (base 5 °C), obtenidos directamente desde las bandas del higrómetrografo, con el período comprendido entre las fechas de brotación y las fechas de cosecha para un período de 6 años. En este lapso de tiempo los valores se presentaron muy homogéneos, con un rango entre 747 grados-día en la temporada 1997/1998 y 847 grados-día en la temporada 2000/2001 y un promedio entre las temporadas 1995/1996 y 2000/2001 de 774 grados-día. Las bandas del higrómetrografo fueron proporcionadas por la Estación Meteorológica "Jorge C. Schyte" ubicada en el Instituto de la Patagonia en Punta Arenas, junto a la plantación de peonías de la Universidad de Magallanes.

Fulton, Hall y Catley (2001), han señalado que los requerimientos de frío para alcanzar una producción consistente de tallos y flores es una guía muy pobre y contradictoria para estimar el tiempo de emergencia de las yemas o de la floración. La conclusión sería que el cultivar que tiene el menor requerimiento de frío es el que florece más tardíamente en el campo

o vice-versa, que el cultivar más temprano, necesitaría una mayor cantidad de frío que una variedad más tardía.

Los resultados indican que a nivel de campo, el tiempo de floración está en gran medida determinado por la respuesta del crecimiento a las cálidas temperaturas de la primavera y no al requerimiento de frío en sí mismo.

### **Acumulación térmica y estimación de cosecha**

La acumulación térmica corresponde a la suma de temperaturas sobre un umbral de crecimiento, que en promedio, para las especies de zonas templadas es de 5 °C y se obtiene de la diferencia entre la temperatura media diaria y la temperatura umbral. Cada grado de diferencia sobre la temperatura umbral, corresponde a 1 grado-día.

La suma de grados-día corresponde a la acumulación térmica que debe cumplirse en cada especie y variedad para que determinados eventos fisiológicos puedan ser gatillados, por lo que puede ser una herramienta muy útil para estimar la época de cosecha en las diferentes localidades donde se encuentran las plantaciones de peonías.

En el Cuadro 2.13, se muestra la suma térmica (grados-día sobre 5 °C) a partir de septiembre y la fecha estimada (promedio) de inicio de la cosecha en las distintas zonas productoras.

Cuadro 2.13. Suma térmica (grados-día sobre 5 °C), entre septiembre y la época de cosecha por zona productora.

Mes	Regiones – Estación Meteorológica					
	VI Rengo	VII Talca	IX Temuco	X Osorno	XI Pto. Aysén	XII Pta. Arenas
septiembre	336	358	158	149	134	0
octubre	396	386	278	288	254	136
noviembre	-	-	294	302	279	210
diciembre	-	-	-	-	116	218
enero	-	-	-	-	-	164
total	732	744	730	739	783	728

Se asume que, en general, la brotación y emergencia se producen en septiembre y que las fechas estimadas de inicio de la cosecha para las regiones VI, VII, IX, X, XI y XII, son respectivamente, tercera semana de octubre, última semana de octubre, tercera semana de noviembre, última semana de noviembre, primera semana de diciembre y primera semana de enero. Desde la VI Región a la X Región, la fecha de cosecha se incrementa

de una región a otra, prácticamente en una semana, pero desde Osorno (X Región) a Puerto Aysén (XI Región) la época de cosecha es 20 días más tarde y entre Coyhaique (XI Región) y Punta Arenas (XII Región) varía en alrededor de un mes. Por otro lado, los días desde brotación a cosecha en la zona central se encontrarían entre 51 y 67, en la zona sur de 75 a 82 y en la zona austral de 103 a 127.

El análisis presenta algunas limitaciones ya que las plantaciones no siempre se encuentran localizadas junto a las Estaciones Meteorológicas cuyos registros han sido utilizados en el cálculo de la suma de los grados-día y por lo tanto, las fechas de cosecha estimadas podrían ser válidas solo para las distintas localidades en que se encuentran las estaciones. El objetivo del análisis es solo visualizar el uso de los grados-día acumulados para estimar o predecir las fechas de cosecha en las distintas plantaciones mediante un instrumento adecuado. En este análisis teórico, la cantidad de grados-día necesaria para llegar a la cosecha a partir de la brotación es en promedio, para las distintas regiones donde se producen peonías, es de 743 grados-día, (Cuadro 2.13).

En el Cuadro 2.14, se presentan los resultados obtenidos por Hall, Catley y Walton (2007), que incluyen la suma térmica necesaria para el 50% de brotación, entre brotación y aparición del botón, entre aparición del botón y cosecha y entre aparición del botón y antesis o floración completa, para las cuatro variedades estudiadas.

Cuadro 2.14. Suma térmica (días-grado) necesaria para 50% de brotación, brotación y aparición del botón, aparición del botón y cosecha, aparición del botón y antesis y los totales entre el 50% de brotación y punto de cosecha y entre el 50% de brotación y la floración completa, (adaptado de Hall, Catley y Walton, 2007).

Variedad	Suma térmica (grados-día)				Totales	
	brotación (50%)	brotación a botón	botón a cosecha	botón a antesis	emergencia a cosecha	emergencia a antesis
Coral Sunset	225	134	200	415	559	774
S. Bernhard	291	180	300	400	771	871
K. Rosenfield	302	147	300	416	749	865
M.Jules Elie	336	138	300	400	774	874
Promedios	289	150	275	408	713	846

En el Cuadro 2.14, se puede observar que la suma térmica necesaria para completar el ciclo entre el 50% de brotación y la cosecha (botón mostrando color) es de 559 grados-día para la variedad temprana Coral Sunset y alrededor de 750 grados-día para las otras tres variedades evaluadas.

A su vez, el promedio para las cuatro variedades (Coral Sunset, Sarah Bernhardt, Karl Rosenfield y Monsieur Jules Elie) es de 713 grados-día en las condiciones de Kimbolton (Nueva Zelanda), lo que es muy cercano a lo obtenido por Gómez y Sáez (2001).

Esta situación refuerza lo indicado por Fulton, Hall y Catley (2001), que a nivel de campo el tiempo entre la emergencia y el punto de cosecha para cada variedad está en gran medida determinado por la respuesta del crecimiento a las cálidas temperaturas de la primavera y no por el requerimiento de frío *per se*.

Además de la lectura directa de las bandas de un higrómetrografo, Santibáñez y Uribe (2001), entregan una relación a partir de la cual se obtiene la acumulación térmica diaria por la diferencia entre la temperatura media diaria y 5 °C, temperatura considerada umbral para el crecimiento de las especies de clima templado:

$$DG = (T - Tu) * N$$

donde,

DG = grados-día

T = temperatura media diaria (°C)

Tu = temperatura umbral (5 °C)

N = días del mes

## **Almacenaje y translocación de carbohidratos**

El crecimiento de los distintos componentes de las plantas está estrechamente relacionado con la acumulación y movilización tanto de compuestos orgánicos (carbonados y nitrogenados), como de los distintos nutrientes inorgánicos, que en conjunto conforman la nutrición orgánica e inorgánica de las plantas, (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

### **Dinámica de los carbohidratos**

Durante el crecimiento de los tallos, su contenido total de azúcares disminuye paralelamente a su desarrollo, (Figura 2.14).

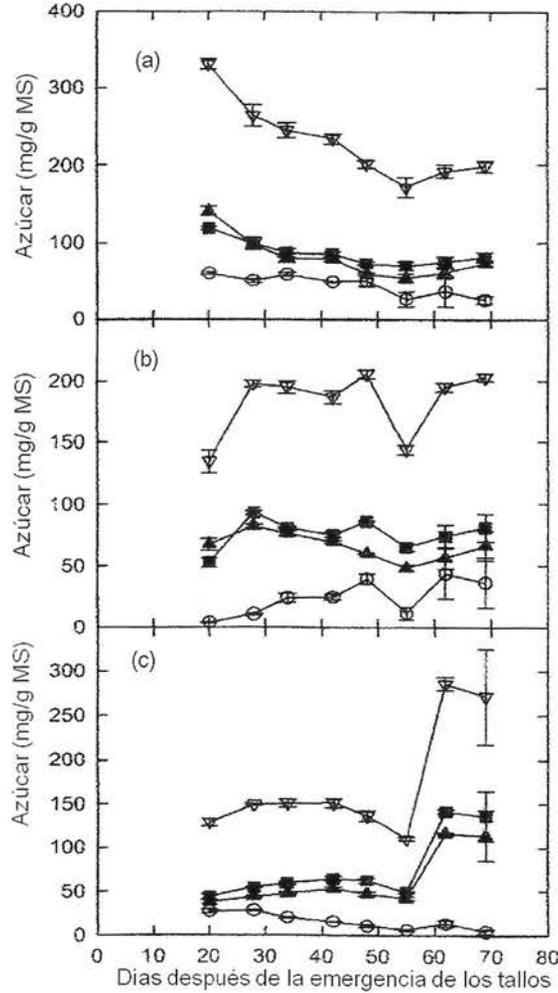


Figura 2.14. Cambios en las concentraciones de los azúcares individuales, fructosa (■), glucosa (▲) y sacarosa (○) y concentraciones de los azúcares totales (Δ) en, a: el desarrollo de los tallos florales, b: hojas y c: botones, (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

Específicamente, la concentración de fructosa y glucosa declinan en los tallos hasta que cesa el desarrollo de éstos (40 días en la variedad Sarah Bernhardt en Nueva Zelanda) y luego se estabiliza. Por otra parte, el contenido total de azúcares en las hojas aumenta rápidamente hasta los 28 días y luego permanece estable, pero la concentración de sacarosa en las hojas se incrementa significativamente durante el crecimiento.

En los botones florales, durante el crecimiento de los tallos, el total de azúcares se mantiene relativamente constante, pero después de

la apertura de las flores dobla su concentración. Este incremento se debe principalmente al aumento de las concentraciones de fructosa y glucosa. Por el contrario, la concentración de sacarosa disminuye y el almidón solo esta presente en los botones durante el crecimiento, alcanzando su máximo inmediatamente antes de la apertura de las flores. Por su parte, la concentración de almidón en las raíces es mas baja durante el período de mayor crecimiento en la primavera, aumenta hasta un máximo a mediados del verano y luego muestra una lenta disminución hasta que el crecimiento se inicia en la primavera siguiente, (Figura 2.15).

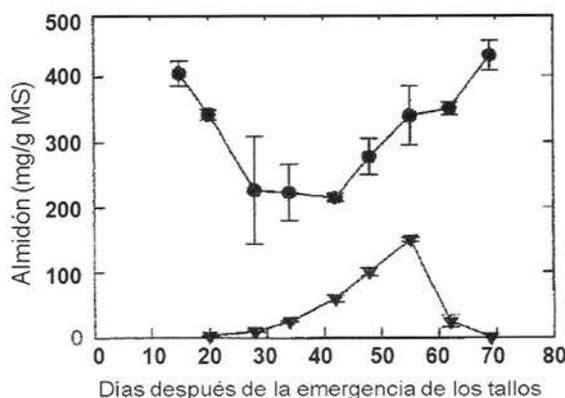


Figura 2.15. Cambios en la concentración de almidón en las raíces tuberosas de peonías (●) y en las yemas florales (▼) durante el desarrollo de los tallos, desde la emergencia hasta la apertura de las flores, (año I), (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

La más alta concentración de almidón en las raíces se encuentra a mediados del verano, después disminuye a finales de verano y otoño y se mantiene hasta reasumir el crecimiento en la primavera siguiente. A su vez, concurrentemente ocurre una acumulación de almidón en los botones florales en desarrollo.

La concentración del total de azúcares en las raíces complementan las concentraciones de almidón, siendo más altas en el flujo de crecimiento de primavera y más bajas durante el verano. Estas concentraciones totales de azúcares alcanzan un “plateau” a finales del período verano/otoño, que se mantiene hasta que se reasume el crecimiento al inicio de la primavera, (Figura 2.16).

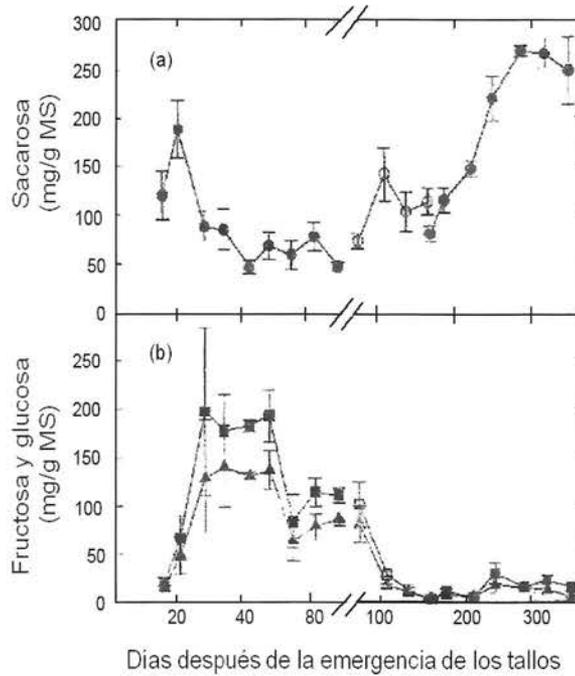


Figura 2.16. a: cambios anuales en la concentración de sacarosa, [año I (●), año II (○)] en raíces fibrosas de peonías, b: cambios anuales en las concentraciones de fructosa [año I (■), año II (□)] y de glucosa [año I (▲), año II (△)], en raíces fibrosas de peonías, (Walton, McLaren y Bolding, 2007).

Los principales azúcares detectados en las raíces fueron sacarosa, glucosa y fructosa. En primavera, a principios del período de activo crecimiento, predomina la sacarosa pero luego existe un predominio de glucosa y fructosa.

A los 28 días de la emergencia, las raíces también presentan relativamente altas concentraciones de glucosa y fructosa y desde los 34 a los 74 días son mayores que la concentración de sacarosa. Esto indica que las raíces también son un fuerte centro de acumulación (sink) en este período, lo que se debería a lo menos en parte, al crecimiento radicular.

El fuerte sink de las raíces es evidente en el hecho que la concentración de almidón se incrementa de nuevo a los 42 días, paralelamente al desarrollo de las flores y raíces, semanas antes de la floración, lo que sugiere que las hojas de las peonías se convierten rápidamente en exportadoras netas de C.

## **Procesos de adaptación y los carbohidratos**

Se puede establecer que la dinámica de los carbohidratos junto a la de los compuestos nitrogenados y nutrientes minerales, permite sostener los procesos de crecimiento y desarrollo que requiere el ciclo anual de las peonías, aún en condiciones adversas, a través de las siguientes formas:

- nutrir las plantas con azúcares provenientes de las reservas en la etapa inicial de desarrollo de los brotes,
- continuar la nutrición de los tallos con una alta actividad fotosintética de las hojas,
- reponer las reservas en las raíces una vez cumplida su labor inicial en el crecimiento de los tallos,
- impedir los efectos adversos del clima y tolerar inviernos con temperaturas muy bajas mediante las reservas de sacarosa,
- asegurar el proceso reproductivo con la hidrólisis de las reservas de almidón en las flores.

Al final del ciclo de crecimiento, la sacarosa corresponde al 95% del total de azúcares solubles. El aumento de los niveles de sacarosa durante el otoño e invierno está asociado a la tolerancia a temperaturas frías y por lo tanto, resistencia que les permite sobrevivir a temperaturas extremas, (Kleijn, Treier y Müller-Schärer, 2005; Walton, Mc Laren, y Boldingh, 2007).

Junto con la dormancia, la disponibilidad de sacarosa confiere otra ventaja adaptativa a las peonías. La reserva de carbohidratos se encontraría en una forma totalmente metabolizable, así, las plantas pueden utilizarlos rápidamente para responder en forma inmediata a las cálidas temperaturas de la primavera emergiendo y elongando sus tallos.

Otro proceso adaptativo, relacionado con el metabolismo de los carbohidratos, es que después que se reinicia el crecimiento y los tallos emergen, se produce una significativa nueva hidrólisis del almidón de las raíces con un consiguiente incremento de azúcares. Esta relación de alta concentración de fructosa y glucosa en los componentes de los tallos florales (tallos, hojas y botones), indica que estos órganos se convierten en sinks o “sumideros” de carbohidratos, consistente con el flujo de crecimiento de primavera.

La habilidad de las peonías de crecer rápidamente y florecer mientras simultáneamente acumulan reservas en las raíces, asegura la sobrevivencia de la especie ante los imprevistos del clima, particularmente en ecosistemas

con cortas estaciones de crecimiento, lo que explicaría la amplia distribución del Género *Paeonia*, (Halda y Waddick, 2004).

## Acumulación de biomasa durante el ciclo anual

Durante el ciclo anual de crecimiento de una plantación de peonías para flores de corte se desarrolla una acumulación de biomasa en los distintos componentes de las plantas. Así, la biomasa total se distribuye en sus distintos componentes:

- yemas
- coronas (corona y raíces tuberosas)
- follaje (tallos y hojas)
- botones florales

Valencia y Sáez (2001), en una plantación de peonías de 6 años de edad y una densidad de 13.000 plantas/ha, determinaron la acumulación de materia seca en los distintos componentes de la biomasa total (kg/ha) en plantas de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, (Cuadro 2.15).

Cuadro 2.15. Acumulación de biomasa (kg MS/ha) durante el ciclo anual del crecimiento de la variedad Top Brass en una plantación de 13.000 plantas/ha de 6 años de edad en la Región de Magallanes. (Valencia y Sáez, 2001).

Componente biomasa	Acumulación de biomasa (kg MS/ha)									
	días a partir de la brotación									
	10	24	53	67	81	102	116	136	189	279
yemas	1.157	0.715	-	-	-	-	-	-	0.676	0.975
coronas	2.678	3.627	4.771	5.330	6.019	7.020	7.267	9.763	9.399	9.022
follaje	-	1.000	1.586	1.963	2.509	3.471	3.228	1.976	1.534	-
botones	-	-	-	0.117	0.143	0.143	0.104	-	-	-
biomasa total	3.835	5.342	6.357	7.410	8.671	10.634	10.599	11.739	11.609	9.997

Los muestreos de la biomasa se realizaron (28 de septiembre, 12 y 31 de octubre, 14 y 28 de noviembre, 19 de diciembre, 3 y 23 de enero, 12 de marzo y 12 de junio). La fecha de brotación se estableció como el 18 de septiembre y la biomasa se expresó en kilos de materia seca por hectárea (kg MS/ha), para cada componente.

Los componentes de reserva (corona y raíces tuberosas), muestran un incremento constante desde la brotación hasta la senescencia (mayo), para después caer de alrededor de 10.000 kg MS/ha a 2.500 kg MS/ha. Estos resultados también han sido señalados por Hatakeyama (1998), para peonías cultivadas para la extracción de productos medicinales de sus raíces tuberosas. La disminución de la biomasa acumulada corresponde al proceso de translocación de compuestos orgánicos e inorgánicos (nutrientes) hacia los órganos vegetativos en la primavera, lo que permite el crecimiento inicial de los brotes hasta contar con hojas fotosintéticamente maduras.

En las condiciones ambientales de la Región de Magallanes, la variedad Top Brass se cosechó a los 116 días con una producción de 6 varas comerciales. A partir del período inicial de brotación se observa un crecimiento exponencial hasta poco antes de la cosecha. A continuación cesa el crecimiento de los brotes y la acumulación de biomasa tiende a estabilizarse. La fase lineal del crecimiento o acumulación de biomasa corresponde a una tasa constante y en un período de alrededor de 4 meses las plantas acumularon 7.000 kg MS/ha, desde mediados de septiembre a principios de enero. Cabe destacar que la acumulación de biomasa se triplica desde el período inicial de brotación a la cosecha y esta acumulación, permitió la producción de 6 varas comerciales/planta (12 varas totales en promedio por planta).

La producción o acumulación de biomasa obtenida durante el ciclo de desarrollo anual, se ajustó a una curva sigmoídea tal como lo indican Salisbury y Ross (1994) y Barceló et al. (2001), para la dinámica de crecimiento de las plantas y que se presenta en la Figura 2.17.

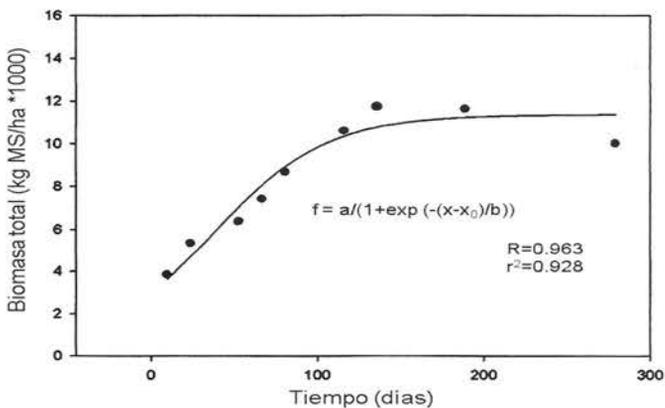


Figura 2.17. Acumulación de biomasa total de una plantación de peonías variedad Top Brass, con 13.000 plantas/ha y una edad de 6 años de edad en la Región de Magallanes ajustada a una curva sigmoídea, (Alvarez, 2011).

Barceló et al. (2001), señala que la ecuación sigmoideal que describe el crecimiento vegetal está constituida por tres partes. En un principio existe un aumento diario por la división y alargamiento celular (fase logarítmica), luego el aumento se hace constante (fase lineal), ya que solo crecen las masas meristemáticas apicales y finalmente, la tasa decrece (fase de estabilización) hasta que el proceso cesa.

En el Cuadro 2.16 se indica la fracción de la biomasa total acumulada en los distintos componentes de la biomasa, durante el ciclo anual de la variedad Top Brass de 6 años de edad.

Cuadro 2.16. Fracción de la biomasa total acumulada (%) en los distintos componentes durante el ciclo anual del crecimiento de plantas de la variedad Top Brass de 6 años de edad en la Región de Magallanes. (Valencia y Sáez, 2001).

Componente biomasa	Fracción del total de la biomasa acumulada (%)									
	días a partir de la brotación									
	10	24	53	67	81	102	116	136	189	279
yemas	30	14	-	-	-	-	-	-	6	10
coronas	70	68	75	72	69	66	68	83	81	90
follaje	-	18	25	27	29	33	31	17	13	-
botones	-	-	-	1	2	1	1	-	-	-

La corona y las raíces, los órganos de reserva de las plantas, representan desde la brotación a la cosecha aproximadamente el 70% de la acumulación de biomasa, alcanzando después de la cosecha alrededor del 80 a 90%. Por otra parte, una vez desarrollada la estructura vegetativa, los tallos, hojas y botones florales representan, en la cosecha, alrededor del 30% de la biomasa total. Estos resultados han sido corroborados en la variedad Sarah Bernhardt de 11 años de edad, por Chahín et al. (2010), quienes también indican que la parte aérea desde la cosecha a la poda de la parte vegetativa de las plantas, solo significa alrededor de un 15% de la biomasa total.

La constancia de la relación de la biomasa de los componentes con la biomasa total de las plantas en su producción máxima ha sido ampliamente utilizada en el modelaje del crecimiento de los cultivos (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2000), plantaciones frutales (Silva y Rodríguez, 1995) y plantaciones forestales, (Landsberg y Gower, 1997; Rodríguez y Alvarez, 2010).

Esta relación alométrica entre la biomasa total y la biomasa de sus diferentes componentes es una constante que se observa en las diferentes

especies vegetales y se puede formular del siguientes modo, (McMurtrie y Wolf, 1983).

$$k = \text{BMC/BMT}$$

donde,

k = coeficiente de reparto de las varas florales

BMC = biomasa de las varas florales

BMT = biomasa total

En las peonías el coeficiente de reparto de las varas florales en relación a la biomasa total es de 0.30.

### **Estimación de la biomasa total de la plantación**

Si se conoce o se estima la producción de varas por planta es posible estimar la producción de biomasa total de la plantación:

$$\text{BMT} = \text{BMC}/0.30$$

La biomasa de botones, hojas y tallos florales (BMC) se puede estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{BMC} = \text{n}^\circ \text{ plantas/ha} \times \text{n}^\circ \text{ varas/planta} \times \text{g MS/vara}$$

El número de plantas/ha se conoce y el número de varas/planta se puede estimar a partir del historial de la plantación y también es posible estimar la materia seca de una vara de la plantación (g MS/vara).

En plantas de la variedad Sarah Bernhardt de 6 años de edad, Walton, McLaren y Boldingh (2007), determinaron la acumulación de materia seca de las hojas y de los tallos durante un ciclo de crecimiento anual, (Figura 2.18).

La acumulación de materia seca de los tallos finalizó aproximadamente después de 55 días desde su emergencia, 10 días antes de la apertura de las flores. Las hojas, sin embargo, continuaron incrementando su materia seca durante todo el período de muestreo. La materia seca de los botones se incrementó más rápidamente que los tallos y las hojas, alcanzando su máximo a la apertura de las flores y luego declinó rápidamente durante la marchitez.

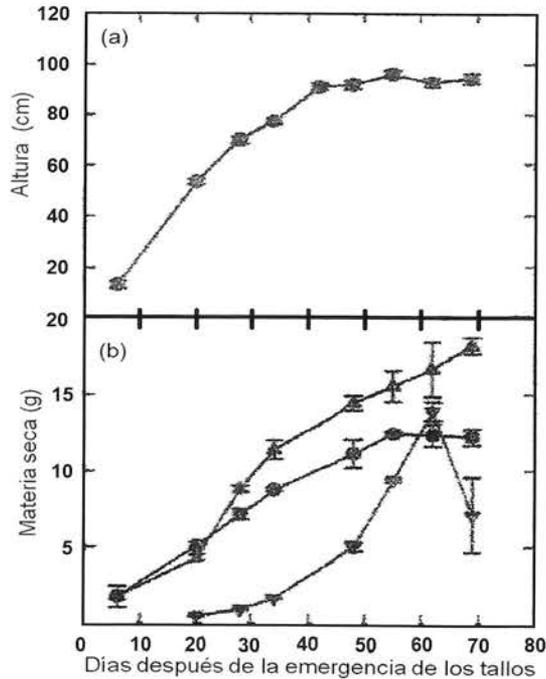


Figura 2.18. a: altura de los tallos de las peonías (incluyendo botones y flores) desde la emergencia hasta la apertura de la flor, b: peso seco de tallos (●), hojas (▲) y botones y flores (▼). Las flores se abrieron entre 62 y 69 días después de la emergencia. (Walton, McLaren y Bolding, 2007).

El peso de la materia seca de una vara, de la variedad Sarah Bernhardt de 6 años de edad en las condiciones de Nueva Zelanda fue de 30 gramos, (Walton, McLaren y Bolding, 2007). El total de materia seca de la vara corresponde a 17 gramos de los tallos, a 11 gramos de las hojas y a 12 gramos de los botones.

En la variedad Top Brass, también de 6 años de edad en las condiciones de Magallanes, se presentó un peso de materia seca por vara de 22 gramos, (Valencia y Sáez, 2002). Por otra parte, Chahín et al., (2010), determinaron un peso de la materia seca de la vara floral de 27 g, en una plantación de la variedad Sarah Bernhardt de 11 años de edad en las condiciones de la Región de la Araucanía.

El primer y el tercer caso, se pueden considerar plantaciones de alta productividad y el segundo de baja productividad. Un promedio de 25 g MS/vara, podría ser utilizado para distintas variedades y condiciones del agroecosistema en que se encuentre la plantación.

Para una mayor precisión es posible determinar el peso en verde de las varas en distintas variedades en la plantación y establecer el peso seco de las varas, considerando un porcentaje de humedad de 78%, (Valencia y Sáez, 2001; Chahín et al., 2010).

$$\text{BMC} = \text{n}^\circ \text{ plantas/ha} \times \text{n}^\circ \text{ tallos/planta} \times 25 \text{ g MS/vara}$$

Una vez calculado BMC, es posible calcular BMT de acuerdo al coeficiente de partición de la biomasa de las varas en relación a la biomasa total, que es igual a 0.30 como se indicó anteriormente. Finalmente, la formulación para la estimación de la biomasa total sería la siguiente:

$$\text{BMT} = \frac{\text{n}^\circ \text{ plantas/há} \times \text{n}^\circ \text{ varas/planta} \times 25 \text{ g MS/vara}}{0.30}$$

En el caso de considerar varas comerciales, la materia seca por vara sería de 50 g MS/vara comercial, porque generalmente los productores solo cuentan las varas que entran a la cámara de frío y se asume, que después de la cosecha debe quedar el 50% de las varas en la planta. La estimación de la biomasa total permite definir distintos aspectos de manejo de la plantación como el cálculo de la fertilización adecuada a cada variedad en cada realidad edafoclimática.

## **Cinética del crecimiento y fenología**

Para establecer la cinética del crecimiento y definir los estados fenológicos de las peonías herbáceas, Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003), determinaron las curvas de crecimiento de 29 variedades de *Paeonia lactiflora* (Pall.) cultivadas en la Región de Magallanes, utilizando como expresión del crecimiento la altura de las plantas en relación al tiempo. Las mediciones de altura se realizaron durante tres temporadas consecutivas, 1999/2000, 2000/2001 y 2001/2002, que correspondieron a la primera, segunda y tercera temporadas de crecimiento de las plantas, establecidas en enero de 1999 por Vergara y Sáez (2000).

Al obtener las curvas de crecimiento a través de la tasa de crecimiento de las peonías herbáceas en la Región de Magallanes, Covacevich y Sáez (2003), pudieron llegar a la definición de los estados de desarrollo más importantes en el cultivo de la peonía herbácea o estados fenológicos, a través de los cuales se ha podido extrapolar situaciones de manejo a lo

largo de la zona productora desde la VI a la XII Regiones, (Covacevich y Sáez, 2005).

El material vegetal fue adquirido en Holanda y las variedades utilizadas fueron descritas por Vergara y Sáez (2000) como Amabilis, Angelus, Dinner Plate, Doreen, Doris Cooper, Florence Nicholls, Gardenia, Gayborder June, Highlight, Imperial Princess, Kansas, Krinkled White, L'Eclactante, Lilian Wild, Monsieur Jules Elie, Moon of Nippon, Mother's Choice, Paul Wild, Peiche, Royal Charter, Shirley Temple, Silver Shell, Snow Mountain, Sword Dance y Victoire de la Marne, (*Paeonia lactiflora*), Flame (*Paeonia lactiflora x P.peregrina*), Henry Bockstoce y Red Charm (*Paeonia lactiflora x P.officinalis*) y Seraphim (*Paeonia lactiflora x P.microphylla*).

Cuadro 2.17. Variedades utilizadas por Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003).

Color	Variedad	Forma (tipo)	Floración
rojo	Henry Bockstoce	globo	precoz/media estación
	Highlight	globo	media estación
	Kansas	rosa	temprana
	Paul M. Wild	rosa	tardía/muy tardía
	Red Charm	corona	temprana/semi temprana
	Royal Charter	rosa	muy tardía/tardía
	Victoria de la Marne	rosa	media estación/tardía
rosado	Amabilis	corona	temprana
	Dinner Plate	rosa	muy tardía
	Doreen	anémona	media estación
	Doris Cooper	rosa	tardía
	Flame	simple	temprana
	Florence Nicholls	semi-rosa	temprana/media estación
	Gayborder June	semi-doble	tardía
	Imperial Princess	corona	tardía
	L'Eclactante	corona	muy tardía
	Monsieur Jules Elie	corona	media estación/tardía
	Peiche	globo	temprana/media estación
blanco	Angelus	anémona	media estación
	Gardenia	semi-rosa	semi temprana/tardía
	Krinkled White	simple	muy tardía
	Lilian Wild	rosa	semi tardía/tardía
	Mother's Choice	rosa	media estación /semi tardía
	Moon of Nippon	japonesa	media estación
	Seraphim	simple	muy temprana
	Shirley Temple	rosa	semi temprana/media estación
	Silver Shell	simple	temprana/media estación
	Snow Mountain	corona	tardía
	Sword Dance	anémona	media estación

Para el conocimiento integral del comportamiento varietal como flor cortada, las variedades adquiridas incluyeron variedades de distinta precocidad y flores de los tipos simple, japonesa, anémona, semi-dobles, semi-rosa, rosa, corona, globo y bomba, de acuerdo a la descripción establecida por Wang et al., (1998). En el Cuadro 2.17, se presentan las características de color forma o tipo y época de floración de las variedades utilizadas por Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003).

Al igual que la acumulación de biomasa (Figura 2.17), las curvas que describen el crecimiento anual utilizando la altura de las plantas (Figuras 2.17, 2.18 y 2.19), muestran tres fases principales: una fase logarítmica, a continuación una fase lineal y luego, una fase de estabilización previo a la senescencia, (Salisbury y Ross, 1994; Barceló et al., 2001).

En la fase de crecimiento logarítmica, el tamaño (A) aumenta en forma exponencial con el tiempo (t), lo que significa que la velocidad de crecimiento (dA/dt), es baja al principio pero aumenta en forma continua. La fase de crecimiento lineal, se caracteriza porque el aumento de tamaño continúa a una velocidad constante y máxima por algún tiempo, lo que es reflejado por una pendiente constante y finalmente en la fase de estabilización, la principal característica es la disminución y posterior detención del crecimiento a medida que la planta alcanza su madurez (anthesis) y empieza a envejecer (senescencia).

Así, la función de las curvas de crecimiento obtenida se presenta en la ecuación:

$$y = A/(1+ae^{-bx}) \quad (1)$$

donde,

y= altura (cm)

A= valor máximo de altura (cm) alcanzado en la temporada

x = es el tiempo (días) a partir de la fecha de brotación

b= tasa de crecimiento

Al derivar dicha función con respecto al tiempo se tiene:

$$dy/dx = Aabe^{-bx}/(1+ae^{-bx})^2 \quad (2)$$

luego,

$$x_1, x_2 = \frac{\text{Ln}(a) * \text{Ln}(2 + \sqrt{3})}{b} \quad (3)$$

$$x_m = \frac{\text{Ln}(a)}{b} \quad (4)$$

A través de la derivación de la función (1) se obtiene la tasa de crecimiento (cm/día) para todo el período correspondiente a cada serie de datos. Posteriormente, a partir de la tasa de crecimiento (2), se calcularon los puntos, mínimo ( $x_1$ ), máximo ( $x_2$ ) y el punto de inflexión ( $x_m$ ), (Figura 2.19).

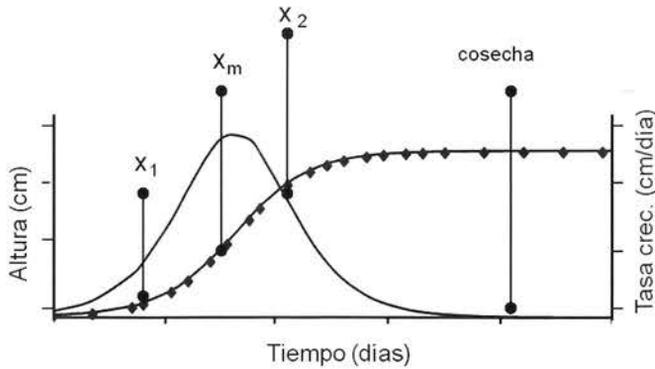


Figura 2.19. Esquema de la ubicación de los puntos  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_m$ , obtenidos a través de la derivación de la curva de crecimiento, (Covacevich y Sáez, 2003).

El punto  $x_1$  representa el punto en la curva de crecimiento a partir del cual el crecimiento se hace lineal,  $x_m$  representa el punto en el que la tasa de crecimiento (cm/día) se hace máxima (punto de inflexión) y por lo tanto,  $x_m$  se refleja en la curva de crecimiento como la etapa de mayor desarrollo. Después del punto de inflexión, la tasa de crecimiento empieza a caer, cruzando la curva de crecimiento e indicando el punto en el cual se frena el crecimiento en altura o  $x_2$ .

En las Figuras 2.20, 2.21 y 2.22 se presentan las curvas de crecimiento para las variedades rojas, rosadas y blancas, en el mismo orden en que se presentan en el Cuadro 2.17.

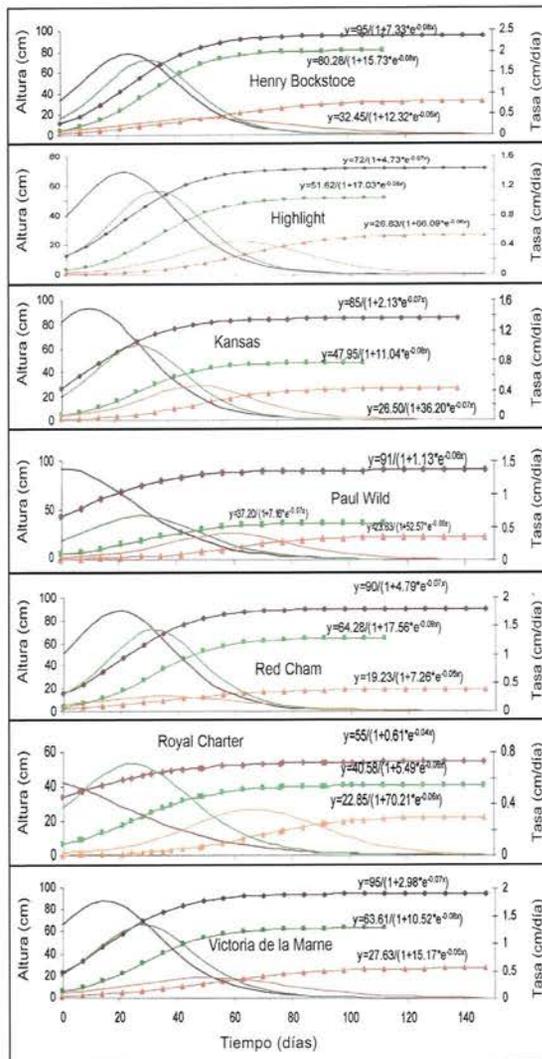


Figura 2.20. Curvas de crecimiento expresado en altura (cm) y la tasa de crecimiento (cm/día), obtenidas para las variedades de peonías rojas durante las temporadas 1999/2000 (líneas naranja), 2000/2001 (líneas verde) y 2001/2002 (líneas rojo oscuro), obtenidas por Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003).

Al igual que en las variedades rojas (Figura 2.20), en las variedades rosadas (Figura 2.21) y blancas (Figura 2.22), la curva de crecimiento se va “aplanando” en la medida que la cosecha es más tardía. La madurez de los botones se va desplazando de acuerdo a su época de floración, obteniéndose una época de cosecha o un período de oferta de 35 días con cinco intervalos de siete días.

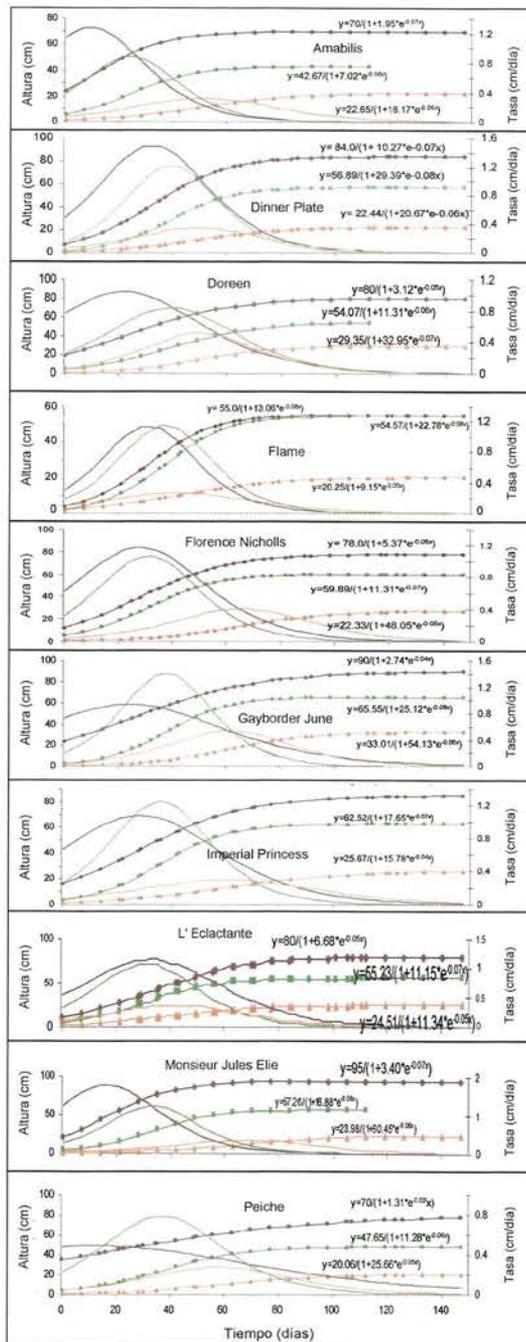


Figura 2.21. Curvas de crecimiento expresado en altura (cm) y la tasa de crecimiento (cm/día), obtenidas para las variedades de peonías rosadas durante las temporadas 1999/2000 (líneas naranja), 2000/2001 (líneas verde) y 2001/2002 (líneas rojo oscuro), obtenidas por Covacevich y Sáez (200) y Covacevich y Sáez (2003).

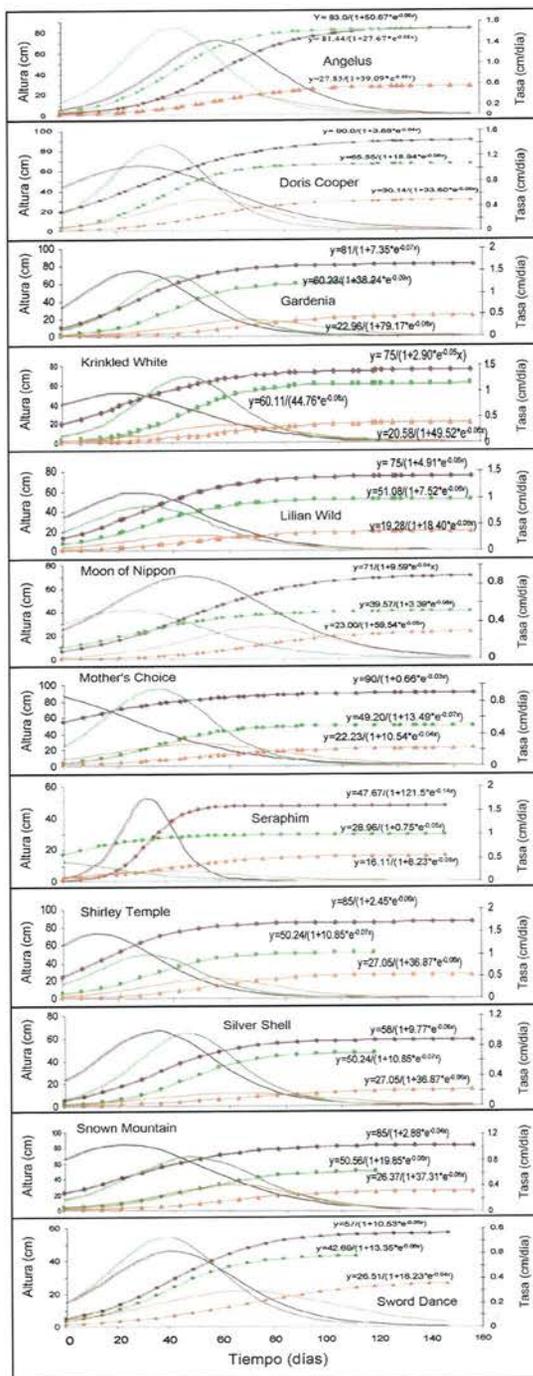


Figura 2.22. Curvas de crecimiento expresado en altura (cm) y la tasa de crecimiento (cm/día), obtenidas para las variedades de peonías blancas durante las temporadas 1999/2000 (líneas naranjas), 2000/2001 (líneas verde) y 2001/2002 (líneas rojo oscuro), obtenidas por Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003).

En el Cuadro 2.18 se presentan los resultados que han dado origen a las curvas de crecimiento y que representan el comportamiento de las plantas de peonías durante la primera, segunda y tercera temporada de cultivo, (Covacevich y Sáez, 2001; Covacevich y Sáez 2003).

Cuadro 2.18. Altura (cm), número (N°) y diámetro de tallos (mm) para las temporadas 1999/2000 (1ª), 2000/2001 (2ª) y 2001/2002 (3ª) y número y diámetro de botones (mm) comerciales obtenidos a la tercera temporada, (Covacevich y Sáez, 2001; Covacevich y Sáez, 2003).

Variedad /temporada	altura (cm)			Tallos número (N°)			diámetro (mm)			Botones N° diám.	
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	3ª	3ª
variedades rojas											
H.Bockstoce	32.7	80.3	95.0	3.4	6.7	13.7	1.4	9.3	13.5	12.9	53.7
Highlight	28.9	52.0	72.0	2.5	5.7	9.2	1.0	7.0	13.7	2.2	36.7
Kansas	26.5	55.0	85.0	1.7	4.7	13.3	1.0	6.3	12.6	7.8	27.2
Paul Wild	23.7	37.3	91.0	2.2	4.3	15.5	1.0	7.0	11.8	2.7	33.2
Red Charm	19.3	75.5	90.0	3.5	5.7	10.6	1.1	10.3	14.0	9.6	50.8
Royal Charter	25.5	40.7	55.0	2.2	5.0	14.9	1.1	7.0	8.0	0.6	26.5
V.de la Marne	32.9	63.7	95.0	3.7	9.0	13.6	1.0	7.0	10.3	10.4	28.7
variedades rosadas											
Amabilis	22.8	44.3	70.0	2.8	8.3	19.2	1.3	7.0	13.1	4.0	32.3
Dinner Plate	22.5	57.0	84.0	2.8	6.0	13.9	1.0	8.8	14.0	9.1	31.9
Doreen	29.4	54.7	80.0	3.6	6.3	10.7	1.5	7.3	13.6	4.6	28.3
Flame	20.3	54.7	55.0	2.7	4.0	7.7	1.1	8.3	10.6	7.2	31.2
Florence Nicholls	27.4	60.0	78.0	2.2	8.7	13.1	1.0	8.0	13.1	10.3	25.5
Gayborder June	34.0	65.7	90.0	3.1	8.0	19.7	1.0	8.7	13.3	5.8	27.7
Imperial Princess	28.1	62.7	85.0	2.0	3.3	11.7	1.0	6.7	13.7	5.2	31.2
L'Eclactante	24.6	55.3	80.0	2.8	9.7	10.0	1.0	7.3	13.7	6.7	30.0
Peiche (Pecher)	20.0	48.0	70.0	1.9	3.7	15.3	1.2	7.3	12.4	2.9	41.0
M. Jules Elie	24.2	57.3	95.0	1.8	4.7	13.1	1.0	7.0	12.5	8.8	35.0
variedades blancas											
Angelus	28.0	81.4	83.0	2.5	5.3	6.3	1.0	9.0	13.9	5.6	32.0
Doris Cooper	30.2	65.7	90.0	2.2	4.3	11.2	1.0	8.0	12.5	9.4	35.0
Gardenia	23.1	60.3	81.0	2.6	5.7	9.0	1.2	9.9	13.0	7.6	36.0
Krinkled White	22.2	60.3	75.0	2.8	8.0	18.0	1.0	7.0	10.6	9.2	28.3
Lilian Wild	19.7	51.3	75.0	2.1	5.3	9.8	1.5	6.3	12.0	2.5	33.0
Moon of Nippon	23.3	40.0	71.0	1.7	3.7	6.9	1.0	7.3	10.7	0.7	28.0
Mother's Choice	22.4	49.3	90.0	2.1	3.7	10.3	1.0	8.0	13.6	6.6	39.2
Seraphim	16.2	29.0	47.7	1.8	4.3	6.9	1.1	7.7	8.7	5.4	17.4
Shirley Temple	27.1	50.3	85.0	3.0	5.7	14.0	1.0	7.7	12.3	9.5	33.0
Silver Shell	22.1	46.7	58.0	2.1	2.7	8.0	1.0	5.3	7.5	1.1	26.5
Snow Mountain	26.5	51.3	85.0	1.8	2.3	10.7	1.0	7.0	13.1	3.9	28.9
Sword Dance	27.5	43.0	57.0	2.1	3.7	16.7	1.0	6.0	6.5	0.6	25.7

Como se puede observar en las Figuras 2.20, 2.21 y 2.22 y en el Cuadro 2.18, las funciones que representan la curva de crecimiento en la totalidad de

las variedades utilizadas por Covacevich y Sáez (2001) y Covacevich y Sáez (2003), indican que las peonías solo en su tercera temporada alcanzan las características de plantas adultas. Estos resultados corroboran lo señalado por los productores de peonías chinos (Wang et al., 1998; Sáez, 2009), holandeses (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999), estadounidenses (Stevens et al., 1993; Sáez y Montesinos, 2000), neozelandeses (McGeorge, 2006) y canadienses (D'Aoust, 2009), que por su experiencia indican que en la primera temporada las peonías “gatean”, durante la segunda temporada “caminan” y en la tercera “brincan” a su máximo desarrollo presentando botones comerciales como flores de corte.

En la Figura 2.20 y Cuadro 2.18, se puede observar que la altura (cm) alcanzada por los tallos de las variedades rojas durante las temporadas 1999/2000, 2000/2001 y 2001/2002, fue en promedio de 27.1, 57.8 y 83.3 cm, respectivamente. Con el número y diámetro de los tallos se observa la misma tendencia, con promedios de 2.7, 5.9 y 13.0 tallos de diámetros promedio de 1.1, 7.7 y 12.0 mm, para las tres temporadas estudiadas. Los botones comerciales solo se observaron durante la temporada 2001/2002, con un diámetro promedio de 36.7 mm.

Las variedades rosadas (Figura 2.21, Cuadro 2.18) presentan un promedio de altura de 25.3, 56.0 y 78.7 cm para las tres temporadas de cultivo consecutivas, mientras que el promedio en número de varas fue de 2.2, 4.6 y 10.7 mm y el diámetro de las varas alcanzó un promedio a la tercera temporada de 11.2 mm. En cuanto al número de botones comerciales el promedio fue de 6.5 y su diámetro de 31.4 mm.

Finalmente, las variedades blancas tuvieron un comportamiento similar (Figura 2.22 y Cuadro 2.18), con promedios en altura para la primera, segunda y tercera temporadas de 24.0, 52.4 y 74.8 cm, el número de varas alcanzaron promedios de 2.2, 4.6 y 10.7 y los diámetros promedio obtenidos fueron de 1.1, 7.4 y 11.2 mm, respectivamente. A la tercera temporada, se obtuvieron 5.2 botones comerciales con 30.3 mm de diámetro en promedio. El bajo número promedio de botones comerciales de las variedades blancas estuvo muy influenciado por el comportamiento de las variedades Moon of Nippon (0.7), Silver Shell (1.1) y Sword Dance (0.6). Este comportamiento, junto con el de la variedad roja Royal Charter (0.6), indica que estas variedades no son aptas para su cultivo como flores de corte en las condiciones de Magallanes.

Este patrón de desarrollo durante las tres primeras temporadas de cultivo también se manifiesta en el desarrollo de las coronas. Hatakeyama (1998), en un cultivo de peonías para obtener productos medicinales, encontraron que al primer año de cultivo, el peso de las raíces expresado en

kg MS/planta fue prácticamente el mismo que el peso de la corona inicial, ya que las raíces empezaron a crecer después de la mitad del ciclo de crecimiento de la segunda temporada.

La Figura 2.23 ilustra una idea del crecimiento de las peonías herbáceas a través de su primera, segunda y tercera primavera respectivamente.



Figura 2.23. Crecimiento de una planta de peonía herbácea en su a: primera, b: segunda y c: tercera primaveras, (D'Aoust, 2009).

### Estados fenológicos

La fenología es el estudio de los eventos periódicos que ocurren en forma natural a través del ciclo vital de las plantas. La obtención de los estados fenológicos independiza el tiempo cronológico del tiempo fisiológico, con lo que se pueden extrapolar resultados a condiciones distintas de donde se obtuvieron en relación a cambios en el medio ambiente.

Los estados fenológicos se presentan en un cultivo siempre, en todas las zonas productoras, pero su aparición o duración difiere debido a las condiciones climáticas que imperan en cada agroecosistema en particular. Este hecho permite relacionar, independientemente del lugar donde se encuentre la plantación, el crecimiento con eventos importantes de manejo y así se puede planificar sistemáticamente el manejo agronómico a partir de las observaciones obtenidas por varios ciclos, como selección de variedades y modelos de predicción de cosechas, (Covacevich y Sáez, 2005).

Al combinar la visualización del inicio del desarrollo sobre la superficie del suelo, las fases de la curva de crecimiento, (Figura 2.19) y las condiciones de la plantación después de la cosecha, se obtienen los siguientes estados fenológicos: yema, puño, hoja extendida, épica, botón premaduro (botón pre-cosecha), botón maduro (cosecha), pos-cosecha, senescencia (pre-dormancia) y dormancia. Estos estados corresponden a, aparición de las yemas sobre la superficie del suelo o brotación, estado en que la planta se alimenta de sus reservas, recuperación del estado autotrófico, máximo crecimiento, varas



Figura 2.24. Estados fenológicos establecidos en el cultivo de la peonía herbácea para flor de corte, a: yema, b: puño, c: hoja extendida, d: épica, e: botón pre-cosecha, f: cosecha, g: post-cosecha, h: senescencia, i: receso, (Covacevich y Sáez, 2005).

con las características adecuadas de corte y botón duro sin mostrar color, botón al estado de corte (cosecha), estado de la planta después de la cosecha (poscosecha), senescencia y receso o dormancia, respectivamente.

Los distintos estados fenológicos establecidos en el cultivo de la peonía herbácea para flor de corte a nivel de campo, se presentan en la Figura 2.24. A continuación se resumen las características de los estados fenológicos de las peonías de acuerdo a Covacevich y Sáez (2005):

### **Yema (brotación)**

A fines de invierno, inicios de primavera, cuando las temperaturas aumentan imperceptiblemente, las yemas de la corona empiezan a hincharse y la actividad metabólica es sustentada por las reservas alimenticias de la corona y raíces tuberosas, dándose inicio al consumo de los azúcares solubles movilizados desde los centros de almacenaje hacia los puntos de brotación. La aparición de las yemas en la superficie del suelo o etapa de brotación, en primavera, se caracteriza por una intensa actividad celular que dará origen a los jóvenes tallos de las peonías herbácea.

### **Puño**

En esta fase, se abren las vainas de las yemas y aparecen los primeros tallos con sus hojas semejan un puño, luego las hojas que se van desenrollando y se aumenta lentamente la velocidad de absorción de agua del medio externo. En la mayoría de las variedades, los tallos y hojas emergentes se ven rojas, color que se va perdiendo a medida que maduran y la hoja va adquiriendo su color verde. Esta etapa se caracteriza por el paso de yema a tallo y la tasa de crecimiento diario aumenta exponencialmente.

### **Hoja extendida**

La fase de puño termina cuando la planta presenta sus hojas extendidas, punto que indica que ya son funcionalmente fotosintéticas. Este punto en la curva de crecimiento determina el término de la fase logarítmica y el comienzo de la fase lineal y corresponde al parámetro  $x_1$ . Esta es una etapa en que el consumo de agua y nutrientes y por lo tanto, la producción de la materia seca todavía es baja. Los cambios visuales son casi imperceptibles a nivel de campo, pero la planta ha desarrollado todo su plano de arquitectura.

### **Epica**

Es la etapa donde las células multiplicadas y especializadas durante la fase anterior comienzan a crecer aumentando su tamaño considerablemente hasta que la tasa de crecimiento diario se hace máxima y en la curva de crecimiento se expresa como  $x_m$ . Esta etapa se caracteriza por el máximo crecimiento vegetativo y porque los botones florales, que ya alcanzan entre 5 y 10 mm de diámetro y el follaje se encuentran, prácticamente, a la misma altura. Como la tasa diaria de fotosíntesis aumenta drásticamente, la planta genera una alta extracción diaria de agua y nutrientes.

### **Botón pre-maduro (botón pre-cosecha)**

Este estado comienza al final de la fase de épica, cuando los botones se separan del resto de la biomasa por un crecimiento acelerado del tallo floral y termina cuando los botones se encuentran completamente formados y en su punto de corte. En la curva de crecimiento, este estado se encuentra definido por el parámetro  $x_2$ . En esta etapa, que es relativamente corta toda la planta está orientada a la floración, la cual es interrumpida por la corta.

### **Botón maduro (cosecha)**

Etapa en que el botón está en su punto de corte, todavía con el cáliz cerrado o mostrando color dependiendo de la variedad. Este punto ocurre antes de la flor abierta y con sus semillas maduras y por esta razón no se ha incluido la antesis dentro de los estados fenológicos de las peonías para corte. Incluso, las flores que no se cosechan deben ser decapitadas para impedir el desgaste de las reservas en la formación de semillas. En general la cosecha de las peonías tiene una duración entre 15 y 30 días dependiendo de las variedades establecidas, de la ubicación geográfica de la zona productora y de las condiciones de temperatura de la primavera.

### **Poscosecha**

Es la etapa comprendida entre la cosecha y la senescencia y dependiendo de la zona productora puede durar desde cinco meses, donde se cosecha a fines de octubre (VI Región), hasta un mes en Magallanes, donde se cosecha en enero y las plantas empiezan su senescencia a principios de marzo. En este período es muy importante que las plantas, continúen en un estado hídrico, nutricional y fitosanitario óptimo, para que la fotosíntesis del follaje remanente de la cosecha (30 a un 50% de su biomasa anual), produzca suficientes alimentos de reserva para sustentar el crecimiento inicial de la temporada siguiente.

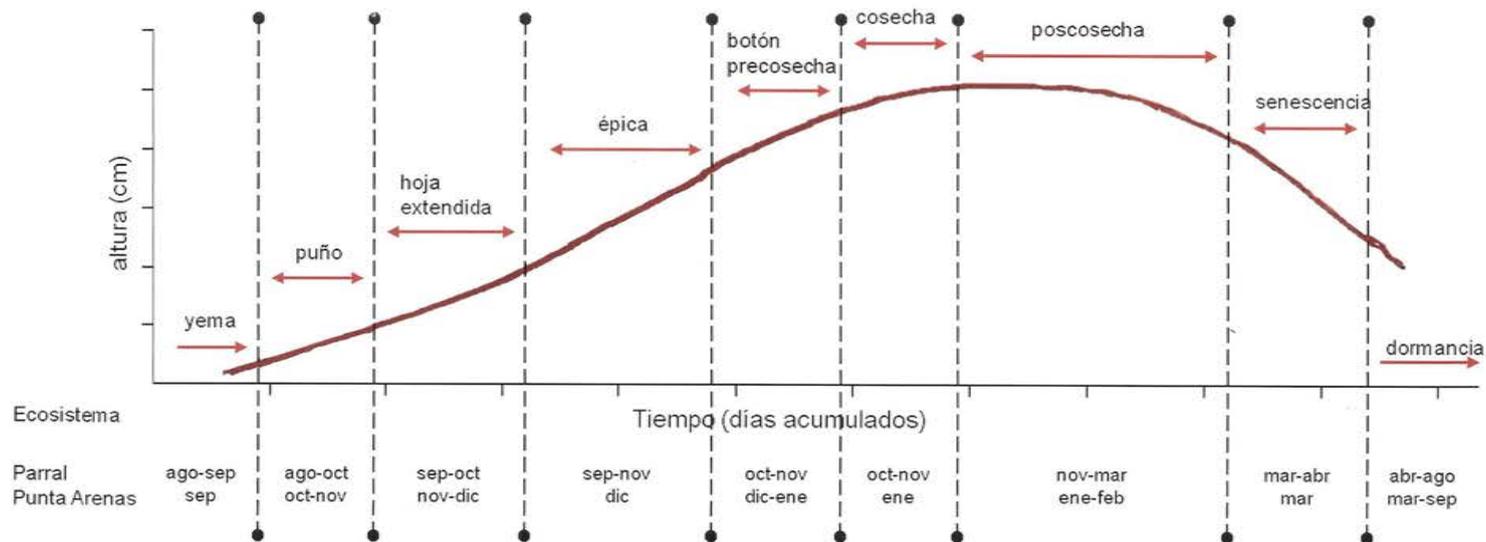


Figura 2.23. Esquema de los estados fenológicos definidos en terreno, (Covacevich y Sáez, 2005; Sáez y Navarro, 2010).

### **Senescencia**

Corresponde al período en que las temperaturas de otoño empiezan a disminuir y las hojas translocan todos los nutrientes generados hacia los centros de almacenamiento empezando a mostrar un color bronceado o rojizo preparándose para caer. Al inicio de la senescencia se debe fertilizar y luego, antes del final de la senescencia, sin esperar que las hojas sufran un deterioro mayor, debe iniciarse la poda.

### **Dormancia (receso)**

Esta etapa, que empieza después de la senescencia y termina luego de un número de horas-frío que rompen la organización hormonal interna que determina la dormancia y permite a las plantas brotar. Se caracteriza porque la planta se encuentra en receso metabólico para hacer frente a las bajas temperaturas de invierno. En caso de condiciones todavía adversas después de cumplida la dormancia, la planta se mantiene en estado de post-dormición hasta que la suma térmica sea adecuada para la brotación. Sin embargo, aún cuando la actividad pasa desapercibida, las yemas y raíces de las peonías siguen creciendo bajo el suelo después de la poda, hasta que las primeras yemas aparecen en la superficie y el desarrollo se hace evidente.

En la Figura 2.23, se presentan las fechas en que ocurren los distintos períodos fenológicos en Parral y Punta Arenas. El rango de cada período abarca las variedades tempranas, de media estación y tardías y se desplazan de acuerdo a los distintos agroecosistemas donde se producen las peonías en el país.

En el esquema presentado en la Figura 2.23, se puede observar que tanto en Parral como en Punta Arenas se mantienen los mismos estados fenológicos, pero su ocurrencia difiere en forma sustancial. En Parral la brotación empieza fundamentalmente en agosto y en Punta Arenas en septiembre. Luego, en Parral las peonías llegan a su estado de cosecha entre la última semana de octubre y las dos primeras semanas de noviembre, lo que implica un período de 5 meses (entre noviembre y marzo) para la acumulación de reservas que permiten el rápido crecimiento en la primavera siguiente.

Por otro lado en Punta Arenas, debido a las bajas temperaturas promedio de primavera y verano, la acumulación de grados-día para llegar desde brotación a cosecha se logra en un período de 4 a 5 meses (septiembre a enero) por lo que posteriormente la acumulación de reservas solo se puede llevar a cabo durante 1 a 2 meses (febrero y parte de marzo). Esta situación explicaría la causa de los menores rendimientos y la imposibilidad de que algunas variedades muy tardías lleguen al punto de cosecha en la Región de Magallanes.

# 3

## Plantación y cultivo

---

**E**ste capítulo tiene por objetivo entregar una visión general e integrada del conjunto de prácticas culturales y su secuencia en el desarrollo de una plantación de peonías. No obstante, la fertilización, el riego y el control de enfermedades, plagas y malezas son analizadas en profundidad en los capítulos correspondientes.

### Requisitos para establecer la plantación

#### Requerimientos edafoclimáticos

Rogers (1995), indica que las peonías se encuentran entre las plantas perennes muy fáciles de cultivar, ya que para desarrollarse en forma óptima solo necesitan humedad en primavera, buen drenaje y un clima con una temporada de frío que satisfaga sus requerimientos de vernalización y dormancia. Con un buen manejo agronómico y una comercialización adecuada, es un cultivo cuyo rendimiento económico llega a ser muy interesante, (Auer y Greenberg, 2009).

#### Clima

La diversificación climática en nuestro país, ha permitido llegar al mercado del hemisferio norte con peonías cosechadas desde fines de octubre en la zona central hasta enero en la zona austral, (Sáez, 2002).

Para obtener una buena cosecha de peonías se requiere un número determinado de horas-frío al igual que en manzanos y otros frutales y este requerimiento es satisfecho cuando la temperatura del suelo permanece en un rango de temperaturas relativamente bajas por un período suficientemente largo. Un invierno frío es absolutamente necesario, pero no es requisito

temperaturas bajo cero, (Rogers, 1995; Kamenetsky, 2004). El número de horas-frío bajo umbrales de temperaturas entre de 5 y 7 °C, necesarios para el quiebre de la dormancia y el inicio de la emergencia es de alrededor de 1.000 horas o 42 uF, (Fulton, Hall y Catley, 2001; Halevy et al., 2002 y Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005).

Una vez cumplidas las horas-frío necesarias, la corona, parte central de la planta, recibe la señal para que los tallos comiencen a elongar cuando el suelo comienza a calentarse en primavera, (Armitage, 1995).

Cuando sólo se dispone de las temperaturas máximas y mínimas entregadas por la Estación Meteorológica mas cercana, (estaciones experimentales del INIA, aeropuertos, puertos, estaciones de la Dirección de Aguas), existen métodos que permiten estimar las horas-frío y uno de ellos es el desarrollado por Santibáñez y Uribe (2001), que entrega la relación entre la temperatura mínima media mensual y la acumulación de frío bajo 7 °C, (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Relación entre la temperatura mínima media mensual y la acumulación de frío bajo 7 °C, (Santibáñez y Uribe, 2001).

T° mín. mensual	Acumulación de horas de frío mensual (HF)									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-1.0	466	472	478	484	490	496	502	503	514	520
0.0	460	545	440	442	436	430	424	418	412	406
1.0	400	394	388	382	376	370	364	358	352	346
2.0	340	334	328	322	316	310	304	398	292	286
3.0	280	274	268	262	256	250	244	238	232	226
4.0	220	213	207	201	195	189	184	178	172	167
5.0	162	158	153	149	144	139	134	130	125	120
6.0	116	112	108	104	100	96	93	89	85	81
7.0	78	75	71	68	65	62	59	56	53	50
8.0	47	45	42	39	37	35	32	30	29	27
9.0	25	23	21	20	19	17	16	15	14	13
10.0	12	11	10	9	8	7	6	5	5	4
11.0	4	3	3	2	2	1	0	0	0	0

Las temperaturas óptimas para el crecimiento de las peonías entre brotación y floración, están entre 21 °C en el día y 10 °C en la noche que corresponden a primaveras de temperaturas moderadamente altas. Temperaturas mas elevadas pueden causar aborto de botones y sobre los 22 °C la floración puede ser muy rápida con varas muy cortas, (Stimart, 1989; Kamenetsky et al., 2003).

El número de días-grado (entre 5 °C y 7 °C), que necesitan las peonías de brotación a cosecha están entre 700 y 900 días-grados acumulados, dependiendo del grado de precocidad de cada variedad. (Aoki, 1991; Fulton, Hall y Catley, 2001; Gómez y Sáez, 2001).

Estos datos pueden ser utilizados como referencia para la elección del área donde se desea localizar la plantación, tomando en consideración los meses de mayo, junio, julio y agosto, especialmente en la zona central que está en el límite de las horas-frío necesarias para la vernalización y el quiebre de la dormancia de las peonías.

### **Suelos**

Las peonías, al igual que todos los cultivos, prosperan mejor en un suelo franco, profundo, fértil y sobre todo bien drenado. Sin embargo, presentan un amplio rango de adaptación y crecen tanto en suelos arenosos donde tienen tendencia a producir más follaje que flores, como en suelos arcillosos, donde demoran más en establecerse pero su producción de flores, generalmente, es mayor, (American Peony Society, 2001).

Aún un subsuelo arcilloso, si se halla bien drenado permite una buena producción, en general se puede indicar que las peonías son tolerantes a una amplia gama de condiciones de suelo pero no toleran condiciones de mal drenaje. El rango de pH para el crecimiento adecuado de las peonías está entre pH 5,5 y 7,5, (Rogers, 1985; Harding, 1995; Page, 1997; Fearnley-Whittingstall, 1999; American Peony Society, 2001). Bajo pH 5.5 se recomienda encalar solo si existe, al mismo tiempo, una alta concentración de aluminio de intercambio, (Sáez, 2002).

Toda intervención o acondicionamiento del suelo, como por ejemplo encalar o aplicar materia orgánica, para establecer las peonías debe ser evaluado y ejecutado antes de plantar, ya que puede suceder que sea más caro implementar el sitio elegido en primera instancia, que elegir una superficie adecuada en otro lugar.

### **Elección del sitio de la plantación**

Para la elección de los sectores de plantación dentro de cada predio y asegurar la producción de flores de corte de especies perennes como las peonías, Stevens (1998), propone considerar los siguientes parámetros: buen drenaje, textura y estructura adecuada, disponibilidad de servicios

básicos, zonas libres de heladas, zonas protegidas del viento, maquinarias necesarias, construcciones, disponibilidad de mano de obra, acceso a las rutas principales, distancia al aeropuerto o al lugar de transporte.

### **Análisis físico y morfológico del perfil del suelo**

La observación y el reconocimiento de un terreno antes de la plantación constituyen prácticas indispensables para asegurar un adecuado establecimiento y desarrollo de las plantas. El propósito básico es observar si existen las condiciones apropiadas del suelo para el crecimiento de las coronas y raíces y una adecuada aireación e infiltración del agua.

Para elegir entre los sectores considerados para establecer la plantación de peonías, abrir una calicata de 1 m x 1 m y como mínimo de un 1.5 m de profundidad permitirá visualizar las distintas estratas y su secuencia en el perfil del suelo, pudiéndose detectar las distintas texturas, presencia de estratas compactadas, zonas de reducción derivadas de un mal drenaje en alguna época del año y finalmente, la profundidad aprovechable del suelo por las raíces, (Figura 3.1).

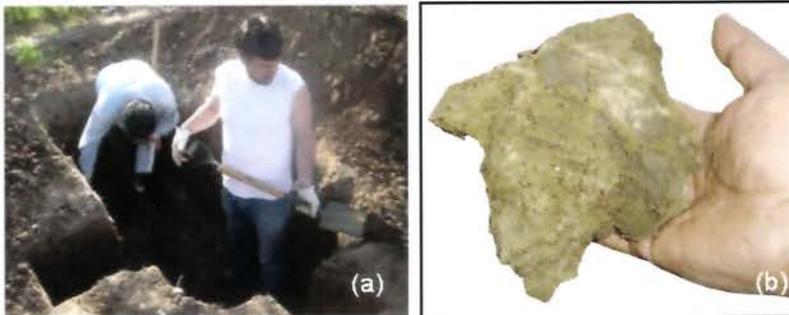


Figura 3.1. a: la observación del perfil del suelo en una calicata permite detectar la presencia de algún impedimento físico y definir el tipo de labores necesarias, b: forma característica de un terrón muestreado en un horizonte compactado, (Carrasco, Antúnez y Lemus, 2010).

Suelos, con una profundidad aprovechable menor de 60 cm, con texturas muy arcillosas o muy arenosas, con estratas compactadas y con presencia de moteados indicadores de mal drenaje, deberían ser descartados.

## Material genético

Una plantación de peonías debe partir con la obtención de un material genético que cumpla con un buen tamaño (coronas con un peso mínimo de 180 g), tres a cinco yemas definidas de tamaño adulto (además de algunas yemas pequeñas e inmaduras) y condiciones fitosanitarias óptimas, (Sáez, 2002).

Las mejores coronas para plantar son aquellas conocidas como división estándar, que es una pieza cortada desde una planta adulta que tiene una porción de corona con yemas y raíces tuberosas que se desarrollarán en la siguiente primavera y que es equivalente a una planta de un año, (Figura 3.2).



Figura 3.2. Tamaño relativo de una planta de peonía de un año cumplido en una plantación de Curicó, VII Región, (Covacevich, 2008).

Una corona con una sola raíz tuberosa y sin raíces laterales, aunque tenga tres a cinco yemas, siempre va a tener una lenta partida, cada división debería tener dos a tres raíces laterales desplegadas desde la corona o justo bajo ella, (American Peony Society, 2001).

Por otro lado, las raíces no deben ser muy gruesas, siendo las que tienen un diámetro de 1.5 a 2.5 cm las más adecuadas para responder a la plantación. Las raíces más gruesas generalmente se pudren entre el primer y segundo año y si no han desarrollado suficientes raíces nuevas antes de la pudrición natural, las plantas toman más tiempo en recuperarse. Esta situación está directamente relacionada con la edad de la planta dividida y por esta razón, si se desea obtener plantas nuevas, se recomienda no dividir plantas de más de 4 años, (Rogers, 1995).

Se debe considerar que las coronas de peonías no entran en producción hasta que cicatrizan las lesiones dejadas por la división, por lo

que mientras más gruesas o viejas, sean las raíces reservantes divididas más tarde la planta en entrar en producción como se muestra en la Figura 3.3.



Figura 3.3. a y b: coronas sin raíces absorbentes después de cumplir una temporada de crecimiento y con raíces tuberosas que indican un material genético de mucha edad. En a, la corona, presenta raíces hacia arriba y crecimiento de los nuevos brotes por debajo. Aún cuando son de plantaciones diferentes, el origen de las coronas (a y b) es Holanda y es un tipo de material que no debiera ser aceptado por los productores, (Saez, 2002).

Si las raíces tuberosas o reservantes son muy largas y numerosas, crecen pequeñas raíces tuberosas nuevas, en desmedro de la producción de raíces absorbentes. Para obtener un óptimo crecimiento, el largo de las raíces tuberosas a la plantación debiera ser de 10 a 15 cm, el corte final de las puntas debería ser en bisel y si hay dos raíces que se entrecruzan, una debería ser eliminada. También deben ser eliminadas todas aquellas raíces que pasan por encima de la parte superior de la corona, (Hernández, 2001).

Hernández (2001), señala que la cantidad de raíces tuberosas que una división debe tener, está determinada por el número de yemas que la división contiene. Una práctica eficiente, es considerar que se debe dejar, como mínimo, una raíz con el tamaño del dedo índice por cada yema madura, (Figura 3.4).

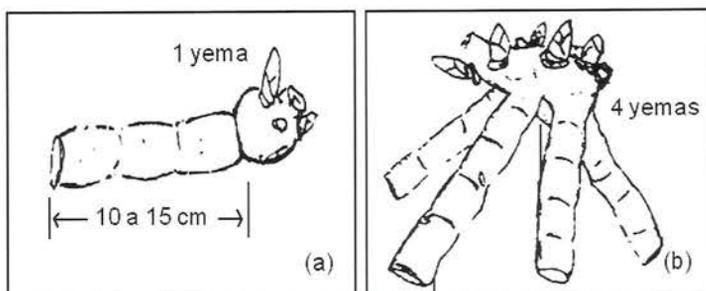


Figura 3.4. Esquema de la cantidad de raíces reservantes que se deben dejar en la corona al dividir o que debe tener el material genético adquirido, a: una yema, b: cuatro yemas adultas, (Hernández, 2001).

Aun cuando una división estándar es el equivalente a una planta de un año (Figura 3.2), en general, los proveedores de peonías herbáceas indican en sus catálogos dos tipos de material: coronas o rizomas de 2 a 3 yemas y coronas o rizomas de 3 a 5 yemas. La diferencia principal entre estas ofertas está en el precio y es así como una corona de 3 a 5 yemas puede llegar a costar el doble de una de 2 a 3 yemas. Sin embargo, además del precio hay que tener en cuenta que una corona con 3 a 5 yemas entrará en producción comercial a la tercera temporada, en cambio la corona de menor número de yemas puede entrar en producción a la cuarta o quinta temporada a partir del establecimiento.

Sobre todo hay que tener estas consideraciones porque el 44.3% de las inversiones en un proyecto de este tipo está dado por la compra de las coronas, (Fundación para la Innovación Agraria, 2008). En el caso de no tener que adquirir la infraestructura de frío y packing, las coronas o plantas alcanzan el 51.8% de las inversiones, (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Costos de inversión para 1 hectárea de peonías (pesos de diciembre de 2007), (FIA, 2008).

Inversión inicial	Monto (miles de \$/ha)
material vegetal	26.411
diseño e instalación del sistema de riego	2.150
equipo para la aplicación de agroquímicos	1.360
cámara de frío e infraestructura para embalaje	8.540
sectorización, cortavientos o sombreado	1.750
preparación de suelos	420
capital de trabajo	18.944
<b>Total inversión (miles de \$/ha)</b>	<b>59.575</b>

Un productor debe considerar que la base de su negocio está en las plantas utilizadas en el establecimiento de la plantación. Hay variedades cuyo material genético es muy caro y el precio de venta/vara también es alto, pero su productividad es relativamente baja especialmente en algunas condiciones edafoclimáticas. Por el contrario, hay variedades cuyas coronas tienen un precio menor y su productividad es alta o muy alta, con lo cual el volumen que se puede producir con un mismo número de plantas tiene finalmente un retorno mayor, (Fitzgerald, 2003).

En el mercado de coronas o rizomas, las peonías se clasifican de acuerdo a tres características: forma o tipo de las flores, período de floración y cultivar. Normalmente, se reconocen cuatro formas: simples, japonesas/anémonas, semi-dobles y dobles, sin embargo, algunos proveedores ofrecen

también la forma corona y bomba, lo que es menos común ya que estos tipos son incluidos en las peonías dobles como un todo.

Dentro del período de floración, se pueden distinguir tres categorías: tempranas, de media estación y tardías. Aún cuando hay proveedores que ofrecen variedades muy tempranas, de media estación temprana, media estación, media estación tardía y muy tardías. Esta es una clasificación del tiempo de floración relativa a la estación de crecimiento y que en caso de una plantación comercial de peonías de corte, indica la disponibilidad de flores a través de un período de oferta más largo.

La certificación de las variedades adquiridas llega a ser fundamental, ya que debido al gran número de variedades disponibles en el mercado muchas veces el material comprado no coincide con el que florece y por lo tanto, se recomienda adquirir el material genético donde proveedores que pueden asegurar el material disponible, (American Peony Society, 2001; Auer y Greenberg, 2009).

En la actualidad todavía no hay material genético suficiente en el país para abastecer a las distintas zonas edafoclimáticas y en el caso de variedades específicas se debe acudir a proveedores del hemisferio norte. En el país, el origen de la mayoría de las plantas en producción ha sido Holanda y solo un pequeño porcentaje ha sido adquirido en Estados Unidos, Francia o China.

El productor debe asesorarse con respecto a las variedades que va a establecer de acuerdo a su agroecosistema y contactar a los distintos proveedores. Si es un proveedor nacional, éste debería estar inscrito como viverista en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y si se va a importar, se debe tener la seguridad que el material vegetal elegido cumpla con los requisitos establecidos por el SAG para su internación a Chile.

## **Consideraciones y actividades pre-plantación**

### **Rotación**

Es importante evitar establecer peonías sobre peonías ya que después de este cultivo pueden quedar formas de resistencia de organismos patógenos en el suelo, a los cuales se debe quebrar su ciclo de desarrollo. Una vez levantada una plantación se debe establecer una rotación de cultivos como avena, trigo o leguminosas al menos por 2 a 3 temporadas, ya que se debe considerar que una plantación de peonías está en el mismo terreno al menos 8 temporadas, (Sáez, 2002). Manzano (2008), indica que los

productores holandeses no establecen peonías sobre peonías debido a que los compuestos orgánicos liberados por las raíces, tienen un efecto tóxico sobre la nueva plantación.

En el caso de los viveros donde las plantas ocupan el suelo no más de 4 años, se puede establecer una rotación con avena por una temporada, rotación que se utiliza comúnmente en China (Figura 3.5).



Figura 3.5. Rotación trigo-peonías en un vivero en Heze (China) (Saez, 2009). Las condiciones sanitarias de las plantas de viveros chinos es excelente, también destacado por Schiappacase y Suárez, (1998).

Hostachy y Savio (2001), no recomiendan establecer las peonías sobre cultivos de papas, frutillas o viñas, debido a que los organismos patógenos que los atacan también son un riesgo para el cultivo de las flores de corte.

Por otra parte, la incorporación de cultivos como abono verde tiene un efecto muy importante en la preparación del suelo antes de la plantación de las peonías de corte. Sansone y Vosburg (2000), indican que en un año se pueden utilizar de uno a cinco diferentes cultivos, como por ejemplo trébol blanco, poroto, avena, alfalfa o lupino, que deben ser totalmente incorporados en el estado de máxima producción de materia verde (50% de floración), antes que aparezcan las semillas.

Un año de abono verde en la rotación antes de la plantación, mejora significativamente la estructura del suelo y su actividad biológica, y eventualmente disminuye el uso de pesticidas. Importantes cantidades de material vegetal incorporado al suelo promueven la proliferación de los microorganismos benéficos o predadores naturales de hongos, bacterias y

nemátodos fitopatógenos que pueden afectar a las peonías a través de su cultivo, (Sansone y Vosburg, 2000; González, 2007; France, 2011).

### **Análisis de fertilidad del suelo**

El análisis químico de la disponibilidad de nutrientes tiene como objetivo determinar la fertilización de fondo.

Una vez elegido el potrero o el sitio de plantación se debe tomar una muestra del suelo para definir la fertilización de fondo, que tiene como objetivo corregir el contenido de nutrientes del suelo. En la Figura 3.6, se presentan las etapas que deben cumplirse en el muestreo.

El muestreo debe ser muy riguroso ya que se pretende representar en un pequeño volumen de muestra, toda la problemática nutricional del sector elegido para la plantación. Aunque el sector de la plantación no tenga una gran superficie, puede haber tenido distintos manejos o presentar suelos con características diferentes y en esas condiciones, puede ser necesario considerar distintas unidades de muestreo. Cada unidad de muestreo debe estar conformada por 3 a 7 sub-muestras, para lograr una muestra representativa del sector de plantación.

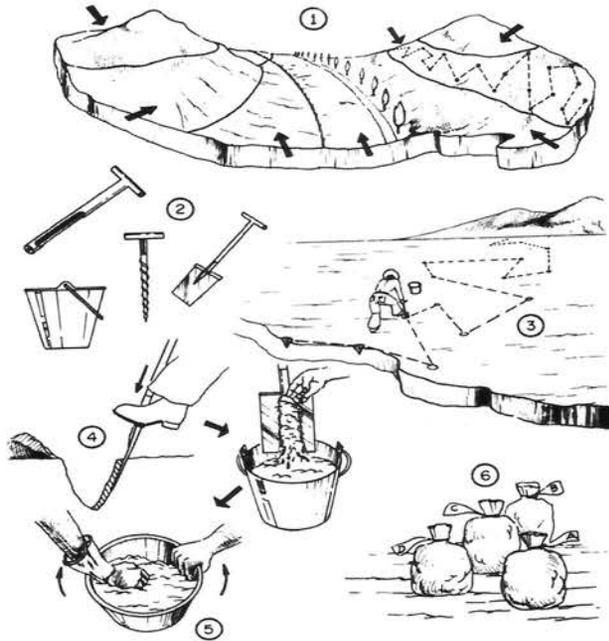


Figura 3.6. Esquema de las etapas en el muestreo de suelos para la fertilización de fondo, (Graetz, 1995).

La profundidad de muestreo es de 20 cm y esta profundidad debe respetarse para obtener un diagnóstico preciso. La época de muestreo es indiferente siempre que sea posible obtener una muestra sin dificultades, como podría ser con el suelo seco o demasiado húmedo.

Se debe considerar que hasta el momento no existe un método para definir químicamente la disponibilidad de N del suelo, por lo que se debe descartar en los análisis que se soliciten al laboratorio. Tampoco es necesario analizar el aluminio y el calcio de intercambio en suelos con un pH superior a 5.5.

En la Figura 3.6 y en el Cuadro 3.3, se presenta el protocolo de muestreo del suelo para obtener la disponibilidad de nutrientes:

Cuadro 3.3. Parámetros a considerar en el momento de tomar una muestra de suelo para análisis químico y los análisis que se deben solicitar al laboratorio, (Rodríguez, 1991).

Parámetros	Actividad
materiales	pala plana balde bolsas (doble bolsa y entre ellas poner la etiqueta) etiquetas( preferiblemente de cartón)
unidad de muestreo	dividir la plantación en sectores o unidades de muestreo, es decir en sectores de características y/o suelo manejo homogéneos (edad de las plantas por ejemplo).
sub-muestras	en cada sector de muestreo se deben tomar de 3 a 7 sub-muestras dependiendo del tamaño del sector.
profundidad	la profundidad de muestreo es de 0 a 20 cm.
forma de muestreo	en zig-zag o diagonal
cantidad de muestra	mas o menos 1 kg de suelo húmedo
procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. dividir la plantación en unidades o sectores de muestreo.</li> <li>2. reunir los materiales indicados</li> <li>3. trazar mentalmente un mapa desde donde se partirá hasta donde se llegará muestreando en zig-zag o en diagonal</li> <li>4. una vez localizado el punto de muestreo raspar bien la superficie del suelo para eliminar el pasto o restos de malezas. Con la pala plana hacer un hoyo en forma de V de 20 cm de profundidad. Extraer una de las caras con un grosor de 3 cm y una altura de 20 cm (profundidad de muestreo). Del volumen de suelo que queda en la superficie de la pala, eliminar los bordes dejando un volumen central de 5 cm de ancho, que corresponde a la sub-muestra, (Figura 3.6).</li> <li>5. las sub-muestras, a medida que se van obteniendo deben ser depositadas en el balde, para que al final del muestreo se mezclen exhaustivamente dando lugar a una muestra de aproximadamente un kilo de suelo húmedo.</li> <li>6. una vez obtenida la muestra, colocar en una bolsa de plástico y luego introducir ésta, en una segunda bolsa y colocar entre ambas bolsas la identificación, consistente en una tarjeta durable (cartón) escrita con letra clara y tinta indeleble, para ser enviada al laboratorio.</li> </ol>
análisis físicos	textura superficial (0-20 cm)
análisis químicos	pH materia orgánica P-Olsen aluminio extractable potasio de intercambio magnesio de intercambio azufre disponible boro disponible

## **Análisis nematológico**

El análisis nematológico debe tener como finalidad la obtención de una cantidad de suelo y/o partes de vegetales, para determinar la presencia de nemátodos tanto cualitativa como cuantitativamente y de esta manera recomendar las medidas más adecuadas en el manejo y control de estos fitopatógenos, (González, 2007).

En general, la profundidad media de muestreo en superficies con o sin cultivos debe ser de 20 cm, que es la profundidad de mayor densidad de raíces absorbentes, las más susceptibles de ser parasitadas. Una vez obtenidas las sub-muestras, éstas deben mezclarse bien y el peso de la muestra debe ser de 0.5 a 1 kg de suelo húmedo, que debe ser puesto en una bolsa plástica limpia.

No se recomienda dejar la muestra en bolsas de papel ya que estas absorben la humedad del suelo, en todo caso, lo ideal es enviar la muestra inmediatamente al laboratorio y si esto no es posible, debe ser puesta en un lugar fresco evitando la exposición al sol. Al igual que en el muestreo del suelo para análisis químico, se recomienda poner la muestra en una segunda bolsa y entre las dos poner las etiquetas con los datos para evitar el borrado accidental de la identificación.

Las muestras pueden tomarse en cualquier época del año pero en la práctica se recomienda que el muestreo sea realizado cuando la plantación se pueda recorrer con facilidad, con el suelo a capacidad de campo.

Las formas de realizar un muestreo de suelo para un análisis nematológico son generalmente dos, una para el muestreo de suelo en terrenos sin cultivos y otra para el muestreo de suelo en terrenos con cultivos establecidos, (González, 2007).

En un terreno sin cultivos, para que una muestra sea adecuada y representativa de una superficie de 1 hectárea debe estar compuesta al menos por 25 sub-muestras, las cuales uniformemente mezcladas, darán origen a la muestra final. Las sub-muestras de 50 g cada una, deben tomarse distanciadas a 10 a 15 metros en diagonal o zig-zag, de tal manera que el muestreo cubra toda la superficie que se desea analizar, tal como se muestra en la Figura 3.7 a y b.

En un suelo con plantaciones establecidas, si existen sectores con síntomas evidentes de falta de vigor y sectores con plantas aparentemente sanas, debe realizarse un muestreo en forma separada, de acuerdo a lo indicado en la Figura 3.7 c.

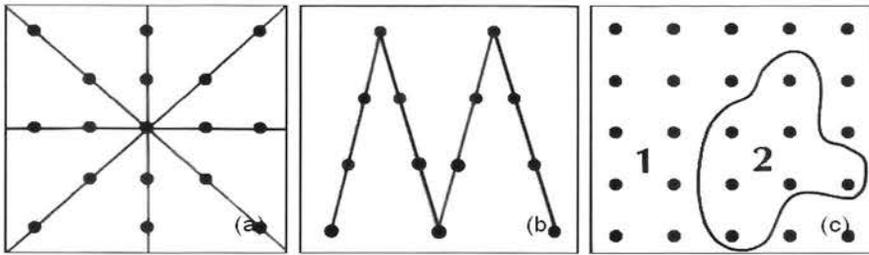


Figura 3.7. a y b: Diagramación para la toma de la muestra de suelo para análisis nematológico en un potrero sin cultivos. c: forma de muestreo en sectores con plantas sanas (1) y afectadas (2), (González, 2007).

En las plantaciones de peonías las sub-muestras deben tomarse alrededor de las plantas y si el riego es por goteo, deberán obtenerse del gotero más cercano a la planta. Por cada hectárea muestreada, debe dejarse dos muestras finales de 0.5 a 1 kg de suelo/muestra, con restos de raíces y raicillas.

### Preparación del suelo

En el país, generalmente, se presentan dos alternativas, un suelo sin cultivo previo o un suelo ya cultivado y en ambos casos se debe trabajar con anticipación para dar tiempo a la desaparición de la vegetación o malezas. Incluso se recomienda si fuera posible, empezar la preparación de suelos algunos años antes de la plantación, (American Peony Society, 2001).

Algunos autores recomiendan que la temporada anterior a la plantación de peonías se establezca un cultivo de gramíneas o leguminosas para ser incorporado en su máximo crecimiento vegetativo como abono verde, de esta forma, además de favorecer la estructura del suelo por la acción de las raíces y quebrar los ciclos de organismos fitopatógenos, se contribuye a la incorporación de nitrógeno disponible (material verde, muy lábil, con una baja relación C/N) y materia orgánica.

La preparación del suelo tiene dos objetivos bien definidos:

- establecer una cama de plantación con buena aireación que permita un activo desarrollo de las coronas, raíces tuberosas y una masa de raicillas absorbentes y pelos radicales lo más rápidamente posible,
- controlar malezas con anterioridad a la plantación de forma de reducir su población durante el desarrollo del cultivo.

Para el control de las malezas, se debe considerar el barbecho químico en una secuencia de aplicaciones de glifosato intercaladas con labranzas en un período de 5 a 6 meses, que conduzcan a mullir el suelo y a impedir la germinación de nuevas malezas para lograr su control, (Figura 3.8).



Figura 3.8. Plantación con un buen control de malezas y crecimiento óptimo a partir de una adecuada preparación de suelos, (Parral, VII Región).

El número y tipo de labranzas dependen del tipo de suelos y el resultado debe ser una cama de plantación adecuada que, en algunos casos, puede requerir una labor de nivelación del suelo.

En el último rastraje de la preparación del suelo, se incorpora la fertilización de fondo, un herbicida suelo-activo y un insecticida para controlar larvas. Las cantidades de fertilizantes se obtienen a partir de los resultados del análisis del suelo realizado previamente.

En el caso de un suelo arcilloso, que acumule una gran cantidad de agua en el invierno produciendo anegamiento y mas aún si se presentan zonas deprimidas o bajas, se debe diseñar una red de drenajes superficiales como zanjas o cunetas en los costados de la plantación con pendiente hacia un lugar de acumulación o hacia otros desagües de mayor capacidad, que evacúen el agua fuera del sector a un dren natural, (Figura 3.9).

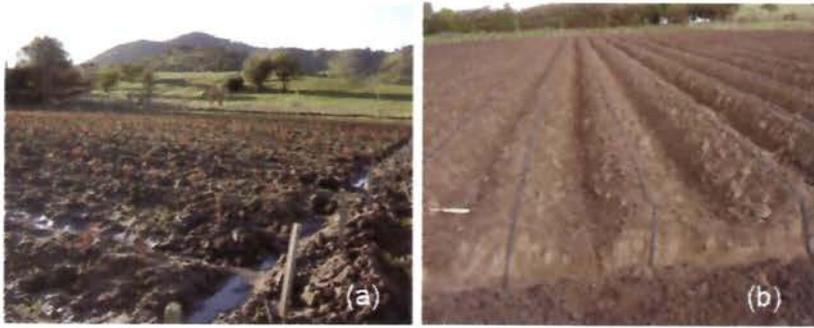


Figura 3.9. a: problemas de evacuación de aguas lluvias en un suelo de textura fina, b: camellones para solucionar el problema, (VI Región).

### Camellones y camas

Si se presenta una estrata sub-superficial compactada, es recomendable romperla con un arado subsolador y posteriormente establecer las coronas en camellones, para prevenir condiciones de exceso de humedad. La altura de los camellones dependerá del contenido de arcilla y de la pluviometría del área de plantación (Figura 3.9).

Algunos autores como Sansone y Vosburg (2000), ponen mucho énfasis en la profundidad de cultivo en el desarrollo de las coronas y raíces tuberosas de las peonías y para lograr este objetivo proponen elevar el horizonte superficial en camas de 25 cm de alto y 90 cm de ancho, con pasillos de 0.80 a 1 m.

Esta estructura, que permite doble hilera de plantación en un marco de 40 cm x 40 cm (en triángulo), aumenta la profundidad, el espacio poroso, la capacidad de aireación y retención de agua del suelo y como resultado final, un mayor desarrollo radicular con un aumento en la producción de flores y en el vigor de las plantas.

### Marco de plantación

Antes de plantar se debe decidir el marco de plantación, ya que de acuerdo a él se diseñarán el sistema de riego, los cortavientos y el sombreadamiento. En el caso de una plantación para peonías de corte, el marco de plantación depende del método de cultivo (mecanizado o manual), zona climática (en zonas muy lluviosas se recomienda separar las plantas a un metro en cuadrado o 10.000 plantas/ha, para evitar la incidencia de

*Botrytis spp.*) y finalmente la superficie disponible, (Stevens et al., 1993; Page, 1997; American Peony Society, 2001).

El marco de plantación de las peonías es muy diverso, por ejemplo, Allemand (2001), señala que la densidad adecuada es de 2 plantas/m<sup>2</sup> y Pacific Flowers (1996) de 1.3 plantas/m<sup>2</sup>. Así las recomendaciones van desde 7.000 a 40.000 plantas/ha, en hileras simples a ras de suelo o en camellones con distancias de 46, 60, 90 y 120 cm sobre la hilera y pasillos de 80 a 120 cm y en camas con doble hilera a 40 cm sobre la hilera y 80 cm entre hileras o 40 cm sobre y 40 cm entre hileras (en triángulo) y pasillos de un metro que faciliten la cosecha por ambos lados, (Holloway, Hanscom y Matheke, 2005).

En la Figura 3.10, se muestra una plantación en triángulo (a) y una plantación en hileras simples (b).



Figura 3.10. a: plantación en triángulo, b: plantación en hileras simples, (Noguer y Manzano, 2011).

Debido a que las peonías necesitan luz para su actividad fotosintética y una libre circulación de aire para evitar la acción de los patógenos, no se recomienda una alta densidad, especialmente en zonas lluviosas. En zonas donde las peonías alcanzan un mayor desarrollo se debe optar por una densidad de plantación menor. En Fairbanks (Alaska), Fitzgerald (2003), indica que la densidad de plantación es de 20.000 plantas/ha, o sea, el doble de lo que se recomienda en las XI y X Regiones y es comparable a la densidad de plantación utilizada en Magallanes, (Sáez, 2002).

La American Peony Society (2001), recomienda plantar para un cultivo de flor de corte a 120 cm entre hilera y 120 cm sobre la hilera de manera de permitir cruzar el cultivo con maquinaria y para un cultivo de coronas (vivero), recomienda una distancia de 120 cm entre hileras y 45 cm sobre la hilera.

Los productores estadounidenses utilizan en forma mayoritaria la plantación en hileras dobles a 50 cm entre hileras y 75 cm sobre la hilera y un pasillo de un metro, mientras que en Holanda los productores plantan en camas con 4 hileras a 40 cm en cuadrado y pasillos de un metro. Holloway, Hanscom y Matheke (2005), utilizando la variedad Sarah Bernhardt ensayaron tres distancias de plantación sobre la hilera, 30, 45 y 60 cm, no encontrando diferencias estadísticamente significativas en la producción comercial de flores entre los distintos tratamientos, fundamentalmente porque la evaluación fue sobre plantas jóvenes que no habían desarrollado convenientemente su corona y su sistema radicular.

Un buen índice para determinar el marco de plantación es asumir que una planta de peonía necesita como mínimo, un diámetro de 40 cm de zona radicular, que es cubierto completamente por el follaje o canopia después de la segunda estación de crecimiento, (Sansone y Vosburg, 2000).

Por lo tanto, la elección del marco de plantación debe estar basado en el potencial de crecimiento en la zona, la superficie disponible y las posibilidades de desarrollo de la plantación. Sin embargo, también es muy importante tener en cuenta que el número de rizomas por unidad de superficie está directamente relacionado con la rentabilidad del negocio y por esta razón Valdivia (2002), ha recomendando una densidad de plantación de 23.400 coronas/ha, lo que aseguraría un retorno adecuado.

### **Instalación del sistema de riego por goteo**

El sector elegido para la plantación debe contar con agua de riego, con un caudal suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de la superficie de la plantación. Aún en agroecosistemas con una alta pluviometría en primavera y verano, la disponibilidad de agua de riego es indispensable ya que en algunos años, las lluvias son escasas o su distribución es muy irregular. En estas condiciones el estrés hídrico afectará la producción y la calidad de las peonías y las pérdidas económicas pueden ser superiores a las de la instalación de un sistema de riego, (Figura 3.11).

El tipo de riego más adecuado en una plantación de peonías es el riego por goteo por ser el más eficiente y económico en su utilización aún cuando, requiere una mayor inversión inicial. Con este sistema se reduce el peligro de enfermedades debido a que no moja las plantas y se puede agregar, a través del riego, fertilizantes y pesticidas, (Stevens et al., 1993;

Rogers, 1995; Pacific Flowers, 1996; Allemand, 2001; Kamenetsky, 2004; Page, 2005).



Figura 3.11. Plantas con estrés hídrico severo. a: plantación joven en la VI Región, b: plantas adultas en el estado de botón pre-cosecha en la X Región.

Por otra parte, hay que considerar que las características de una flor cortada y su vida de poscosecha dependen de la turgencia con que se cosecha de tal forma que su paso por la cámara de frío no provoque una deshidratación que impida la rehidratación en destino al ser colocadas en agua nuevamente. A medida que se acerca la cosecha, por acción del agua, los botones van aumentando de tamaño hasta el punto de corte y como el tejido de los pétalos es una lámina de células muy fina, bastan minutos de estrés hídrico para que los botones se deshidraten e incluso se vean quemados.

### **Cortavientos**

El problema del viento es más importante en las regiones australes, sin embargo, a través de todo el país existen zonas donde también se debe instalar una protección física a la forma de cortavientos. Si se carece de esta infraestructura, el daño se presenta como botones deshidratados por el estrés hídrico, hojas “raseteadas” y varas quebradas sin valor comercial, (Figura 3.12).

En Magallanes (XII Región) el daño provocado por el viento en diciembre y enero es importante, ya que en cada temporada se pueden registrar rachas sobre los 100 km/hra en plena fase de pre-cosecha y cosecha. En

este caso, de acuerdo a investigadores de la zona, (Gómez y Sáez, 2002), la relación entre altura de cortavientos y protección o espaciamiento es de 1:5, así por lo que cortavientos de 2 m de alto, deben estar distanciados a 10 m.



Figura 3.12. Daño producido por el viento, a: tendidura, b: destrucción del borde de las hojas, (Sáez, 2002).

Tomando en consideración la experiencia obtenida, la estructura más adecuada para zonas de mucho viento está compuesta por postes cada tres metros y malla raschel sujeta por malla de gallinero para distribuir la fuerza del viento en forma homogénea y evitar así la ruptura o rajadura de la malla como ocurre al utilizar tres, cuatro o cinco hileras de alambre, (Figura 3.13). Actualmente se comercializa en el país una malla cortaviento de color blanco llamada malla Break, que trae incorporada la estructura que reparte la fuerza del viento. Este tipo de malla ha dado excelentes resultados en la zona de Magallanes, (Figura 3.13 a).

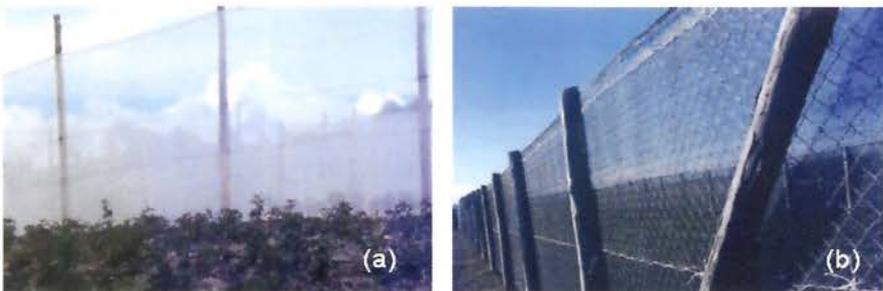


Figura 3.13. Tipos de cortavientos utilizados en Magallanes. a: malla blanca (Break), b: malla raschel con malla de gallinero para repartir la fuerza del viento, Punta Arenas, XII Región, (Saez, 2002).

En el caso de cortavientos naturales se debe evaluar la competencia de las raíces de los árboles utilizados con este objeto y la sombra proyectada sobre el cultivo, (Figura 3.14).



Figura 3.14. Plantas con un desarrollo muy restringido debido al exceso de sombra producido por árboles junto a la plantación, (Sáez, 2002).

### **Instalación de instrumentos de monitoreo**

En la actualidad existe una gran variedad de recursos tecnológicos para registrar las condiciones agroclimáticas a nivel de las plantaciones. Los instrumentos más antiguos son el termómetro de máxima y mínima y el higrotermógrafo.

El primero, tiene el inconveniente de ser impreciso a menos que se use un termómetro meteorológico de máxima y mínima por separado, de alto costo y de compleja operación. Por otro lado, el higrotermógrafo debe ser instalado al interior de un cobertizo siguiendo un protocolo internacional. Estos instrumentos son delicados y a menudo se descalibran sin que el operador lo visualice a tiempo, lo que hace que sus datos muchas veces no sean confiables.

Un recurso de gran utilidad y confiabilidad son los capturadores térmicos electrónicos que tienen las ventajas de ser de reducido tamaño y tener gran estabilidad en el tiempo. Se caracterizan por almacenar información según un intervalo de tiempo programado por el usuario y los datos pueden ser traspasados al computador cada semana o mensualmente. Su instalación solo exige un cobertizo simple, que impida su exposición al sol y la radiación reflejada desde el suelo o desde otros objetos circundantes.

Actualmente existen miniestaciones climatológicas, que están compuestas por un pequeño “logger” o unidad de almacenamiento de datos,

más los sensores de temperatura, humedad relativa, viento y precipitación. Prácticamente todas las miniestaciones ofrecidas en la actualidad cuentan con paneles solares para la alimentación de energía, lo que les da completa autonomía para funcionar en forma remota, (Santibáñez y Uribe, 2001).

En la Figura 3.15, se presenta la instalación del instrumental mínimo para monitorear las condiciones agroclimatológicas en una plantación. El instrumental requerido debe estar instalado previamente a la instalación del riego por goteo, para monitorear las condiciones ambientales e ir adecuando y controlando el sistema, especialmente en la zona central.



Figura 3.15. Instrumentos necesarios para llevar un registro de las condiciones ambientales en una plantación de peonías. a: pluviómetro, b: bandeja de evaporación Tipo A, c: higrómetrografo ubicado dentro de un abrigo meteorológico, definido como una estructura de medidas estandarizadas que sirve de protección al instrumento (d), (Saez, 2009).

Así, la unidad instrumental consta de un pluviómetro, una bandeja de evaporación y un higrómetrografo. Este último debe estar dentro de un abrigo meteorológico a 1.5 m del suelo, de modo de que esté protegido, ventilado y a la sombra, (Figura 3.15 d).

### **Instalación de mallas o “techos”**

La instalación de mallas sobre las plantaciones es una práctica que se ha hecho común en el país en las plantaciones de peonías para flor cortada. Sin embargo, se debe tener claro el objetivo que se persigue para lograr una mejor productividad. En esta categoría, se pueden encontrar las mallas de sombreado (sombreaderos), mallas antigranizo, mallas antiheladas y cobertores o “techos” de polietileno de alta densidad para la lluvia.

### Mallas de sombreo

Las peonías herbáceas, en general prefieren una posición asoleada, (American Peony Society, 2001). Un sombreado excesivo disminuye o puede impedir la floración en el caso de la *Paeonia lactiflora*, además disminuye la evapotranspiración y si no se adecúan las condiciones de riego ocasiona exceso de humedad con el riesgo de aparición de enfermedades, (Rogers, 1995, Page, 2005).

Fundamentalmente, el objetivo de la malla de sombreo es disminuir la temperatura en las zonas productoras donde se registran altas temperaturas a inicios de la primavera (zona central), lo que puede ocasionar que un gran número de botones no alcancen a la cosecha, (Kamenetsky et al., 2003, Kamenetsky, 2006).

En el caso de uso de sombra, siempre es importante tener en cuenta la densidad de la malla, fundamentalmente por su implicancia en la poscosecha de las flores cortadas. En la Figura 3.16, se puede observar que el mayor número de flores que no abrieron en poscosecha crecieron bajo la malla con una densidad igual o mayor al 45%, mientras que en el caso de las flores que se desarrollaron bajo malla negra al 30%, solo un 10% no abrieron al ser puestas en agua, (Kamenetsky, 2006).

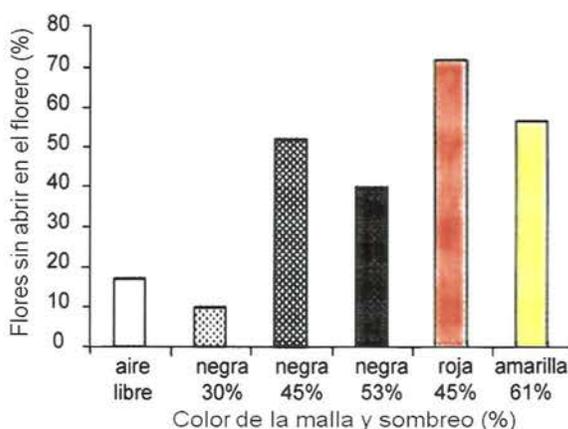


Figura 3.16. Efecto del color de la malla y su porcentaje de sombreo sobre el desarrollo de la vida de poscosecha. (Kamenetsky, 2006).

Los objetivos de la instalación de la malla de sombreo en la zona central, serían: disminuir la evaporación del agua de riego después de la brotación, evitar la deshidratación brusca de las plantas en el caso de un problema con la absorción de agua, disminuir la rusticidad de las hojas o

aumento del grosor de la cutícula, desarrollada para reducir la pérdida de agua por las altas temperaturas y la baja humedad relativa. También proteger los botones antes y durante la cosecha del “quemado” por una deshidratación repentina, golpe de sol y finalmente, atrasar la entrada en la senescencia y así aumentar la cantidad de nutrientes almacenados.

Dentro de este tipo de mallas, las más eficientes son las del tipo aluminizadas, que permiten que las plantas crezcan y se desarrollen regularmente, sin mostrar signos de estrés por calor ni por frío, debido a que el aluminio es un material termo-reflector. La malla aluminizada tiene varios efectos: reduce parte de la radiación directa, aumenta la cantidad de luz difusa que llega a la planta aumentando la fotosíntesis y las plantas no presentan rocío por las mañanas porque la superficie de las hojas no se enfría con las temperaturas nocturnas, disminuyéndose la incidencia de enfermedades. La duración de una malla de este tipo es de alrededor de 6 años.



Figura 3.17. Tipos de mallas de sombreo utilizadas en el país. a: malla raschel de color negro utilizada al 30% de densidad en una plantación de la VI Región, b: malla aluminizada sobre una plantación de peonías de la zona sur, (X Región).

Para la instalación de una malla de sombreo, la estructura más simple consiste en polines en las esquinas y en los bordes y postes impregnados con una altura de 2 m y a una distancia de 8 m en cuadrado, (Figura 3.17).

### Mallas para proteger el cultivo de la lluvia

En los cultivos frutales de alta rentabilidad, como los cerezos, se utilizan los “cobertores”, como el método más eficiente para reducir la incidencia de la lluvia durante la cosecha en la zona sur del país. Estos cobertores podrían ser una alternativa para los productores de peonías de las regiones IX y X, donde normalmente en la cosecha se presentan

importantes episodios de lluvia, que dificultan el manejo de las flores cortadas.

Los cobertores son elaborados con materias vírgenes para lograr un tejido resistente con una alta transmitancia de la luz hacia el cultivo, como es el caso del polietileno de alta densidad (HDPE) que entrega un 90% de luz. Para conservar sus propiedades por unas 6 temporadas la tela utilizada debe pesar entre 115 g/m<sup>2</sup> y 125 g/m<sup>2</sup>, ya que con esa densidad se logran tejidos más resistentes y duraderos, (Depto. Técnico Tattersall, 2008). Estos tejidos se instalan sobre estructuras de madera unida con alambre galvanizado muy resistentes a las tensiones generadas por el viento y el peso del agua, (Figura 3.18).



Figura 3.18. Techos o cobertores utilizados en la zona sur para la protección de los cerezos de la lluvia, (Depto. Técnico Tattersall, 2008).

En el caso de las plantaciones de cerezos de la zona sur, los cobertores contribuyen a lograr obtener fruta de mejor calidad en pre y poscosecha. Además, al extender las carpas a mediados del mes de agosto se reduce el daño por heladas tardías.

### **Mallas antigranizo**

Aún cuando es un problema que se presenta esporádicamente en toda la zona productora desde Rancagua a Punta Arenas, han habido temporadas en que se han perdido cosechas completas de peonías por la caída de granizo en botón pre-maduro (pre-cosecha), (Figura 3.19).



Figura 3.19. Daño por granizo en un cultivo IX Región, (Ibáñez, M., VBM, 2010).

En Parral, en la temporada 2010/2011, el granizo disminuyó en un 80% la producción de la variedad Henry Bocktoce de gran proyección comercial (Sáez y Navarro, 2010). Frente a estas situaciones, son los productores los que tienen que evaluar la relación costo/beneficio de su instalación.

### **Mallas antiheladas**

Las especies utilizadas para obtener los híbridos utilizados para flor de corte, incluyendo *Paeonia lactiflora* originaria del norte de China, pueden ser muy rústicas cuando están en dormancia pero son fácilmente dañadas por heladas tardías en primavera, (Rogers 1995).

El principal problema de las heladas tardías es el aborto de botones recién formados (Allemand, 2001), como sucede en Magallanes, (Saldivia y Sáez, 2000). El daño por helada generalmente ocurre desde los bordes de las hojas hacia los tallos, el color verde normal se torna rojo oscuro a causa de la presencia de compuestos fenólicos que actúan en defensa de la planta frente al estrés, mientras que la superficie de los sépalos se levanta y los pétalos se ven arrugados. (Figura 3.20).

También, en este caso son los productores que deben interiorizarse en las características, beneficios, rango de acción y costo de las mallas antiheladas y luego, evaluar su instalación de acuerdo a los riesgos de heladas tardías que se presenten en su plantación.



Figura 3.20. Daño inicial provocado por heladas tardías en dos estados de las flores, (X Región). a: daño en sépalos, b: daño en pétalos, (Ibáñez, M., VBM, 2010)

Actualmente existen varios tipos de mallas de uso específico, tanto para contrarrestar el efecto del granizo como el de las heladas tardías, que se caracterizan en general, por su permeabilidad a la luz del sol superior a un 90% y por ser completamente permeables al agua y al aire.

## Plantación

### Recepción del material genético

Cuando se reciben las coronas importadas (Figura 3.21), éstas deben revisarse cuidadosamente y ante cualquier daño o problema se debe avisar inmediatamente al proveedor y al Agente de Aduana que se encargó de su internación. Si el material genético es nacional, el productor debe contactarse a la brevedad con el vendedor.



Figura 3.21. Material genético recién recepcionado en el campo. a: cajas sin desembalar, ordenadas por variedad, protegidas con ramas para que no sufran deshidratación. b: coronas y turba como material de embalaje, (Salinas, M.T., X Región).

Si las coronas llegan secas o deshidratadas, se deben remojar en agua pura por algunas horas y si es imposible plantar todas de una vez, se debe humedecer el material de embalaje, (generalmente turba) y luego dejarlas en un lugar fresco. Con este tratamiento las plantas pueden esperar una a dos semanas sin sufrir daño. Si el tiempo a la plantación sobrepasa ese límite, se puede cavar una zanja lo suficientemente larga y profunda para poner ordenadamente las plantas separadas 15 cm a lo menos, para luego ser tapadas solamente con tierra, así las plantas pueden estar hasta un año sin que sufran daño, (American Peony Society, 2001).

### Desinfección de las coronas

Antes de plantar, el material genético debe ser desinfectado para evitar enfermedades con una solución de Captafol (200 g/100 l de agua), Benlate (200 g/100 l de agua) y Nemacur (100 g/100 l de agua), alcanzando 100 litros de esta solución para 2000 plantas, (Pacific Flowers, 1998; Schiappacase y Basoalto, 2007). De Kartzow y Quijada (2009), al ensayar numerosos tratamientos para obtener una plantación libre de nemátodos, definieron como el más efectivo e inofensivo para el vigor de las plantas, la inmersión de las coronas por 8 horas en Nemacur a una dosis de 150 ml/100 l de agua.



Figura 3.22. Desinfección de coronas. a: recipiente con la solución desinfectante, b: coronas listas para ser plantadas, (Salinas, M.T., X Región).

En cualquiera de los tratamientos, se puede incluir hipoclorito de sodio a razón de 500 ml/100 l de agua, para prevenir la posible entrada y establecimiento de bacterias, como por ejemplo la agalla del cuello (*Agrobacterium tumefaciens*) en los cortes de raíces que generalmente se producen en el arranque de las plantas desde el vivero, (González, 2007).

## **Enraizante**

Harding (1995), señala que el rápido desarrollo de raíces finas después de la plantación es fundamental, pudiéndose adelantar la producción al segundo año con plantas fuertemente enraizadas durante su primera temporada.

De acuerdo a los resultados obtenidos en Magallanes, el uso de hormonas enraizantes tiene un claro efecto en la formación de raíces absorbentes (blancas) durante la primera temporada después del establecimiento, necesarias para la nutrición de las raíces antiguas y la formación de las nuevas, (Sáez, 2002).

En la Figura 3.23, se observa una corona con un sistema radicular óptimo con raíces tuberosas repartidas y una excelente masa de raíces absorbentes.



Figura 3.23. Gran masa de raíces absorbentes obtenidas en la primavera después de plantar en otoño material genético de buena calidad, (Sáez, 2002).

Para obtener este resultado lo mas pronto posible, es conveniente bañar las coronas en una solución de ácido indolbutírico (IBA) antes de plantar. Existe un producto comercial denominado Iba-Root que corresponde a ácido 3-indolbutírico en solución alcohólica con el que se pueden bañar las coronas en una concentración de 3.000 ppm. Después de desinfectar los rizomas se secan y luego se sumergen en la solución enraizante antes de plantar.

En todo caso, si no se puede realizar esta actividad antes de plantar, su efecto es notorio al ser aplicado a través del riego en otoño al plantar temprano y luego en primavera cada 15 días en una dosis de acuerdo al producto aplicado y a las necesidades. Para una aplicación después de la plantación se encuentran en el comercio productos como Biorend, Raizal, Kelpack y Humic Root, entre otros, que presentan en su composición hormonas, aminoácidos, nutrientes y elicitores.

## Plantación

La mejor época para plantar las peonías es el otoño, empezando en marzo en la Región de Magallanes y no más allá de abril en la zona central para dar tiempo al desarrollo de un buen sistema de raíces finas o absorbentes, antes de las bajas temperaturas de invierno. En la zona central, las coronas no deberían ser plantadas después que se inicia el crecimiento activo a fines de julio o temprano en agosto. En esta zona no se recomienda la plantación de primavera aún cuando las raíces hayan sido guardadas en frío, ya que la parte aérea empieza a desarrollarse muy rápidamente sin que exista conexión con las raíces finas encargadas de la nutrición y la hidratación, (American Peony Society, 2001).

La plantación de primavera tiene un mejor resultado en el sur del país. En todo caso, si es absolutamente necesario se puede plantar en cualquier momento, tanto en desarrollo vegetativo como en floración, aún cuando la planta sufrirá un serio retroceso. Si las plantas están en contenedores (macetas) pueden transplantarse en cualquier época.

El problema se presenta cuando se adquiere el material en el hemisferio norte. En este caso las coronas son cosechadas en septiembre y octubre (otoño en el hemisferio norte) y llegan al país en diciembre o enero, pleno verano en el hemisferio sur. De acuerdo a las experiencias que existen en el país, es recomendable plantar inmediatamente sin descuidar el riego, especialmente en la zona central. En este caso, las plantas pierden un año debido a que gastan sus reservas en la brotación tardía y hay que empezar a contar las temporadas desde el primer otoño que pasan en el suelo, independientemente de que se hayan plantado antes, (Sáez, 2002).

En las zonas frías, el material que no alcanza a ser plantado antes que se congele el suelo puede ser almacenado en frío durante el invierno, para ser establecido en primavera aún cuando estas peonías serán menos vigorosas durante el primer año debido a que su sistema radicular tendrá un período de crecimiento menor, (Stevens et al., 1993). Por lo mismo, su primera temporada empieza en el otoño del año siguiente.

La profundidad de plantación debe ser entre 20 y 40 cm, de manera que las raíces tuberosas, cuya forma y tamaño dependen de la especie y variedad, queden lo suficientemente enterradas para permitir la emisión de raíces absorbentes en forma abundante, (Rogers, 1995). Pero, al mismo tiempo las yemas no deben quedar enterradas más de 5 cm desde la superficie del suelo. De acuerdo a Howard (1968), la floración de las peonías se reduce notablemente si las yemas de la corona quedan enterradas

profundamente y sus resultados indican que cuando las yemas quedaron a 5, 10, 15 y 20 cm bajo la superficie del suelo, el número de flores producidas por planta fue de 21, 15, 4 y 0, respectivamente. Las coronas con las yemas enterradas a 15 y 20 cm bajo la superficie, sobreviven y producen follaje, pero no producen flores.

Rogers (1995), Harding (1995), Pacific Flowers (1996), Page (1997), Fearnley-Whittingstall (1999) y Allemand (2001), indican que si las yemas quedan enterradas bajo los 5 cm las peonías no emergen porque la corona queda imposibilitada de percibir el alza de la temperatura que activa la elongación de los tallos a fines de invierno e inicios de primavera y luego no florecen porque han gastado todas sus reservas en el intento por emerger. En general, se puede indicar que en las zonas de mayor temperatura (zona central), las yemas no deben quedar a una profundidad mayor de 2.5 cm y en el caso de las zonas sur y austral a una profundidad máxima de 5 cm, (American Peony Society, 2001).

En la Figura 3.24, se presenta un esquema de la profundidad a que deben quedar las yemas a la plantación.

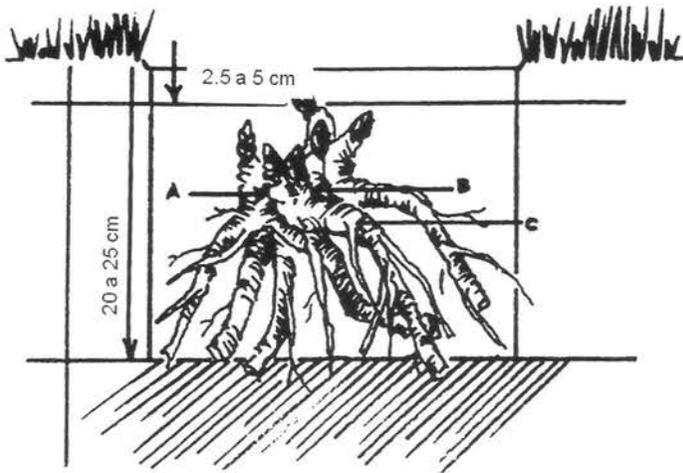


Figura 3.24. Esquema de la profundidad de plantación, A: yemas, B: corona, C: raíces tuberosas,(American Peony Society, 2001).

También, si las coronas son plantadas demasiado profundas se desarrollan muchos nudos entre las raíces, en desmedro del desarrollo de nuevos tallos. Sin embargo, una plantación muy superficial aumenta las

posibilidades de que las raíces sean desplazadas por el hielo o la lluvia en invierno y descalzadas en la primavera (Rogers, 1995; Stevens, 1998).

Para lograr una mayor eficiencia, antes de empezar la plantación propiamente tal, se marca en las hileras la distancia de plantación donde las coronas se depositan para luego ser enterradas cuidadosamente, (Figura 3.25).



Figura 3.25. Labor de plantación en un predio de la VI Región, previamente las coronas se han depositado a la distancia de plantación, para luego ser enterradas cuidadosamente, (Saez, 2009).

Para lograr una plantación óptima, se toma la corona de los restos de tallos del año anterior (que indican la parte superior de la planta) y se sujeta cuidando que la yema más superficial quede entre 2,5 y 5 cm de la superficie, (Lerner 1996; Perry, 1998; American Peony Society, 2001). Como las plantas tienen tamaños muy dispares, si la corona queda en el aire, el lugar de plantación se rellena cuidadosamente y si falta profundidad, se saca tierra hasta que las raíces queden perfectamente asentadas.

Luego, las plantas se tapan y la tierra se debe apretar firmemente para que no queden bolsones de aire que pueden provocar la deshidratación y luego el descalce de las plantas recién establecidas, (Stevens et al., 1993)

En este proceso hay que tener mucho cuidado en no dañar las yemas y las raíces. Si las yemas son accidentalmente quebradas se formarán nuevas, pero su crecimiento nunca será el mismo que el que tendría la yema original, (Stevens et al., 1993; Lerner, 1996; American Peony Society, 2001).

## Labores posteriores a la plantación

### Riego

Una vez completado el proceso de plantación se recomienda regar abundantemente, (Holloway, Hanscom y Matheke, 2005). Para lograr que la planta se asiente a la profundidad adecuada para emitir sus raíces, la preparación del suelo debe empezar temprano en la temporada para prevenir el “hundimiento” de las coronas una vez plantadas, (Stevens et al., 1993; Perry, 1998; Stevens, 1998).

Una vez terminada la infiltración se recomienda aporcar elevando levemente el nivel del suelo sobre las plantas, para la protección invernal de las yemas y evitar el descalzado, (Rogers, 1995). La aporca debería ser hasta 5 cm de profundidad para no dañar las yemas y raíces superficiales de las peonías, (Askew y Holland, 1984).

### Mulching

Para proteger las plantas, recién establecidas, de las bajas temperaturas de invierno, Stevens et al. (1993), Rogers (1995), Harding (1997), Stevens (1998), Perry (1998) y Fitzgerald (2003), recomiendan cubrir las plantas con 5 a 8 cm de mulch de paja u otro material similar, que debe ser removido tan pronto comience la brotación para evitar enfermedades. Nunca se debe utilizar como mulch, guano fresco o las hojas y tallos muertos provenientes de la poda, (Askew y Holland, 1984; Stevens et al., 1993; Rogers, 1995; Harding, 1997; Stevens, 1998). En todo caso, después del primer invierno esta práctica no es necesaria, excepto con plantas débiles provenientes de divisiones muy pequeñas, (Stevens et al., 1993).

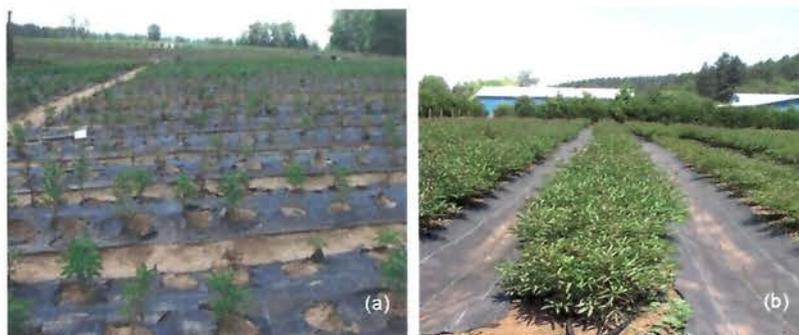


Figura 3.26. a: geomanta con el marco de plantación, b: plantación adulta a la que se ha retirado la geomanta sobre las hileras, pero se conserva la ubicada entre hileras para el control de malezas, (Sáez y Montesinos, 2000).

Sansone y Vosburg (2000), recomiendan previamente a la plantación cubrir la superficie de los pasillos y de las camas de plantación con polietileno negro del tipo geomanta (Figura 3.26 a). La geomanta sobre la cama presenta hoyos cuadrados de 15 x 15 cm en los cuales se planta una vez llegado el otoño con un marco de plantación de 40 cm x 40 cm en triángulo. Una vez que la plantación se ha efectuado, cada planta se tapa con 5 cm de suelo, operación que se repite al segundo otoño. A la tercera temporada antes que empiece el crecimiento, el polietileno es retirado y reutilizado.

## **Labores culturales**

### **Aporca de primavera**

Después de la emergencia en primavera, es conveniente elevar nuevamente la tierra que ha descendido en las hileras después del deshielo, con el objeto de proteger las yemas de las heladas tardías y controlar las malezas. Además, como las peonías permanecen varios años en el mismo lugar, las coronas naturalmente tienden a descalzarce y deben ser cubiertas con suelo año a año, (Stevens et al., 1993; Stevens, 1998).

### **Fertilización nitrogenada**

Cada año, en primavera, al inicio del período fenológico de hoja extendida se debe aplicar un 50% de la dosis de la fertilización nitrogenada, el otro 50% se debe aplicar al inicio de la senescencia. La dosis anual dependerá del número de varas esperado para la temporada, teniendo en consideración que si el N se aplica antes del inicio de la senescencia provocará que la planta siga creciendo gastando lo absorbido sin transformarlo en reservas y si la dosis se aplica tardíamente (mas allá de hoja extendida), el N quedará sujeto a perderse por lixiviación. Una dosis de N aplicada en el momento adecuado permitirá que la planta absorba el N e inmediatamente lo dirija hacia los centros de utilización o de almacenamiento.

### **Entutorado**

Con la altura que alcanzan las plantas, el número de varas por planta y gran tamaño de los botones en algunos cultivares, como Red Charm y Henry Bockstoce, las varas florales tienden a caerse especialmente en condición de lluvia o viento. Para evitar la caída de los tallos, es recomendable la utilización de soportes ya sea por planta en forma individual o por hileras, que es lo más adecuado para plantaciones comerciales de peonías para flores de corte, (Askew y Holland, 1984; Rogers, 1995).

En general en vez de alambre, se consideran dos líneas de cordel plástico que tiene una mayor flexibilidad frente al efecto del viento, a través de la parte exterior de las hileras. La primera línea se ubica entre 20 y 30 cm desde el nivel del suelo y la segunda a 30 cm sobre la primera, (Figura 3.27). Esta metodología es utilizada por los productores estadounidenses para todas las variedades cultivadas para flor de corte, (Sáez y Montesinos, 2001).



Figura 3.27. Entutorado utilizado en el país. a: plantación joven con una hilera de cordón plástico, b: plantación adulta con dos hileras de cordón, (X Región).

Las peonías para corte se pueden clasificar en dos categorías: las plantas que no necesitan entutorado, que son aquellas variedades relativamente más bajas y con un tallo lo suficientemente fuerte para sujetar los botones en forma erguida y las plantas de variedades altas que siempre lo necesitan, especialmente si están ubicadas en áreas o sectores de mucho viento.

### **Decapitado o descabezado**

Esta labor corresponde a la eliminación de todos los botones, principales y laterales, durante la primera y segunda temporada de floración con el fin aumentar al máximo la actividad fotosintética y promover el desarrollo de los órganos de reserva (corona y sus raíces tuberosas).

Independiente del vigor y el largo de la vara, durante la primera y la segunda temporada, las peonías deberían ser decapitadas o descabezadas en un 100% para contribuir al establecimiento óptimo del rizoma y el desarrollo de un vigoroso sistema radicular, (Askew y Holland, 1984; Stevens et al., 1993; Rogers, 1995; Harding, 1995; Pacific Flowers, 1996; Armitage, 1997; Page, 1997; Stevens, 1998; Zabo Plant Bv., 1999; Allemand, 2001).

Excepcionalmente, durante la segunda temporada, dependiendo de la zona climática, del vigor de las yemas y del vigor y largo de las varas y botones, se podría dejar solamente, una a tres varas comerciales por planta, (Allemand, 2001).

Sin embargo, el objetivo debe ser entrar a producir durante la tercera temporada una vez que se ha completado el proceso de tuberización, llegando al máximo potencial productivo entre la cuarta y quinta temporada de producción, (Askew y Holland, 1984; Stevens et al., 1993; Pacific Flowers, 1996; Allemand, 2001).

Si la plantación se realiza en otoño, la primera temporada de floración es a la primavera siguiente, o sea, 5 meses después y si la plantación se realiza en la primavera o verano, la primera temporada corresponderá a la primavera del año siguiente, (Sáez, 2002).

En plantaciones adultas, al estado de botón pre-maduro (pre-cosecha) se recomienda también decapitar los botones que se presenten deformes o muy pequeños que no tienen valor comercial y dejar la planta balanceada para una cosecha que finalmente deje en la planta entre un 30 y un 50% de su follaje inicial. En el estado de botón maduro se deben decapitar las flores abiertas, para asegurar que toda la energía de la planta sea destinada a la acumulación de elementos de reserva y no se desvíen a la producción de semillas, (Pacific Flowers, 1996).

### Desbotonado

Una vez que la planta ha entrado en producción, cada temporada es necesario eliminar los botones laterales en cuanto vayan apareciendo, normalmente al inicio del estado de épica, debido a que el mercado de flores comerciales de peonías requiere una flor por tallo, (Figura 3.28 a y b).



Figura 3.28. El proceso de eliminación de los botones laterales debe realizarse en lo posible, cuando los botones laterales tienen el tamaño de una arveja. Atrasar la actividad implica dejar heridas importantes que son puertas de entrada de organismos fitopatógenos, (Sáez, 2002).

Para su extracción, el tamaño de los botones laterales no debe ser mayor que el de una arveja, de esta forma la herida que debe ser cicatrizada es aún pequeña. La extracción de botones laterales de mayor tamaño implica una herida que deja una entrada abierta a enfermedades. El desbotonado

debe ser repetido regularmente hasta tener la seguridad que no quedan botones laterales en el cultivo, (Pacific Flowers, 1996; Auer y Holloway, 2008). Así, esta práctica tiende a aumentar el tamaño de la flor principal y el diámetro del tallo, (Stevens et al., 1993; Armitage, 1995; Harding, 1995; Rogers, 1995; Page, 1997; Evans, 1998; Fearnley-Whittingstall, 1999).

Para ciertos mercados y con ciertos cultivares, especialmente en híbridos de *Paeonia lactiflora*, se recomienda eliminar el botón principal para promover el desarrollo de un tipo “spray”, cada tallo con dos o tres flores pequeñas, (Stevens et al., 1993; Stevens, 1998).

### Poda

En el cultivo de la peonía herbácea para flor de corte esta labor es muy importante al inicio del otoño cuando empieza a bajar la temperatura, ya que evita que la senescencia provoque un desgaste de las reservas para la temporada siguiente y el ataque de enfermedades, (Rogers, 1995; Evans, 1999).

Jellito y Schacht (1990) y Evans (1999), recomiendan una poda temprana en otoño sin esperar que los tallos o las hojas caigan, lo que asegura una protección contra *Botrytis spp.* Este hongo ataca el tejido aéreo una vez que bajan las temperaturas en otoño, pudiendo llegar a las raíces y ocasionar la muerte de la planta.

La poda debe realizarse cuando un 50% de las hojas se encuentran senescentes, debido a que en ese momento la planta ha iniciado la dormancia, (Barzilay et al., 2002; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

En la Figura 3.29 (a y b), se muestra como se presentan los cultivos en el momento de la poda.



Figura 3.29. a: plantación joven de peonías en la X Región en condiciones de ser podada, esperar más tiempo conlleva el riesgo de ataque de enfermedades. b: en la Zona Austral el follaje, en esta etapa del ciclo de las peonías, va adquiriendo un color rojo cada vez mas intenso, (Saez, 2002).

Esta labor se realiza, generalmente, cortando a nivel del suelo todos los tallos dejados después de la cosecha, con una orilladora con piola (no cuchillas), utilizada en jardinería, (Sáez, 2002).

### Eliminación de los restos de poda

El volumen de material vegetal que queda después de la poda es significativo y es muy importante tener decidido que hacer con él, aún cuando hay que tener claro que lo primero es sacarlo del potrero para no contaminar la plantación con plagas y enfermedades, (Figura 3.30 a).



Figura 3.30. a: Coloso estacionado junto a la plantación para el acopio y traslado de los desechos, b: acopio de los desechos a la forma de un “silo” para su compostaje, c: material adecuado para ser reutilizado, (Saez, 2002).

Las alternativas para el destino de los desechos son: alimentación animal, especialmente el ganado ovino de la zona de secano en la VI Región, compostaje por dos o mas temporadas y una vez completamente descompuesto utilizado como fuente de materia orgánica.

Una vez terminada la cosecha o la poda, se puede proceder a compostar los residuos formando una especie de silo, (Figura 3.30 b). Este se tapa con plástico negro y se sujeta con neumáticos, hasta ser usado en una o dos temporadas para la nutrición de la plantación, (Figura 3.30 c).

Sansone (2000), recomienda complementar el compostaje con capas del material vegetal obtenido en la poda intercalados con capas de carbonato de calcio y capas de otros productos de origen natural como harina de pescado o de sangre como fuente de nitrógeno (N), harina de huesos o roca fosfórica como fuente de fósforo (P) y harina de algas como fuente de potasio y micronutrientes.

### Aporca de otoño

Esta labor, que se realiza después de la poda, al igual que en la aporca de primavera consiste en elevar el nivel del suelo sobre la hilera, con el objeto de preparar las plantas para enfrentar las bajas temperaturas en

invierno y evitar el descalce a causa de la lluvia y de los ciclos alternados de congelado y deshielo en la superficie del suelo durante el período de invierno en las zonas más frías. Normalmente esta elevación de suelo habrá desaparecido en la primavera siguiente, (Pacific Flowers, 1996).

Tanto la aporca de primavera como de otoño permiten la aplicación de herbicidas de pos-emergencia sin peligro de dañar el cultivo. La aporca de otoño y posterior uso de herbicidas es importante porque permite que durante el período de tiempo que el suelo está descubierto (fines de otoño-invierno), el cultivo esté libre de malezas.

### **Control de enfermedades, plagas y malezas**

El uso de los plaguicidas (fungicidas, insecticidas y herbicidas) es importante en el manejo de enfermedades, plagas y malezas en el cultivo de las peonías, pero siempre debe manejarse en el contexto de los factores de producción.

El control de las enfermedades especialmente provocadas por hongos, debe estar sujeto a un calendario de aplicaciones con énfasis en el control de botritis y otros hongos asociados que provocan manchas en las hojas y hongos que atacan las raíces y coronas.

Por otra parte, el uso de productos químicos en el control de las plagas debe basarse en el monitoreo de las poblaciones de insectos mediante la instalación de trampas dentro de la plantación. Las plagas más importantes de las peonías son los trips, los pulgones y las cuncunillas, insectos cuya presencia puede causar un daño directo a las exportaciones.

Finalmente, el control de las malezas debería estar centrado en la preparación del suelo (barbecho químico) y en las aplicaciones de herbicidas sistémicos de pos-emergencia dirigidas principalmente a las malezas perennes y en aplicaciones de herbicidas de contacto para el control de las malezas anuales. También se consideran las aplicaciones de herbicidas pre-emergentes o suelo-activos durante el receso invernal y en la primavera.

### **Identificación de síntomas**

La identificación de los síntomas que aparecen en las plantas es de gran utilidad para definir el control de las plagas y enfermedades de forma oportuna. El daño de las distintas plagas y enfermedades tiene un padrón característico que permite diagnosticar su origen y proceder a su control.

Sin embargo, existen síntomas comunes a enfermedades, plagas y desórdenes fisiológicos y por lo mismo, reciben el nombre de síntomas no específicos. En el Cuadro 3.5, se presentan algunos ejemplos de diagnóstico para plantas que exhiben síntomas de carácter no específico en las hojas.

Cuadro 3.5. Guía general de diagnóstico para síntomas de carácter no específico en las hojas de peonías, (Powell y Lindquist, 1994).

Síntoma	Posibles causas
quemaduras de los extremos	pobre desarrollo radicular por exceso de riego, sequedad del suelo (especialmente entre riegos), fertilizaciones excesivas o presencia de otras sales solubles en el suelo excesivo calor asociado a un estrés hídrico daño causado por la aplicación de plaguicidas
manchas foliares o manchones	sequedad excesiva del suelo asociado con altas temperaturas daños por pulverizaciones infecciones por hongos o bacterias
follaje verde amarillento en las hojas viejas	insuficiente fertilización nitrogenada pobre desarrollo radicular debido a un pobre drenaje insuficiente luz por excesivo sombreado podredumbre radicular
follaje amarillento en toda la planta	altas temperaturas, especialmente asociadas a un estrés hídrico insuficiente fertilización podredumbre de la raíz debido a daño de insectos o enfermedades
follaje amarillento en una rama	enfermedades radiculares provocadas por hongos o bacterias daño mecánico infección fungosa del sistema vascular
caída de hojas	raíces enfermas debido a exceso de riego, falta de riego, fertilización excesiva o presencia de otras sales solubles en el suelo cambios drásticos de temperatura o humedad relativa infestación de ácaros o insectos
follaje marchito	raíces enfermas debido a exceso de riego, falta de riego, fertilización excesiva o presencia de otras sales solubles en el suelo toxicidad por químicos aplicados al suelo enfermedades en la corona y tallos enfermedades radiculares provocadas por hongos o bacterias
follaje deforme	daño por herbicidas infección viral viento

Dentro de las áreas de diagnóstico, la que presenta más dificultad es la determinación de las causas que producen síntomas no específicos como caída de hojas, hojas amarillentas o de coloración marrón en sus extremos o en sus bordes y aún cuando estos síntomas se pueden detectar con facilidad, en la parte aérea, pueden haber muchos factores en el medio radicular que podrían ser la causa, (Powell y Lindquist, 1994).

En el diagnóstico de las plagas y enfermedades deben descartarse en primer lugar aquellos síntomas no específicos que corresponden a variables climáticas, edáficas o inducidas por el hombre. De cualquier forma, frente a una sintomatología desconocida, en la cual no se puede identificar la causa con certeza, lo más adecuado es enviar una muestra al laboratorio especializado más cercano.

### **Errores en el uso de plaguicidas**

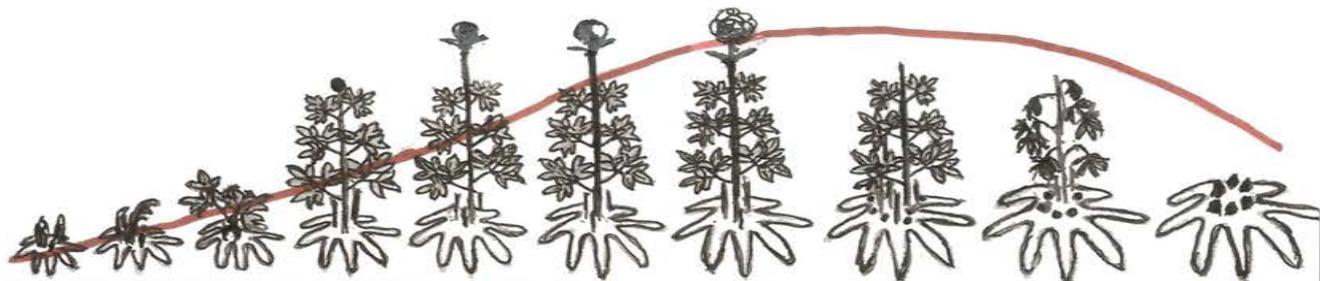
Los plaguicidas probablemente son los instrumentos más efectivos para combatir los problemas de insectos, enfermedades y malezas en los cultivos, pero a menudo no se tiene éxito debido a uno o varios errores básicos, como:

- uso de un producto equivocado
- diagnóstico incorrecto
- producto usado de manera incorrecta
- aplicación inicial en forma tardía
- procedimiento inadecuado en la mezcla
- uso de plaguicidas vencidos
- quemaduras por aplicación con altas temperaturas
- quemaduras por aplicaciones con estrés hídrico
- dosis inadecuada
- mala cobertura de la planta
- tratamiento incompleto por aplicaciones insuficientes
- falta de limpieza de los pulverizadores
- dependencia exclusiva de un solo producto químico

## **Fenología y labores culturales**

La definición de cada estado fenológico permite relacionar el crecimiento de cultivo con su manejo agronómico al independizar el tiempo fisiológico del tiempo cronológico (Sáez y Covacevich, 2005).

Como se indica en el Capítulo 2, los estados fenológicos se presentan en las peonías de acuerdo a las condiciones climáticas de cada ecosistema y de esta forma se puede establecer normas de manejo uniformes, independiente del lugar donde se encuentra la plantación, como se observa en la Figura 3.31.



Estado fenológico / labores culturales	yema	puño	hoja extendida	épica	botón premaduro	botón maduro	antesis	poscosecha	senescencia	receso
aporca primavera	x									
fertilización N			x						x	
riego		x	x	x	x	x	x	x	x	
entutorado				x						
decapitado					x	x	x			
desbotonado				x						
insecticidas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
fungicidas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
herbicidas	x									x
cosecha						x				
poda									x	

Figura 3.31. Labores culturales recomendadas de acuerdo al estado fenológico del cultivo, (Covacevich y Sáez, 2003).

## Nutrición y fertilización

---

**E**n la producción de peonías para corte se considera fundamentalmente las varas exportadas, sin embargo, cada vara comercializada requiere de la producción de una importante cantidad de biomasa, que a su vez, necesita una cantidad de nutrientes que son extraídos y que deben ser devueltos al suelo para lograr una producción sustentable.

Sansone y Vorsburg (2000), sostienen que se debe aplicar compost en una cantidad equivalente al material que sale de la plantación o el suelo perderá su fertilidad, los niveles de materia orgánica disminuirán y se presentarán diversos problemas en el cultivo, fundamentalmente derivados de una pérdida de estructura o compactación. Sin embargo, también hay que visualizar que junto con la materia orgánica, hay que devolver al suelo a través de la fertilización, la cantidad de nutrientes inorgánicos que la biomasa de las varas comerciales extrae después de cada año de cultivo, (Sáez, 2005).

Hatakeyama, (1998) ha estimado que en plantas de 5 años, al llegar al máximo de su producción del total de nutrientes absorbidos por año de cultivo fueron, de 3 a 5% en el primer año, 12 a 15% en el segundo, 19 a 27% en el tercero, 22 a 26% en el cuarto y 34 a 40% en el quinto año. Incluso, en el caso de la producción de las peonías como flores de corte, el riego ha aumentado la producción por unidad de superficie y por lo tanto, sus requerimientos nutricionales también han aumentado en forma proporcional, (Stevens et al., 1993).

### **La nutrición de las plantas: Los nutrientes**

La actividad metabólica que finalmente se expresa como el crecimiento de las plantas, genera una demanda de nutrientes imprescindibles

o esenciales para su funcionamiento. Los nutrientes esenciales para los cultivos son dieciséis: C, H, O, los macronutrientes primarios N, P, K, los macronutrientes secundarios Ca, Mg, S, los micronutrientes catiónicos Fe, Mn, Zn, Cu y los micronutrientes aniónicos B, Cl y Mo.

La nutrición vegetal desde el punto de vista de la naturaleza de los elementos y de sus funciones se puede dividir en:

- nutrición orgánica
- nutrición inorgánica o mineral

La nutrición orgánica corresponde al C, H, O, N y S, elementos que se caracterizan por participar en la constitución de los compuestos orgánicos y en el metabolismo vegetal. Por otra parte, la nutrición mineral corresponde al resto de los nutrientes cuya participación está dirigida al funcionamiento de los procesos metabólicos.

De estos nutrientes, el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O), no se utilizan en la fertilización ya que ellos presentan una amplia disponibilidad en la atmósfera, como oxígeno molecular ( $O_2$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y en el agua ( $H_2O$ ).

Entre los elementos señalados en el Cuadro 4.1, las plantas requieren los macronutrientes en mayores cantidades, como es el caso del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, aún cuando los micronutrientes son requeridos en pequeñas cantidades, si no se encuentran disponibles, se afecta el metabolismo de las plantas al igual que con la deficiencia de un macronutriente. Por esta razón, tanto los macro como los micronutrientes se denominan nutrientes esenciales.

Los nutrientes se encuentran en distintas formas iónicas en la solución del suelo desde donde son absorbidos como cationes o aniones por las raíces de las peonías. El fósforo, azufre, boro y molibdeno presentan en la solución del suelo formas aniónicas (negativas), como  $H_2PO_4^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $BO_4OH^-$  y  $MoO_4^{2-}$ , respectivamente y se caracterizan por ser adsorbidos en la fase mineral del suelo. Otros, presentan formas catiónicas (positivas), como potasio ( $K^+$ ), calcio ( $Ca^{+2}$ ) y magnesio ( $Mg^{+2}$ ), que neutralizan las cargas negativas de la fase sólida del suelo estableciendo relaciones de intercambio entre los nutrientes que se encuentran en la solución del suelo y aquellos ligados por uniones electrostáticas en la fase mineral del suelo.

En el Cuadro 4.1, se presentan las principales funciones que cumplen los nutrientes inorgánicos en los cultivos.

Cuadro 4.1. Nutrientes esenciales, formas de absorción y sus funciones principales en las plantas. (Adaptado de Rodríguez, 1991; Pinochet, 1999; Barceló et al., 2001).

Nutriente	Forma absorción	Principales funciones
<b>Macronutrientes</b>		
Nitrógeno (N)	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	Forma parte de proteínas, ácidos nucleicos, $\text{NADH}_2$ , porfirinas, coenzimas, clorofila y otros pigmentos.
Fósforo (P)	$\text{HPO}_4^-$ , $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Forma parte de ácidos nucleicos y fosfolípidos. Almacenamiento y transferencia de energía.
Potasio (K)	$\text{K}^+$	Activación enzimática en el metabolismo proteico y de los carbohidratos, control de la turgencia celular.
Calcio (Ca)	$\text{Ca}^{++}$	Rigidez de las células como componente del pectato de calcio, activador de enzimas amilasa y ATP-asa.
Azufre (S)	$\text{SO}_4^-$	Forma parte de los aminoácidos esenciales (cisteína y metionina) y de las vitaminas.
Magnesio (Mg)	$\text{Mg}^{++}$	Activador enzimático del metabolismo de carbohidratos y síntesis de ácidos nucleicos. Parte de la clorofila y varias proteínas.
<b>Micronutrientes</b>		
Hierro (Fe)	$\text{Fe}^{++}$	Parte estructural de la clorofila, síntesis de proteínas, transferencia de electrones, respiración.
Manganeso (Mn)	$\text{Mn}^{++}$	Activación de enzimas del ciclo de Krebs y síntesis de proteínas.
Cobre (Cu)	$\text{Cu}^{++}$	Activador de enzimas fenolasas, citocromo-oxidasa y otras, síntesis de polímeros de lignina y celulosa.
Cinc (Zn)	$\text{Zn}^{++}$	Síntesis del ácido indol-acético, activación enzimática.
Boro (B)	$\text{HBO}_3^-$ , $\text{H}_2\text{BO}_3^-$	Determinante en la floración, fertilidad y polinización. Translocación de azúcares y síntesis de proteínas.
Molibdeno (Mo)	$\text{MoO}_4^-$	Activación de las enzimas de reducción del N: nitrogenasa y nitratoreductasa.
Cloro (Cl)	$\text{Cl}^-$	Mantenimiento del equilibrio eléctrico de la planta, turgencia celular y fotólisis del agua.

Finalmente, las formas iónicas de los micronutrientes Fe, Mn, Cu y Zn presentes en la solución del suelo, se encuentran queladas con sustancias orgánicas, evitándose así su precipitación en forma de productos de muy baja solubilidad y por lo tanto, de baja disponibilidad para las plantas.

El nitrógeno es un caso especial, ya que como todos los nutrientes está ligado a la fase mineral del suelo ( $\text{NH}_4^+$ ), pero además está relacionado con la fase orgánica del suelo y su disponibilidad está referida a la mineralización del N orgánico realizada por los microorganismos del suelo. Así, como en los otros nutrientes la disponibilidad está determinada por procesos físico-químicos, en el caso del N son procesos bioquímicos los que caracterizan su disponibilidad.

El anión  $\text{NO}_3^-$ , producto de la mineralización del N orgánico se encuentra libre y solo se puede acumular transitoriamente en la solución del suelo, pero si la planta no lo absorbe se pierde por lixiviación mas allá de la profundidad que alcanzan las raíces, o sea, no tiene un efecto residual, (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

## **Demanda de nutrientes**

La demanda de nutrientes corresponde a los requerimientos de nutrientes de las plantas durante su período anual de crecimiento. Cualquiera de los elementos denominados esenciales que se encuentren en el suelo en un nivel de disponibilidad que no permita satisfacer la demanda de las plantas, establece un déficit nutricional y una disminución de su tasa de crecimiento. La fertilización o aplicación de nutrientes al suelo, tiene por objetivo superar el déficit nutricional y permitir que las plantas alcancen su potencial de crecimiento.

La demanda de nutrientes por las plantas está determinada, fundamentalmente, por la relación directa que existe entre la demanda y el crecimiento alcanzado, reflejado en la biomasa total de la plantación. Por lo tanto, todos los factores que afecten la acumulación de biomasa total de la plantación también afectarán la demanda de los nutrientes, como por ejemplo:

- edad de la plantación
- variedad y condiciones del ecosistema (potencial genético)
- densidad de plantación y manejo
- número de varas comerciales/ha (potencial productivo)

Una plantación de dos años de edad puede alcanzar una biomasa total de 2.000 kg MS/ha y una plantación de 6 años puede superar los 18.000 kg MS/ha o sea, 9 veces más. Así, por ejemplo, la demanda de N de una plantación adulta puede ser 6 veces superior a la de una plantación en su etapa inicial de crecimiento.

En las condiciones de Hokkaido, Japón, Hatakeyama (1998), encontró que en el primer año, el peso seco de las plantas fue casi el mismo que el peso de la corona recién plantada y que las raíces empezaron a crecer después de la mitad del período de crecimiento del primer año, alcanzando a los 3 años pesos entre 470 y 1.160 g/planta, lo que equivale entre 9.000 y 23.000 kg MS/ha, con una densidad de plantación de 20.000 coronas/ha.

También, el potencial genético de crecimiento de una variedad, en un determinado ecosistema, puede ser muy inferior al de otra variedad. Este es el caso de la variedad Coral Charm comparada con la variedad Sarah Bernhardt, cuya biomasa total es alrededor de cuatro veces superior. Las condiciones de clima, suelo o manejo pueden establecer marcadas diferencias en el potencial productivo de las plantaciones. Así, las condiciones de temperatura durante el ciclo anual de crecimiento, el drenaje del suelo o el control de malezas, son solo algunos ejemplos de factores que afectan el crecimiento de las peonías y por consiguiente, su demanda de nutrientes.

### **El requerimiento interno de nutrientes**

El requerimiento interno es la concentración ponderada del nutriente en la biomasa total (considerando sus distintos componentes), cuando la plantación, con una nutrición óptima, alcanza su biomasa máxima en la cosecha. Valencia y Sáez (2001), determinaron la biomasa de los distintos componentes de plantas de 6 años de edad de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes y también las concentraciones de sus nutrientes durante el ciclo anual de crecimiento. En base a sus resultados fue posible determinar los requerimientos internos de N, P y K de las peonías, que son una constante para cada especie, (Greenwod, 1978) y luego, estimar las dosis de fertilización del cultivo, (Sáez, 2005).

#### **Requerimiento interno de N**

En el Cuadro 4.2, se indican las concentraciones de N en los distintos componentes de la biomasa total que fueron expresados como yemas, coronas (coronas y sus raíces tuberosas), follaje (tallos y hojas) y

botones. Los resultados fueron obtenidos en un muestreo periódico, durante el período de crecimiento anual.

Cuadro 4.2. Concentración de N (%) en los distintos componentes de la biomasa durante el ciclo anual de crecimiento de plantas de 6 años de edad con 13.000 plantas/ha de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, (Valencia y Sáez, 2001).

Componente biomasa	Concentración de N (%)									
	Días a partir de la emergencia de los tallos									
	10	25	40	55	70	90	105	125	170	230
yemas	2.36	1.81							1.46	1.46
coronas	0.82	0.52	0.98	0.87	0.76	0.76	0.60	0.59	0.65	0.74
follaje		2.33	2.44	2.50	2.21	1.63	1.50	1.37	1.37	
botones				3.65	2.96	1.64	1.87			
concentración ponderada	1.28	1.01	1.33	1.66	1.19	1.03	0.89	0.72	0.79	0.81

Cuadro 4.3. Contenido de N (kg N/ha), en los distintos componentes de la biomasa durante el ciclo anual de crecimiento de plantas de 6 años de edad y 13.000 plantas/ha de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, (Valencia y Sáez, 2001).

Componente biomasa	Contenido de N (kg N/ha)									
	Días a partir de la emergencia de los tallos									
	10	25	40	55	70	90	105	125	170	230
yemas	27	13							10	14
coronas	22	19	47	28	45	45	42	57	54	72
follaje		23	37	80	53	55	52	26	32	
botones				3	3	3	3			
biomasa total	49	51	84	111	87	88	96	83	96	86

En el Cuadro 4.2, se pueden observar las distintas concentraciones de los diferentes componentes de la biomasa y la concentración ponderada de N en la acumulación máxima de biomasa en la cosecha que alcanza 0.89% de N. Esta concentración de N corresponde al RIN (Requerimiento Interno de N) de las peonías, valor que es una característica de la especie.

Con las concentraciones de N obtenidas y la biomasa alcanzada en los diferentes componentes, Valencia y Sáez (2001), obtuvieron el contenido de N de los distintos componentes y el contenido total de N en la producción de materia seca de la plantación en la cosecha, que fue de 96 kg N/ha.

La concentración de N correspondiente a la demanda de N en la cosecha, como se ha señalado anteriormente, es de 0.89% y representa el requerimiento interno de N (RIN) de las peonías. El RIN es una constante

de la especie y permite generalizarlo a las distintas variedades. En la mayoría de las especies vegetales el RIN se encuentra alrededor de 1.0% de N, (Rodríguez, 1993).

Por lo tanto, el contenido del N acumulado en la biomasa total esta dado por la siguiente relación:

$$N_b = BMT \times RIN$$

donde,

$N_b$  = contenido N biomasa total (kg N/ha)

BMT = biomasa total (kg MS/ha)

RIN = requerimiento interno de N (% N)

La estimación de la biomasa total de la plantación de 13.000 plantas/ha de la variedad Top Brass en la cosecha se ha desarrollado en el Capítulo 2 y alcanzó 10.400 kg MS/ha con un RIN de 0.89% de N y con una demanda de N de 96 kg N/ha.

Recientemente, Chahín et al. (2010) y Montenegro (2010), presentaron un estudio similar al realizado por Valencia y Sáez (2001). En su caso, utilizaron una plantación de Sarah Bernhardt de 11 años en la Región de la Araucanía y la biomasa total alcanzada fue de 23.000 kg MS/ha, que dobla la producción de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes. El valor del RIN calculado a partir de sus resultados fue de 0.84% de N, similar al 0.89% de N establecido por Valencia y Sáez (2001). Sin embargo, la demanda de N alcanzó a 200 kg N/ha que dobla la demanda de N de la plantación de Punta Arenas.

### **Contenido de P y K en la biomasa total**

Valencia y Sáez (2001), también determinaron las concentraciones y los contenidos de P y K en los distintos componentes y en la biomasa total ponderada de las plantas de peonías de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, en una plantación de 13.000 plantas/ha y una producción de 6 varas comerciales por planta. En los Cuadros 4.4 y 4.5, se presentan las concentraciones de P y K en los distintos componentes de la biomasa total y las concentraciones ponderadas de P y K, respectivamente.

Cuadro 4.4. Concentración de P (%) en los distintos componentes de la biomasa durante el ciclo anual de crecimiento de plantas de 6 años de edad de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, (Valencia y Sáez, 2001).

Componente Biomasa	Concentración de P (%)									
	días a partir de la emergencia de los tallos									
	10	25	40	55	70	90	105	125	170	230
yemas	0.52	0.49							0.39	0.39
coronas	0.19	0.16	0.13	0.20	0.18	0.11	0.10	0.10	0.16	0.17
follaje		0.40	0.40	0.39	0.33	0.17	0.15	0.14	0.14	
botones				0.59	0.34	0.30	0.27			
concentración ponderada	0.29	0.25	0.20	0.20	0.18	0.13	0.12	0.11	0.17	0.19

Cuadro 4.5. Concentración de K (%) en los distintos componentes de la biomasa durante el ciclo anual de crecimiento de plantas de 6 años de edad de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes, (Valencia y Sáez, 2001).

Componente biomasa	Concentración de K (%)									
	días a partir de la emergencia de los tallos									
	10	25	40	55	70	90	105	125	170	230
yemas	2.85	2.34							1.56	1.56
coronas	1.34	0.71	0.50	0.49	0.52	0.50	0.47	0.48	0.69	0.70
follaje		0.35	1.35	1.19	1.20	0.98	0.88	0.74	0.77	
botones				1.84	1.34	0.99	0.89			
concentración ponderada	1.34	0.86	0.73	0.71	0.70	0.66	0.60	0.46	0.75	0.78

La concentraciones de P y K ponderadas en la producción de la biomasa total en la cosecha, fue de 0.12% de P y 0.60% de K, concentraciones que corresponden a los requerimientos internos de P y K de las peonías. Los valores de los requerimientos internos de P y K, calculados a partir de los resultados de Chahín et al. (2010) y Montenegro (2010), fueron de 0.09% de P y 0.54% de K.

Estimada la biomasa total a alcanzar, mediante los requerimientos internos de P y K fue posible determinar la demanda de P y K en kg/ha, para una producción obtenida o esperada, tal como se indicó para la demanda de N.

En Magallanes, Valencia y Sáez (2001) establecieron que la demanda o contenido de P y K en la cosecha de peonías variedad Top Brass fue de 12 y 60 kg/ha respectivamente y el contenido de P y K de la biomasa total en la variedad Sarah Bernhardt obtenida por Chahín et al. (2010) y Montenegro (2010), fue de 24 y 120 kg/ha respectivamente, dado que la biomasa total de esta variedad en la Araucanía fue el doble de la alcanzada por las plantas de la variedad Top Brass en la Región de Magallanes.

## **Demanda de nutrientes: Retranslocación**

La demanda bruta de nutrientes por las plantas está dada por los nutrientes requeridos para el crecimiento anual de la parte aérea más el crecimiento anual de la corona que permanece en el suelo. La tasa de crecimiento anual de la corona se considera de un 50% de acuerdo a lo señalado por De Kartzow y Quijada (2009).

Por otra parte, la demanda neta corresponde a la demanda bruta menos las reservas nutricionales almacenadas en las coronas. Esta acumulación de reservas en la corona se origina en el flujo de nutrientes liberados desde las hojas senescentes y almacenados en las coronas. Por otra parte, la brotación y la emergencia de los tallos en primavera induce un flujo de los nutrientes almacenados en las coronas hacia los polos de crecimiento vegetativo.

A los 10 días después de la brotación la corona ha perdido 40 kg N/ha, 10 kg P/ha y 35 kg K/ha de su contenido máximo acumulado en el período invernal. Esta retranslocación hacia los puntos de nuevos crecimientos representa el 47% del N, 45 % del P y 50% del K de la demanda de estos nutrientes en la cosecha.

Posteriormente, a partir del inicio de la senescencia se origina un nuevo flujo de nutrientes desde las hojas senescentes hacia las coronas donde son almacenados. Estos flujos de liberación y de almacenaje (acumulación) de nutrientes dan lugar a un ciclo nutricional en las plantas perennes y en especial en las bulbosas (Pinochet, 1999). La reutilización de los nutrientes que tiene lugar dentro de este ciclo, determina la alta eficiencia de la nutrición en las peonías herbáceas, (Rodríguez, 1993). Por lo tanto, la demanda neta es igual a la siguiente formulación:

$$DN_n = DN_b - RT_N$$

donde,

$DN_n$	=	demanda neta (kg N/ha)
$DN_b$	=	demanda bruta (kg N/ha)
$RT_N$	=	retranslocación (kg N/ha)

La misma formulación se utiliza para el cálculo de la demanda neta de P y K. También, la reutilización de estos nutrientes absorbidos por las plantas permite disminuir su demanda bruta en alrededor de un 50%.

## Suministro de nutrientes por el suelo

### Disponibilidad de nutrientes en el suelo

Para determinar la disponibilidad de los nutrientes en el suelo se utiliza el análisis químico del suelo. Se han desarrollado análisis químicos para todos los nutrientes a excepción del N, dado las dificultades para establecer su disponibilidad dependiente de la mineralización de compuestos orgánicos presentes en el suelo.

Los resultados de los análisis químicos de la disponibilidad de los nutrientes, se han calibrado con la respuesta a la fertilización en ensayos de dosis de los distintos nutrientes. De esta forma, se han categorizado en niveles bajos, medios y altos de disponibilidad al relacionarlos con la respuesta de los cultivos a la fertilización. En los niveles bajos las plantas no logran un crecimiento óptimo y en los niveles altos, las plantas alcanzan el crecimiento máximo obtenible en las condiciones de cada ecosistema. Una categorización más detallada considera niveles muy bajos, bajos, medios, altos y muy altos y en una más general, se puede considerar solo dos categorías: niveles suficientes y niveles insuficientes.

Con niveles insuficientes hay una disminución del crecimiento debido a una baja disponibilidad de los nutrientes en el suelo y en los suficientes se logra el crecimiento óptimo alcanzable. En el Cuadro 4.6 se presentan los niveles de disponibilidad en el suelo de algunos nutrientes.

Cuadro 4.6. Niveles suficientes de disponibilidad de los distintos nutrientes en el suelo, (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

Nutriente	Nivel suficiente (ppm)
P	20.0
K	180.0
Mg	30.0
S	16.0
B	1.0
Mn	1.0
Fe	2.5
Zn	1.0
Cu	0.5

La utilización de los niveles suficientes (categorías altas) para determinar la fertilización, tiene por objetivo, corregir por 3 a 4 años los niveles deficientes en el suelo, en el caso de aquellos nutrientes que tienen efecto residual.

## Fertilización de fondo

Se denomina fertilización de fondo a la corrección de los niveles de disponibilidad de los nutrientes en el suelo establecidos mediante el análisis químico del suelo, realizado previo al inicio de las labores de preparación del suelo para la plantación, (Capítulo 3). Rogers, (1995) y Kamenetsky (2006), por ejemplo, recomiendan un fertilizante complejo, bajo en N (5-10-10), pero no indican la cantidad ni la época de aplicación.

En general no se encuentra en la literatura diferencias entre la fertilización de fondo y la fertilización de una plantación ya establecida, incluso tampoco se dan diferentes alternativas dependiendo del agroecosistema, aún cuando se indica que se debe fertilizar de acuerdo a las necesidades del cultivo, (Stevens et al., 1993).

Al recomendar el fertilizante complejo 5-10-10, Evans (1999), entrega una dosis de 3 lb/100 pie<sup>2</sup>, lo que equivale a 73 kg N/ha, 146 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 146 kg K<sub>2</sub>O/ha. En todo caso, este autor no entrega dosis diferentes para distintas producciones ni tampoco de acuerdo a la edad de las plantas, aún cuando indica que una sobredosis de nitrógeno puede traer como consecuencias tallos débiles, floración reducida y tejidos suculentos muy propensos al ataque de enfermedades.

En la fertilización de fondo, cuando las labores de preparación del suelo se inician en otoño, no se considera la fertilización nitrogenada debido a que las formas de nitrógeno en el suelo son muy móviles y se perderían por lixiviación con la precipitación invernal. La fertilización nitrogenada debe realizarse en primavera por fertirrigación o en cobertera, después de la plantación.

Todos aquellos nutrientes que se encuentran bajo el nivel de suficiencia en el análisis químico del suelo realizado previamente, deben ser corregidos en la fertilización de fondo. Alcanzados los niveles de suficiencia, debido al efecto residual de los fertilizantes, el suelo mantendrá por 2 a 3 años un nivel adecuado para la nutrición de las plantas. El encalado solo debe considerarse en suelos con pH inferior a 5.5 con un alto nivel de Al de intercambio.

### Dosis de P en la fertilización de fondo

Las dosis de P a agregar para llevar los niveles de disponibilidad a un nivel suficiente están, en gran parte, determinadas por la capacidad de retención de P del suelo. A mayor capacidad de retención, mayor es la dosis de P que se debe aplicar.

El índice de la capacidad de retención de P del suelo es el contenido de aluminio extractable en acetato de amonio pH 4.8 (Al extractable, Ac.NH<sub>4</sub>, pH 4.8). En el Cuadro 4.7, se presenta la relación entre contenido de Al extractable y la capacidad de retención de P del suelo. Este corresponde a la cantidad de P/ha a aplicar al suelo para elevar en 1 ppm el P-Olsen del suelo.

Cuadro 4.7. Aluminio extractable (Al ex) y coeficiente de retención de P, (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

Al ex ppm	Coeficiente de retención de P en el suelo kg P/ha	P kg P/ha y kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha para elevar 1 ppm de P-Olsen kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
>200	4	9
201 – 400	4.1 – 6	9.1 – 14
401 – 600	6.1 – 8	14.1 – 18
601 – 800	8.1 – 10	18.1 – 23

A continuación se presenta un ejemplo para el cálculo de la dosis de corrección de P en la fertilización de fondo, (Cuadro 4.8)

Cuadro 4.8. Ejemplo del cálculo de la dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a aplicar con superfosfato triple, (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

Parámetro	Resultados análisis de P-Olsen del suelo y cálculo de la dosis de P
P-Olsen suelo	8 ppm P-Olsen
P-Olsen a alcanzar	20 ppm P-Olsen
Δ (diferencia)	20 ppm P-Olsen - 8 ppm P-Olsen = 12 ppm P-Olsen
Al ex	400 ppm
kg P2O5/ha a aplicar	12 ppm P-Olsen x 14 kg P2O5/ha* = 168 kg P2O5/ha
kg/ha de SFT (45% P2O5) a aplicar	$(100 \text{ kg SFT} \times 168 \text{ kg P2O5/ha}) / 45 \text{ kg P2O5} = 373 \text{ kg SFT/ha}$

\* Cuadro 4.7.

En el ejemplo, la diferencia entre el nivel actual determinado y el nivel suficiente a alcanzar es muy amplia y por lo tanto, la dosis de corrección del nivel de P en el suelo es alta. La fuente de P recomendada es superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### **Fertilización potásica en la fertilización de fondo**

No se ha desarrollado un método para el cálculo de la fertilización potásica de corrección en la fertilización de fondo. Empíricamente, es posible recomendar una aplicación de 100 kg K<sub>2</sub>O/ha en suelos arenosos y de 200

kg  $K_2O$ /ha en suelos arcillosos y por esta razón, es importante conocer la textura del suelo. La fuente más indicada es el cloruro de potasio.

### Dosis de corrección para otros nutrientes

En el Cuadro 4.9, se muestran las fuentes más apropiadas de fertilizantes y las dosis de corrección de otros nutrientes:

Cuadro 4.9. Dosis de corrección de los otros nutrientes, (kg/ha), (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

Nutriente deficiente	Fertilizante	Dosis corrección (kg/ha)
Mg	sulfato de magnesio	180
S	sulfato de calcio (yeso)	250
B	boronatro calcita	20
Cu	sulfato de cobre	20
Zn	sulfato de cinc	40
Mn	sulfato de manganeso	80
Fe	quelato de Fe*	60

\*El quelato de hierro más adecuado en suelos ácidos es el Fe-EDTA y en suelos alcalinos el Fe-EDDHA.

### Forma de aplicación de los fertilizantes

En la plantación de otoño, en la fertilización de fondo los fertilizantes se aplican en cobertera y se incorporan con el último rastraje de las labores de preparación del suelo. Una alternativa más eficiente para una posterior plantación de peonías es incorporarlos en la línea de plantación, para lo cual se puede adaptar un arado cincel que permita abrir un surco donde irán los fertilizantes para luego tapanlo con otro surco paralelo.

### Fertilización en una plantación establecida

La fertilización en la plantación debe efectuarse preferentemente mediante fertirrigación, el método de riego más eficiente y económico y que además permite incorporar otros productos como enraizantes y pesticidas. Anualmente, en la plantación, la principal preocupación debe ser el ajuste de la dosis de N aplicada por fertirrigación o en cobertera.

En los primeros años de la plantación, con la fertilización de fondo se asegura una disponibilidad adecuada de los distintos nutrientes corregidos, la que debe ser evaluada en el tiempo a través del diagnóstico foliar.

## Fertilización nitrogenada

### Estimación de la dosis anual de N

La dosis de N está determinada en primer lugar por los requerimientos de N de la plantación durante su ciclo anual, o sea, su demanda de N. Por otra parte, también depende del suministro de N por el suelo, dado por su capacidad de mineralización, que a su vez depende de la cantidad de residuos orgánicos aportados por el historial de cultivos del sector de la plantación. Así, se pueden distinguir tres grandes grupos de rotación o historial de cultivos de acuerdo a su aporte de residuos orgánicos que determinan una distinta capacidad de mineralización de N, (Matus y Rodríguez, 1994; Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

- rotación de cultivos anuales
- rotación de cultivos y praderas
- praderas

Suelos con un historial de cultivos anuales en donde los aportes de residuos orgánicos son escasos, la capacidad de mineralización es baja, entre 20 a 40 kg N/ha, según el manejo de los residuos de cosecha. Por otra parte, en suelos después de un manejo prolongado con praderas la capacidad de mineralización de N es alta aún después de varios años de haber sido incorporada, 60 a 100 kg N/ha según el tipo de pradera. En el segundo grupo de historial de manejo, la mineralización de N presenta una capacidad de mineralización de N intermedia (40 a 60 kg N/ha).

La dosis de fertilización nitrogenada corresponderá al déficit que se produce entre la demanda de N de la plantación y la capacidad de suministro de N del suelo. Sin embargo, no todo el fertilizante aportado es recuperado por las plantas y se debe considerar una cierta eficiencia de la fertilización N. En promedio, la eficiencia de la fertilización nitrogenada aplicada en cobertera es de un 50% y de un 70% cuando se incorpora en fertirrigación.

Por lo tanto, la dosis de N está dada por la siguiente formulación:

$$\text{Dosis de N (kg N/ha)} = \frac{\text{Demanda de N por la planta (kg N/ha)} - \text{Suministro de N por el suelo (kg N/ha)}}{\text{Eficiencia de la fertilización (\%)}}$$

En el Cuadro 4.11, se presentan las dosis de fertilización para distintas producciones alcanzables por una plantación de 10.000 plantas/ha:

Cuadro 4.11. Dosis estimadas de N para distintos niveles de producción en varas comerciales/planta. Una vara comercial es equivalente a la biomasa de 2 varas/planta, (Sáez, 2005).

varas comerciales alcanzables/pta (Nº)	biomasa total estimada (kg MS/ha)	Db demanda bruta (kg N/ha)	Dn demanda neta (kg N/ha)	SN suministro suelo (kg N/ha)	Dn - SN déficit N (kg N/ha)	Dosis N (kg N/ha)	
						eficiencia 50%	eficiencia 70%
2	3.000	30	15	20	-	-	-
4	6.000	55	30	20	10	20	15
6	9.000	80	40	20	20	40	30
8	12.000	110	55	20	35	70	45
10	15.000	135	70	20	50	100	65
12	18.000	160	80	20	60	120	80
14	21.000	190	90	20	70	140	90

v/c = 1 vara comercial = 1 vara exportada = 2 varas en el campo, 1 vara comercial/planta = 500 kg MS/ha, varas = 30% biomasa total, RIN = 0.89% N, Rt = 50%/D<sub>b</sub>, suministro N = rotación cultivos, eficiencia 50% = N aplicado en cobertera, eficiencia 70% = N aplicado en fertirrigación.

La reutilización del N por la plantación a través de la retranslocación del N acumulado en la corona explica las bajas demandas de N y por consiguiente, dosis relativamente bajas de N. Un aumento significativo de las dosis se observa al aumentar la producción de las plantaciones de peonías, (demanda de N).

En plantaciones con un manejo anterior del suelo con praderas, solo se dará una respuesta a la fertilización nitrogenada al tener altas producciones. La falta de respuesta a la aplicación de N en las plantaciones de peonías en Coyhaique, con producciones relativamente altas, se debería a un manejo anterior de los suelos con praderas compuestas fundamentalmente por trébol blanco (*Trifolium repens*), (Noguer y Manzano, 2010).

La evaluación de la fertilización nitrogenada debe hacerse a través del diagnóstico foliar, mediante el monitoreo anual del estado de la nutrición nitrogenada de la plantación con análisis foliar. De esta forma se pueden ajustar las dosis, ya sea manteniendo o modificando las dosis aplicadas en el año anterior.

### Dosis de corrección de P y K y otros nutrientes

En el caso que se presenten niveles foliares bajo los estándares nutricionales, se deberán aplicar aquellos nutrientes deficitarios, ya sea en fertirrigación o en cobertera. La cantidad de fertilizante aplicado dependerá de la intensidad de la deficiencia nutricional observada en el análisis foliar, a las características del suelo y a la eficiencia de aplicación.

En el caso del P es importante la capacidad de retención de P del suelo dado por el contenido de Al-extractable del suelo y en el caso de K, por la textura, como ya se ha señalado para la fertilización de fondo. La cantidad de fertilizante a aplicar corresponderá finalmente a una fracción de la cantidad estimada para la fertilización de fondo. Esta dosis debe ser evaluada y ajustada a través del monitoreo anual del estado nutricional mediante el análisis foliar.

## Evaluación de la fertilización de fondo

En una plantación con fertirrigación el muestreo del suelo entre las hileras no es representativo de la disponibilidad de P y de los otros nutrientes que queden retenidos en la fase sólida del suelo, ya que al agregar los nutrientes a través de los goteros quedan concentrados en la hilera de plantación. Por otra parte, el muestreo del suelo sobre la hilera en el volumen del bulbo de humedecimiento de los goteros, da lugar a resultados analíticos muy erráticos por la heterogeneidad de las concentraciones.

## Epoca de aplicación de los nutrientes

Los nutrientes estimados deficientes en el análisis foliar deben ser aplicados en la fertirrigación o en cobertera en dos parcialidades durante el ciclo anual del crecimiento de la plantación. Cada parcialidad corresponderá a un 50% de la dosis estimada, (Figura 4.1).



Figura 4.1. Épocas de aplicación de la fertilización nitrogenada.

La primera parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse después de la brotación cuando las hojas hayan alcanzado el 60% de su madurez (estado hoja extendida) y su objetivo es aportar N para el crecimiento exponencial de los tallos y hojas y el desarrollo de los botones, 20 días después de la emergencia. Con anterioridad, las plantas se abastecen de N a través del flujo de retranslocación de N desde las coronas.

Stevens et al. (1993), Evans (1998) y Kamenetsky (2006), recomiendan realizar la primera aplicación cuando los tallos tengan entre 5 y 10 cm de altura hasta los 30 cm, (Sáez, 2005).

Por otra parte, no es conveniente atrasar la aplicación de N ya que en ese caso la concentración de N próxima a la cosecha será muy alta, lo que puede afectar el desarrollo de los botones, el grosor del tallo, el color de las flores, el tiempo de florero, favoreciéndose el crecimiento vegetativo en desmedro de la producción de flores. Stevens et al. (1993), recomiendan fertilizar en dos oportunidades: la mitad a la emergencia en primavera y el otro 50% antes que las plantas entren en dormancia en otoño. Saez (2005), indica que la segunda parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse al inicio de la senescencia de las hojas, temprano en otoño. Su objetivo es incrementar el flujo de retranslocación de N hacia las coronas y por otra parte, mantener una concentración de N satisfactoria para la diferenciación foliar y la iniciación floral.

Si el aporte de N es cercano a la cosecha o a la apertura de las flores (anthesis), se generará un crecimiento vegetativo exagerado, lo que retrasará el inicio de la dormancia con un gasto de las reservas para la próxima temporada. Por otra parte, si se atrasa la aplicación hasta la parte final de la senescencia, existirá una menor absorción de N por las plantas y por consiguiente, un menor flujo de N hacia las coronas, (Wang et al., 1998; Sáez, 2005).

En el caso, de que después de la cosecha o apertura de las flores se observe que las hojas y brotes presentan poco vigor, es conveniente realizar una aplicación de N dividiendo la dosis de N de la segunda aplicación en dos parcialidades: 50% (25% de la dosis anual) después de la cosecha y el otro 50% (25% de la dosis anual), antes de la senescencia de las hojas, (Stevens et al., 1993; Wang et al., 1998). En esta situación, se considerarán tres oportunidades de aplicación de N durante el ciclo anual de crecimiento de las peonías.

Es recomendable, aún con un nivel moderado de N, aplicar una dosis baja de N (25 kg N/ha) en el inicio de la senescencia, que asegure un nivel adecuado de reservas nitrogenadas para la brotación a la temporada siguiente. Los otros nutrientes deben aplicarse en las mismas épocas señaladas, en dos parcialidades, junto a la aplicación de nitrógeno.

## Diagnóstico del estado nutricional de la plantación

### Fundamentos del diagnóstico foliar

El control del estado nutricional de la plantación debe efectuarse mediante el uso del diagnóstico foliar, ampliamente utilizado en el ámbito de las especies perennes como en plantaciones forestales (Rodríguez y Alvarez, 2010), en frutales (Silva y Rodríguez, 1993), en frambuesas (Matus, 1995) y en espárragos (Smulders y Matus, 2001).

El diagnóstico foliar se fundamenta en la relación existente entre la producción (varas comerciales) o crecimiento de las plantas y la concentración de nutrientes en las hojas o en otros tejidos de las plantas, (Figura 4.2).

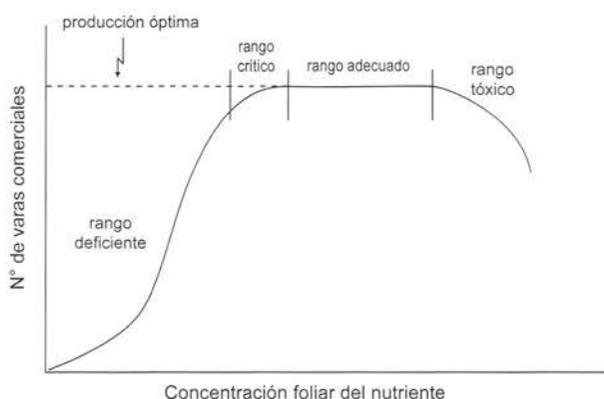


Figura 4.2. Relación entre la producción de la plantación (vc/planta) y la concentración foliar de los nutrientes, (Silva y Rodríguez, 1995).

En una plantación de peonías establecida después de la fertilización de fondo en otoño, el diagnóstico foliar debe permitir evaluar la efectividad de la fertilización de fondo y la dosis de N aplicada después de la brotación por fertirrigación o en cobertera.

El estado nutricional se monitorea anualmente para evaluar, tanto la nutrición nitrogenada como la de otros nutrientes aplicados y de acuerdo a los resultados del diagnóstico, se podrán mantener o modificar las dosis de los nutrientes aplicados anteriormente.

En el primer muestreo foliar es conveniente realizar un análisis completo de todos los nutrientes que se puede repetir a los tres años. En los muestreos anuales posteriores al primero, solo es necesario analizar, además

del N, aquellos nutrientes que hayan presentado niveles deficientes o valores cercanos a la deficiencia y que se han tratado de corregir.

### Metodología

Para el establecimiento del diagnóstico foliar en el cultivo de las peonías se requiere desarrollar los distintos componentes de su metodología de utilización.

- tejido a muestrear
- número de plantas y hojas a muestrear
- época de muestreo
- estándares nutricionales

### Tejido a muestrear

Las hojas son en general un buen indicador de la nutrición de las plantas ya que ellas presentan una gran actividad metabólica. El tipo de hojas debe corresponder a aquellas que muestran una concentración relativamente estable como es el caso de las hojas recientemente maduras. Las hojas jóvenes o las hojas viejas se encuentran con una nutrición inestable, aumentando o disminuyendo rápidamente su concentración de nutrientes.

En la Figura 4.3, se presenta la edad de las hojas compuestas en de acuerdo a su ubicación en el tallo desde el botón.



Figura 4.3. a: estructura general de una vara con sus hojas (7), b: tallo con las distintas edades de las hojas de acuerdo a su ubicación con respecto al botón. Los círculos señalan las hojuelas terminales de las hojas recientemente maduras a muestrear **sin pecíolo**.

### Número de plantas y hojas a muestrear

El número de plantas y hojuelas a muestrear debe permitir obtener una muestra representativa de la plantación y una cantidad de materia seca necesaria para realizar los análisis químicos en el laboratorio.

Estadísticamente 10 plantas elegidas al azar y en zig-zag en la plantación ha resultado ser una muestra representativa. El número de hojuelas terminales/hoja y por planta puede ser 6 (dos hojuelas terminales de tres tallos en una planta), completando un total de 60 hojuelas por muestra, (10 plantas).

El tejido foliar a muestrear son las hojuelas terminales sin pecíolo, (rodeadas por un círculo) de las hojas recientemente maduras, segunda y tercera hoja compuesta a partir de la inserción del botón, (Figura 4.3 b).

### Epoca de muestreo

La época de muestreo requiere de un período amplio de estabilidad de las concentraciones de los nutrientes en las hojas. En la Figura 4.4, se presenta un esquema de la estabilidad estacional de las concentraciones de los nutrientes en los tejidos foliares.

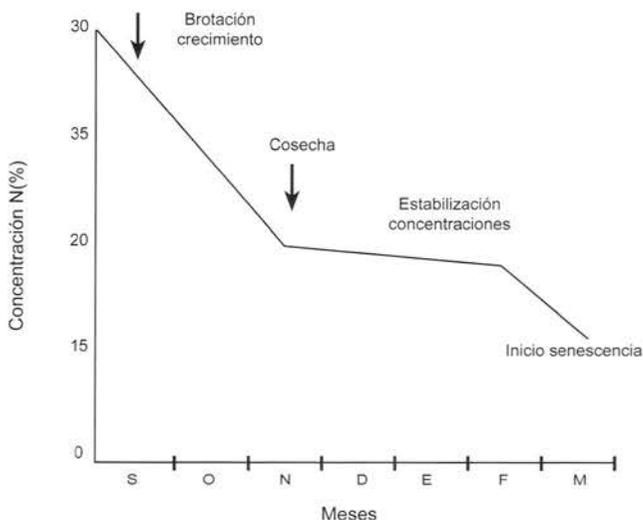


Figura 4.4. Variación estacional de las concentraciones de nutrientes y su relación con la época de muestreo foliar, (Silva y Rodríguez, 1995).

Durante el crecimiento de los tallos, las concentraciones son altas y disminuyen hasta la apertura de las flores (antesis), después cesa el crecimiento vegetativo y se inicia una etapa de estabilización de las concentraciones. Posteriormente, con el inicio de la senescencia las concentraciones disminuyen. En la primera y tercera fases, las concentraciones varían rápidamente en el tiempo y dificultan la evaluación de la nutrición de las plantas en esos períodos.

De esta forma, el período más adecuado de muestreo está determinado por las condiciones climáticas de la zona que definen su fenología y están directamente relacionadas con la época de cosecha. La época de muestreo foliar corresponde a la estabilización de las concentraciones foliares, que se encuentra alrededor de un mes después de finalizada la cosecha. Los períodos de estabilización de las concentraciones foliares han sido determinadas por Sáez (2011), para la zona central, por Chahín, Montenegro y Luchsinger (2011), para la zona sur y por Noguier y Manzano (2011), para la zona austral.

### **Estándares nutricionales**

Los estándares nutricionales se deben establecer mediante experimentos de dosis de fertilización en suelos deficientes del nutriente a estudiar, donde se mide en las plantas de los distintos tratamientos la producción de varas/planta y la concentración del nutriente en las hojas.

Existe una concentración foliar del nutriente estudiado en que a una mayor dosis de fertilización no aumenta el número de varas comerciales/planta. Esta concentración se ha denominado nivel crítico y corresponde al estándar nutricional para el nutriente estudiado.

Una alternativa para establecer los estándares nutricionales es promediar las concentraciones nutricionales de plantaciones de alto rendimiento y calidad de flores que no hayan recibido dosis excesivas de nutrientes. El promedio de las concentraciones de los nutrientes de las plantaciones de alta productividad se convierten en los estándares nutricionales para el cultivo. Con este objetivo, Ibáñez (2010), muestreó plantaciones de altas producciones de las variedades Festiva Maxima, Red Charm y Dr. Aleseander Fleming de la IX Región, (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Concentraciones foliares adecuadas promedio de diferentes plantaciones de peonías de alta producción (Ibáñez, 2010).

Nutriente	Estándares foliares
N	2.1 - 2.5 %
P	0.21 %
K	0.95 %
Mg	0.50 %
S	0.18 %
Fe	60 ppm
Mn	30 ppm
Zn	25 ppm
Cu	6 ppm
B	60 – 100 ppm

En Coyhaique, se realizó un ensayo de dosis de N en plantas de la variedad Kansas de 8 años de edad con un rendimiento de 14 varas comerciales/planta. Con posterioridad a la cosecha se muestrearon hojas de las plantas de los distintos tratamientos de N, encontrándose que sobre un contenido foliar de 2.09%, no hay respuesta a la fertilización nitrogenada, (Noguer y Manzano, 2011).

En el caso del N y B, se ha considerado un rango, ya que sobre el valor máximo del rango se afectan los rendimientos o la calidad. Estos estándares nutricionales de las peonías deben ser ratificados con una rigurosa experimentación con ensayos de campo de dosis de fertilización.

Sin un desarrollo del método de diagnóstico foliar del estado nutricional de las peonías para las condiciones del área de plantación, no es posible un manejo objetivo y racional de su fertilización, cuya importancia en el crecimiento y calidad de la producción está claramente establecida.

### **Sintomatología visual**

La sintomatología visual se fundamenta en la relación que existe entre la deficiencia o exceso de un nutriente y ciertos síntomas característicos visuales que aparecen principalmente en las hojas.

Estos síntomas presentan una distribución generalizada en las hojas ya que con la deficiencia se ve afectado todo el metabolismo de la planta. De esta forma, es posible descartar síntomas que solo aparecen en sectores de la hoja. Sin embargo, algunos factores no nutricionales afectan la nutrición de las plantas como el estrés hídrico y los síntomas son los mismos. También hay

que considerar que los síntomas varían con la intensidad de las deficiencias o con la época de aparición.

En el Cuadro 4.13 se muestran los síntomas generales de las deficiencias nutricionales

Cuadro 4.13. Síntomas generales de deficiencias nutricionales.

Nutriente	Característica de la deficiencia
nitrógeno	hojas basales cloróticas y posterior necrosis
fósforo	disminución del crecimiento
potasio	hojas basales con clorosis y necrosis en los bordes
magnesio	clorosis intervenal en las hojas basales
azufre	clorosis generalizada hojas nuevas
hierro	clorosis intervenal generalizada
cobre	hojas jóvenes deformadas
zinc	hojas jóvenes lanceoladas, estrechas y pequeñas
manganeso	hojas jóvenes con clorosis internerval
boro	deformación de hojas apicales y muerte del ápice

El uso del diagnóstico por sintomatología visual de los problemas nutricionales debe ser permanente ya que es una alerta que debemos corroborar con un análisis foliar o de suelos.

### **Interpretación de los resultados del diagnóstico**

El uso combinado de los métodos de diagnóstico: análisis del suelo, análisis foliar y sintomatología visual, es una herramienta muy útil a pesar de sus fundamentos relativamente empíricos. Precisamente debido a su relativo empirismo, es necesario tener una experiencia en su uso, claridad en los principios de los métodos y un conocimiento de las características y manejo del cultivo para lograr un diagnóstico acertado. El uso de los métodos de diagnóstico sin estas consideraciones puede llevar a graves errores de interpretación.

## Riego: Fertirrigación

---

Las plantas se presentan como un elemento conductor entre dos límites de potencial hídrico diferente, el sustrato radical (suelo) desde el cual las raíces absorben el agua a través de las raíces y la atmósfera, hacia donde después de asegurar sus procesos metabólicos, la planta expulsa el agua remanente por las hojas en la forma de vapor. El agua se desplaza desde el entorno más húmedo o sea desde el suelo, (de mayor potencial), al entorno más seco o de menor potencial constituido por el aire del medio ambiente o atmósfera, (Artigao y Guardado, 1993).

Este movimiento suelo-planta-atmósfera, conocido como transpiración, está sostenido por el aporte de energía procedente de la radiación (y de la advección), que asegura que el potencial de la atmósfera sea menor que el potencial del suelo donde se encuentran las raíces, de forma que el movimiento del agua, desde el suelo a la atmósfera, sea continuo. Sin embargo, el problema se presenta cuando el suelo no tiene agua que puedan absorber las plantas para poder seguir transpirando, provocándose un estrés hídrico, (De Juan y Martín de Santa Olalla, 1993).

Se puede deducir fácilmente la importancia capital que tiene el equilibrio entre la absorción y la transpiración. En la naturaleza, la hidratación de los tejidos vegetales está prácticamente en evolución continua, ya sea en el sentido de la humectación como de la rehumectación, ajustándose los potenciales hídricos de la planta a los potenciales impuestos por la demanda evaporativa de la atmósfera y por el potencial hídrico del suelo

El déficit hídrico tiene lugar en aquellos períodos donde la pérdida de agua por transpiración excede a la ganancia por absorción. La intensidad de transpiración de plantas normales bien regadas, está controlada por

factores propios, como el área externa y la estructura interna de la planta, el grosor de la cutina y la magnitud de las aberturas estomáticas y por factores externos, entre los que figuran, como los más destacados, la humedad, la temperatura y el viento, (Barceló et al., 2001).

La absorción de agua por las raíces depende de la intensidad de transpiración, extensión y eficiencia del sistema radical y disponibilidad de agua en el suelo, que a su vez está afectada por la aireación, la temperatura, el potencial hídrico en el suelo (contenido de agua) y la concentración (contenido de nutrientes) de la solución. Por otra parte, debido a la resistencia al movimiento del agua en el interior de las raíces, la absorción tiende a permanecer retrasada respecto de la transpiración.

## **Crecimiento de las plantas y estrés hídrico**

El crecimiento y desarrollo de un vegetal depende, en términos generales, de la división celular prolongada, de la iniciación, de la diferenciación y de la expansión celular hasta que la planta muestra su expresión definitiva. Asociado con estos fenómenos básicamente controlados por la genética, se encuentran los procesos metabólicos, tales como la absorción de agua y nutrientes desde el suelo, la síntesis de metabolitos y del material estructural y el transporte de los compuestos químicos hacia los órganos de reserva.

El agua es un constituyente del protoplasma (en los pétalos corresponde a un 95% del peso total) y participa directamente en todos los procesos de división, diferenciación y expansión celular y en un gran número de reacciones químicas ya que es el solvente utilizado en todos los procesos metabólicos. El agua es responsable de la turgencia de las células y de la planta como un todo y por otra parte, es importante también en el transporte de nutrientes desde la solución del suelo al sistema radicular de las plantas, (Botella y Campos, 1993).

Por lo tanto, la reducción en la absorción de agua o deshidratación deterioran parte o la totalidad de los procesos fisiológicos dependiendo de la magnitud y ocasión del estrés. Un déficit hídrico es susceptible de afectar al conjunto de funciones fisiológicas como por ejemplo, fotosíntesis, nutrición mineral, transporte de asimilados y morfogénesis, (Botella y Campos, 1993; Barceló et al., 2001).

Los severos trastornos que produce el estrés hídrico en el metabolismo y crecimiento de las plantas hacen necesario que toda plantación de peonías

cuenta con un sistema de riego. Aún en regiones con un relativamente alto nivel de precipitaciones, siempre existen períodos de estrés hídrico que deben ser superados mediante el riego. Incluso períodos relativamente cortos de estrés hídrico especialmente en ciertas etapas de desarrollo del cultivo, como antes y durante la cosecha, pueden afectar drásticamente la calidad de las flores cortadas, (Sáez, 2002).

En el Cuadro 5.1, se muestra el incremento de los rendimientos del cultivo de la papa en las zonas de Temuco y Osorno al ser incorporados al riego:

Cuadro 5.1. Comparación del rendimiento total logrado en un cultivo de papa en condiciones de riego y con déficit hídrico en diferentes regiones de Chile, (Santos y Kalacich, 2010).

Localidad	Temporada	Rendimiento (ton/ha)		% aumento rendimiento con riego
		con riego	control	
La Serena	1995/1996	54.6	25.0	118.4
Chillán	1993/1994	50.5	34.0	48.5
Cañete	1995/1995	54.0	28.4	90.1
Temuco	1985/1986	91.0	26.5	243.4
Osorno	1987/1988	83.6	58.8	42.2
Punta Arenas	1993/1994	38.0	7.8	87.2

En el cuadro, se puede observar claramente el efecto del riego en la producción de papa en las regiones IX y X con un aumento en los rendimientos de 243.4 y 42.2%, respectivamente. Antes de obtener estos resultados el cultivo de la papa no se regaba debido al régimen de precipitaciones que presentan dichos agroecosistemas.

Sin embargo, las papas se cosechan en marzo y es en los meses de verano cuando obtienen su mayor ganancia en biomasa y es en esa época en que pueden estar sujetas a un estrés hídrico severo. Por lo tanto, si se toma en consideración que la producción de peonías de la temporada siguiente depende de la formación y desarrollo de las yemas florales, entonces se deben evitar, absolutamente, períodos de estrés hídrico entre noviembre y marzo.

El estrés hídrico producido en algunas temporadas puede dañar la producción del año por aborto floral. Saldivia y Sáez (1998), indican que en las condiciones de Magallanes, el estrés hídrico sufrido por una plantación de peonías de 8 años, entre el 26 de octubre y el 29 de noviembre (temporada 1996/1997), provocó un 16% de aborto floral (promedio de 13 variedades),

con un rango entre 3 y 39% y del porcentaje restante (84%), solo un 12% resultaron ser varas comerciales.

En este caso se observó que el aborto fue causado fundamentalmente porque el estrés hídrico provoca directamente la muerte de las raíces blancas o absorbentes por deshidratación, lo que puede ocurrir, incluso, con períodos de estrés de solo horas, (Saldivia y Sáez, 1998).

## **Riego por goteo**

Las definiciones clásicas de riego hablan de un medio de aplicar agua artificialmente a los cultivos para complementar la acción de la lluvia. Sin embargo, el estudio de los parámetros que intervenían en el riego y de las relaciones suelo-planta-agua, llevaron a la conclusión de que la definición utilizada era demasiado general, pues además había que poner el agua a disposición de la planta para que ésta, pudiera aprovecharla al máximo, (Martín de Santa Olalla y de Juan, 1993).

En esta línea más concreta, se definió posteriormente el riego por goteo como aquel sistema que, para mantener el agua en la zona radicular de los cultivos en las condiciones de utilización más favorables para las plantas, aplica el agua gota a gota, (Medina, 1988).

Este tipo de riego, es el más indicado para el cultivo de las peonías ya que aparte de su eficiencia, no moja el follaje de las plantas disminuyendo el peligro de enfermedades, (Stevens et al., 1993; Rogers, 1995; Allemand, 2001, Montarone et al., 2001; Page, 2005, Kamenetsky, 2006).

### **Características principales del riego por goteo**

El agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical. En esto difiere fundamentalmente con los métodos tradicionales, en los que predominan las fuerzas de gravedad y por lo tanto, el movimiento es vertical. Por otro lado en el riego por goteo no se moja todo el suelo sino sólo una parte, la que varía con las características del suelo, el caudal del gotero y el tiempo de aplicación. En esta parte húmeda, la planta concentra y absorbe los nutrientes, (Figura 5.1).

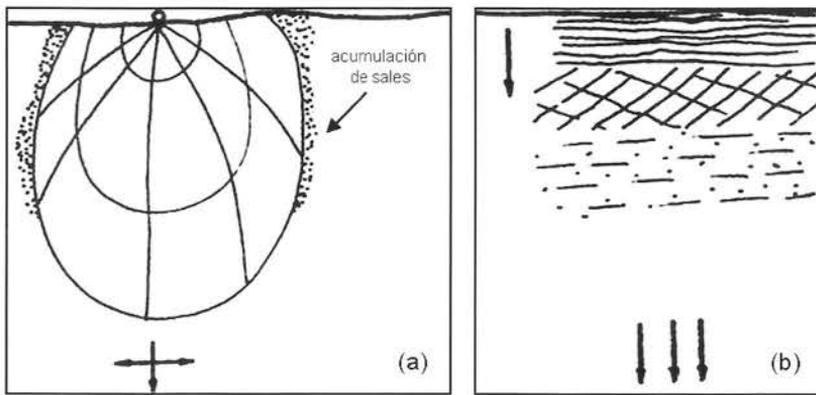


Figura 5.1. a: movimiento del agua en sentidos vertical y horizontal en el bulbo formado a partir de la fuente puntual en el riego por goteo, b: movimiento vertical que responde a las fuerzas de gravedad en los métodos de riego tradicionales, (Medina, 1988).

Los distintos métodos de riego como goteo, aspersión y tendido, mantienen distintos niveles de humedad en el suelo, lo que depende de la distancia entre un riego y otro. Debido a que la frecuencia de riego, en el riego por goteo es más alta, se puede mantener una baja retención del agua por las partículas del suelo, lo que significa que las plantas pueden disponer del agua libremente entre un riego y otro.

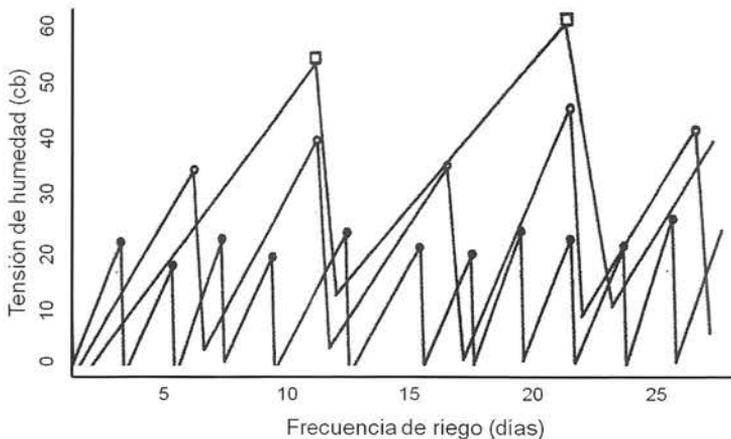


Figura 5.2. Tensión de humedad en goteo (●), aspersión (○) y tendido (□), (Medina, 1988).

El nivel de humedad que se mantiene en el suelo con el riego por goteo es superior a la capacidad de campo, lo que es muy difícil de conseguir con otros sistemas de riego pues habría que regar diariamente y se producirían encharcamientos y asfixia radicular.

### **Ventajas**

Se ahorra agua, mano de obra, fertilizantes y productos fitosanitarios. Es normal un ahorro del 50% de agua con respecto a los sistemas tradicionales y en ocasiones, cifras superiores a ésta.

Permite la posibilidad de regar cualquier tipo de terrenos, por accidentados y pobres que sean. La pendiente de un terreno no es obstáculo, por la regulación de caudales que puede conseguirse. Asimismo, en los suelos pobres o de poca profundidad el goteo es una forma de hidroponía en que el terreno actúa de sostén.

Además, el riego por goteo permite efectuar simultáneamente otras labores culturales, pues al haber zonas secas no presenta obstáculos para el desplazamiento de maquinaria, por ejemplo.

### **Desventajas**

Es un sistema relativamente caro de instalar, por lo que existe una limitación de tipo económico en su aplicación a los cultivos. No todos los cultivos son tan rentables para justificar la fuerte inversión que conlleva el sistema, (Medina, 1988).

La obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua, puede dañar al cultivo y a la instalación. Si se proyecta o instala mal, puede ocasionar la pérdida de la cosecha por falta de agua y nutrientes, por lo que es necesario que el diseño del proyecto sea realizado por un especialista en riego por goteo.

### **Movimiento del agua en el suelo**

El riego por goteo se caracteriza por presentar una baja tensión de humedad en el suelo y por lo tanto, como es necesario que el suelo se mantenga constantemente húmedo se requiere que el usuario conozca como se mueve el agua en el suelo.

Los principales factores que regulan este movimiento son:

- el tipo de suelo
- el caudal y espaciamiento de los goteros
- el cultivo

Dado que el objetivo del riego por goteo es proporcionar el agua que la planta necesita consumir, la evapotranspiración y el tipo y densidad del sistema radicular de la planta limitarán el avance del frente húmedo

o bulbo. En la figura 5.3, se presenta el movimiento del agua en un suelo arenoso y en un suelo franco arcilloso.

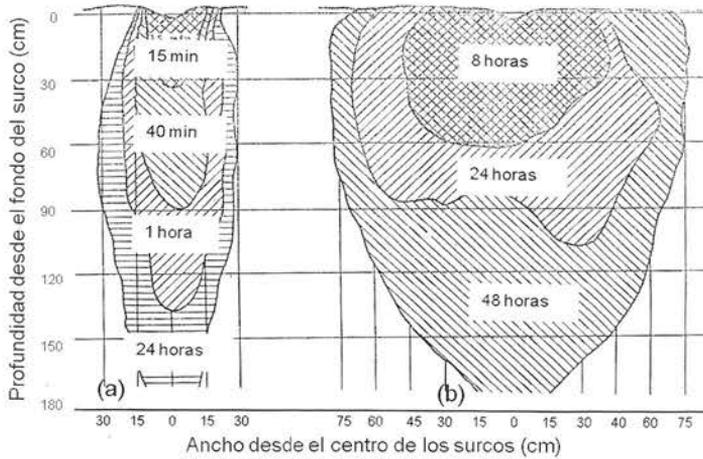


Figura 5.3. Movimiento del agua desde el gotero en a: suelo arenoso, b: suelo arcilloso, (Donnen, 1993).

En el caso de suelos arcillosos predominan las fuerzas capilares sobre las de gravedad, por lo que el bulbo es ancho y poco profundo. Si el suelo es arenoso la fuerza de gravedad es la predominante y el bulbo es estrecho y profundo, (Donnen, 1993).

A medida que aumenta la duración del riego, el frente de humedad profundiza más, pero el frente horizontal tiende a mantenerse. Un aumento del tiempo de riego no permite aprovechar mejor el agua, ya que la parte mas importante de la masa radicular se encuentra en la parte superior del suelo y aumentan las pérdidas por percolación profunda. Si los goteros están colocados sobre una línea lo suficientemente próximos, sus bulbos de humedad están en contacto a la altura de las raíces (Figura 5.4 a), aunque superficialmente se vean solamente círculos de humedad aislados, (Figura 5.4 b).

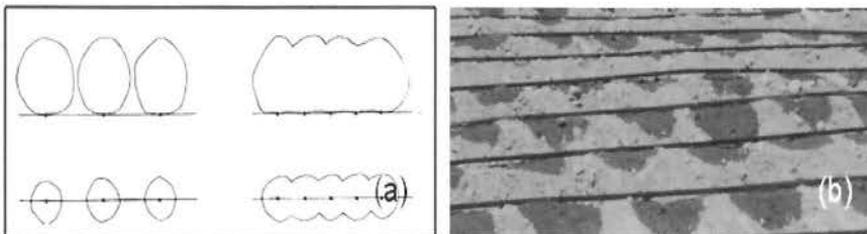


Figura 5.4. Humedecimiento de los goteros ubicados sobre una línea, a: esquema de bulbos separados en superficie y en contacto a la profundidad de raíces, (Medina, 1988), b: vista superficial del riego a nivel de campo, (Barrientos, 2009).

Para el cálculo de separación de los goteros se utiliza la tabla de Karmelli y Keller (1975), que se presenta en el Cuadro 5.2.

Cuadro 5.2. Tabla de Karmelli-Keller para el cálculo de separación entre goteros. (Karmelli y Keller, 1974).

S (m)	Caudal de goteros														
	< 1.5 LPH			2 LPH			4 LPH			8 LPH			> 12 LPH		
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0.2	0.5	0.9	0.3	0.7	1.0	0.6	1.0	1.3	1.0	1.3	1.7	1.3	1.6	2.0
	Separación entre goteros														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	Porcentaje de suelo mojado														
0.8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1.2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1.5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2.0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2.5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3.0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3.5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4.0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4.5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5.0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6.0	5	12	18	7	14	20	14	20	30	20	27	34	27	34	40

S: separación entre laterales en metros (m), LPH: caudal de goteros en litros por hora, G: textura gruesa (arenosa), M: textura media (franca), F: textura fina (arcillosa).

Esta tabla permite calcular la separación de los goteros en función del tipo de suelo, el caudal del gotero y la separación de las plantas sobre la hilera.

## Diseño de un sistema de riego por goteo

El diseño del sistema de riego debe ser realizado por un profesional especialista ya que depende de la condición del suelo, del clima y del cultivo en particular. Como un ejemplo, se presenta el diseño de un sistema de riego para una plantación de peonías arbustivas en la Comuna de Marchigüe, VI Región, (Barrientos, 2009).

En el Cuadro 5.3, se presentan las condiciones pre-existentes en el predio a partir de las cuales se diseñó el sistema instalado.

Cuadro 5.3. Evaluación de los equipos y condiciones pre-existentes en el predio para la implementación de riego por goteo en Marchigüe, VI Región, (Barrientos, 2009).

Equipos/condiciones	Características
Motobomba	Equipo de bombeo limitado a las condiciones de energía (electricidad monofásica) y caudal del pozo. La electricidad monofásica impone un límite a la potencia del motor: 2 HP. La bomba existente, Pedrollo CPM-170M, tiene una potencia de 1.5 HP y entrega un caudal máximo de 130 litros/minuto a una presión de 25 m.c.a.
Caudal del pozo	La mayoría de las norias en la zona presentan un bajo rendimiento entre 0.2 y 2 l/seg. Los datos de funcionamiento del pozo en temporadas anteriores, avalan un caudal de explotación no superior a 2 l/seg, equivalente a 120 l/min.
Sector de riego	Es la superficie máxima que se puede regar en cada aplicación por separado y depende del caudal máximo.
Tamaño del sector	El tamaño del sector de riego depende del marco de plantación, de la disposición de los goteros y del caudal del emisor. Para un marco de plantación de 1.20 m x 1.20 m, la disposición mas indicada es una línea simple de goteo, con emisores de 2 l/hora.

Un esquema general de los constituyentes de un sistema de riego por goteo y fertilización se presenta en la figura 5.5.

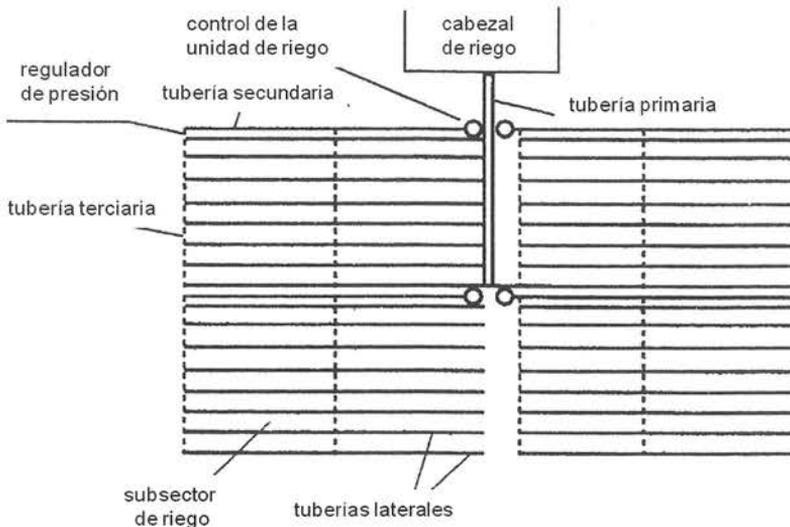


Figura 5.5. Esquema de una instalación de riego localizado, (Martínez y Peralta, 2000).

Los elementos básicos que considera una instalación de fertirrigación, son:

- cabezal de control
  - unidad de bombeo
  - unidad inyectora agroquímicos
  - unidad de filtrado
    - filtro de arena
    - filtro de malla
    - filtro de anillas
    - caudalímetro
  - unidad de programación y control
    - control de flujo (manómetros)
    - reguladores de presión
  - programador electrónico
    - válvulas solenoides
- red de tuberías
  - tuberías primarias
  - tuberías secundarias
  - tuberías terciarias
  - reguladores de presión
  - válvulas de control de flujo
  - laterales de riego
  - goteros

### **Cabezal de control**

El cabezal de control del riego es el conjunto de dispositivos que tienen por objetivo entregar el agua a las plantas, incorporar elementos fertilizantes y agroquímicos, filtrar, regular presiones y llevar a cabo los programas de riego establecidos, (Martínez y Peralta, 2000; Montalvo, 2005).

En la Figura 5.6, se muestra el cabezal de control de una instalación de riego por goteo diseñada e instalada por Barrientos (2009), para una plantación de peonías arbustivas en Marchigüe, VI Región.

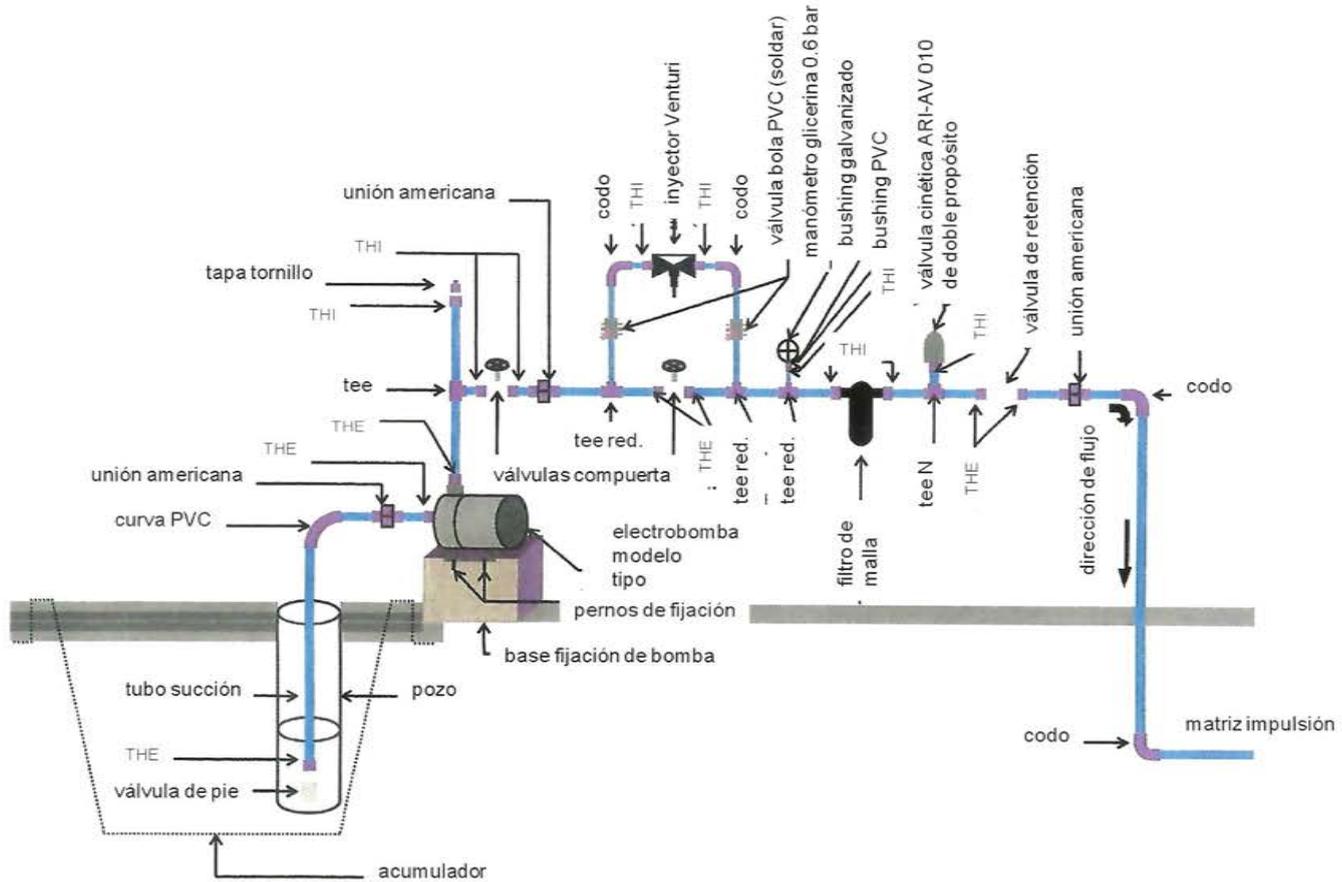


Figura 5.6. Esquema de un cabezal de control de fertirriego, (Barrientos, 2009).

### **Unidad de bombeo**

La unidad de bombeo de un sistema de riego por goteo es una instalación o estación de elevación mecánica, que tiene por objeto aspirar el agua desde la estación e impulsarla a presión al cabezal de control y a la red de tuberías. Esta unidad de bombeo, que consta de un motor y una bomba de elevación mecánica, se incluye en el caso que no exista un desnivel entre la fuente de agua y los terrenos a regar, que pudiera generar la presión de trabajo del sistema, (Figura 5.7).



Figura 5.7. Unidad de bombeo de agua desde una noria (Secano Interior, VI Región).

Finalmente, la unidad de bombeo se ubica junto a la fuente de agua y lo más cerca posible de la fuente de energía disponible. La mayoría de las instalaciones de riego por goteo que requieren energía por lo general usan motobombas centrífugas de eje horizontal, también son comunes las instalaciones con bombas de pozo profundo cuando es necesario utilizar aguas subterráneas, (Barrientos, 2009). Los motores eléctricos son más eficientes en cuanto al uso de la energía (\$/potencia consumida) y motores de hasta 3 HP pueden ser conectados a la red eléctrica domiciliaria, (Martínez y Peralta, 2000).

### **Unidad de inyección de agroquímicos**

El objetivo de esta unidad es inyectar fertilizantes, ácidos o algún tipo de pesticida al agua de riego, de tal manera que quedan inmediatamente disponibles para la planta. Esta unidad debe estar ubicada previamente al sistema de filtros, ya que algunos productos, especialmente algunos

fertilizantes, contienen impurezas que no deben pasar a la red de cañerías, (Martínez y Peralta, 2000). Existen varios tipos de inyectores de fertilizantes, pero los más utilizados son los del tipo Venturi con el sistema de inyección en base a un diferencial de presión en la tubería matriz.

En un venturi se distinguen tres partes: tobera, garganta y difusor. La segunda es de un diámetro muy pequeño, por lo que el agua alcanza una velocidad tan elevada que la presión se hace negativa (vacío), creándose así una diferencia de presión entre la atmosférica y la establecida en la garganta. La presión en la garganta, para una presión de entrada dada es tanto menor cuanto mayor es el caudal o la succión es mayor cuando el caudal es mayor. El sistema de inyección de la solución fertilizante cuenta con válvula de compuerta y válvula de bola de retención, (Figura 5.8).

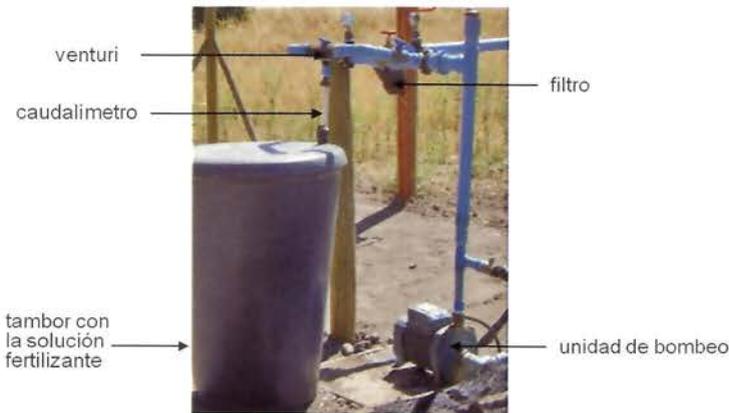


Figura 5.8. Equipo de inyección de fertilizantes compuesto por el tambor donde se encuentra la solución de fertilizante, el caudalímetro y el venturi, (Barrientos, 2009).

La fertirrigación debe terminar al menos 15 minutos antes que el agua de riego deje de salir por el gotero mas alejado, con el fin de lavar los productos químicos y evitar precipitaciones, (Barrientos, 2009). A continuación se encuentra un manómetro para cuantificar la presión de flujo y posteriormente el filtro.

El sistema de inyección en base a un diferencial de presión en la tubería matriz utiliza la línea de presión y parte del flujo para inyectar la solución deseada al agua de riego, desde un estanque herméticamente cerrado.

### Unidad de filtrado

La unidad de filtrado debe instalarse a continuación de los componentes de la unidad de inyección con solución fertilizante y tiene por objetivo

prevenir los efectos perjudiciales inherentes al uso de aguas de riego que transporten partículas sólidas en suspensión. Las precipitaciones a partir de las sustancias disueltas en el agua y las aportadas por los fertilizantes pueden ser causantes de una obstrucción lenta y continua de los emisores o goteros que puede resultar de alto costo. Algas y bacterias son otras importantes fuentes de obstrucción, (Martínez y Peralta, 2000; Montalvo, 2005).

En la Figura 5.9, se presentan las diferentes tipos y tamaños de partículas inorgánicas y biológicas que pueden ser encontradas en el agua de riego.

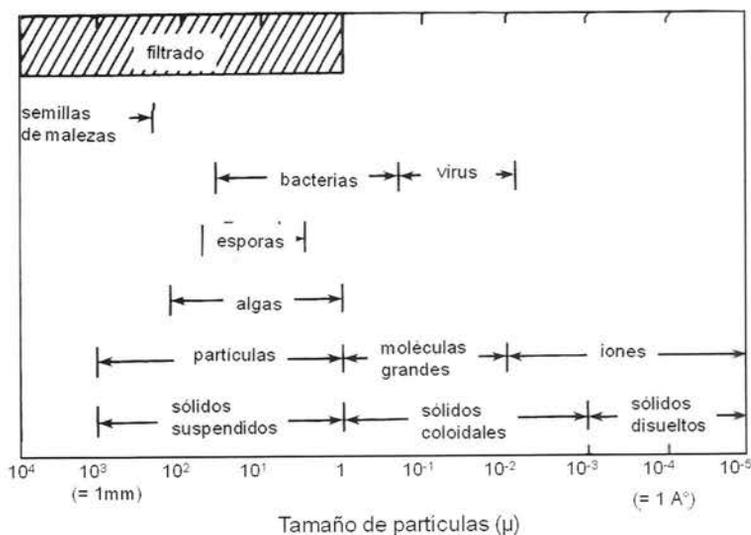


Figura 5.9. Diferentes partículas inorgánicas y biológicas que pueden ser llevadas por el agua de riego y su tamaño en micrones. ( $1\mu = 0.001 \text{ mm}$ ), (Landis et al., 1989).

El tipo de filtro a utilizar depende de la calidad del agua de riego o de las partículas a eliminar y las características del diámetro de los goteros. Por ejemplo, aguas turbias requieren una mayor capacidad de filtración que aguas cristalinas o de pozo y los tipos de filtro más usados son los de grava o arena, malla (Martínez y Peralta, 2001) y anillas (Montalvo, 2005). En todo caso, lo ideal es disponer de un filtro que no sea necesario limpiar más de dos veces al día en el período de máximo funcionamiento del equipo.

El filtro de grava es el de mayor popularidad en la clarificación del agua para el riego localizado. El cuerpo del filtro contiene un tipo de arena especial con bordes angulares y tamaño de partículas entre 75 y 40 micrones ( $\mu$ ) y el área de filtración recomendada es de  $13.6 \text{ l/seg/m}^2/\text{área}$

de filtro. Cuando la diferencia de presión entre la entrada y salida del filtro es mayor a 5 libras/pulg<sup>2</sup>, el filtro debe ser sometido a un retrolavado para su óptimo funcionamiento.

El filtro de malla puede ser un complemento al filtro de grava cuando se riega con aguas muy turbias, en el caso de regar con aguas de bajo contenido de sólidos en suspensión es posible utilizar solo este tipo de filtro. El tamaño de las cribas recomendado varía entre 140 y 200 mesh (106 a 75  $\mu$ ).

Los filtros de anillas se han extendido mucho ya que combinan los efectos de los filtros de arena y de malla. Antes del filtro se encuentra un regulador o manómetro que permite controlar la presión del agua en la tubería y a continuación del filtro una válvula cinética o caudalímetro que permite controlar el caudal que pasa a través de una membrana elástica que se contrae y expande de acuerdo con la presión que actúa, para dejar pasar un caudal constante, (Barrientos, 2009).

### Unidad de programación y control

El objetivo de esta unidad es el control del sistema en cuanto a la apertura y cierre de válvulas, control de la presión interna, prevención de una sobre-presión más allá del límite máximo tolerado por el sistema, la ocurrencia de presiones negativas (vacíos) en las tuberías y la contaminación de la fuente de agua con agroquímicos.

Para el funcionamiento automático del sistema se requiere de una fuente de energía eléctrica que llega a un tablero que se conecta con un programador. A partir del programador, los cables eléctricos subterráneos controlan las electroválvulas de apertura y cierre automático del flujo del agua de los distintos sectores en que se ha dividido la plantación, (Figura 5.10).



Figura 5.10. Unidad de programación y control. a: tablero de control con la fuente de energía y el programador, b: relación entre las válvulas solenoides, las tuberías secundarias y las líneas de goteo, c: válvulas solenoides conectadas a los cables eléctricos que van enterrados (tubo conduit color naranja) hasta la conexión con el tablero de control, (Barrientos, 2009).

Cada electroválvula o solenoide controla un sector con las correspondientes tuberías laterales con sus goteros. Mediante el programador se establece una programación automática del tiempo de riego en cada uno de los sectores controlado por una válvula solenoide, es decir se programa el momento en que la tubería principal le entrega agua a la tubería secundaria del sector.

### **Red de tuberías**

La red de tuberías tiene por objetivo conducir el agua desde el cabezal de riego hasta las mangueras laterales y se divide en tuberías principales, tuberías secundarias y tuberías o mangueras laterales donde se insertan los goteros, (Figura 5.11).

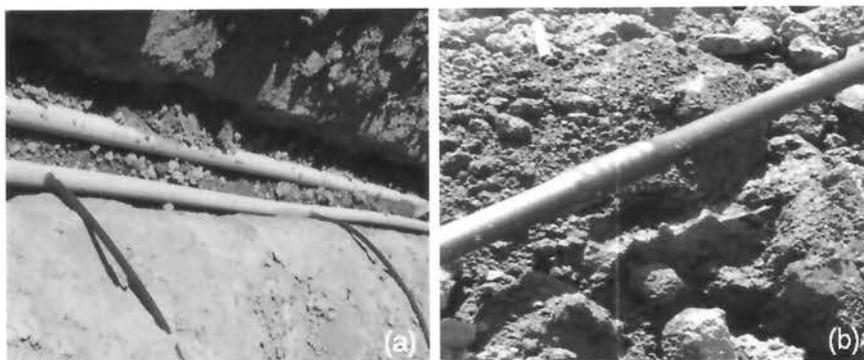


Figura 5.11. a: tuberías secundarias conectadas a las mangueras laterales con los goteros, b: gotero autocompensado integrado a la manguera de polietileno, (Barrientos, 2009).

Las tuberías principales y secundarias son de PVC (rígidas) y las laterales son de polietileno (flexibles). El diámetro de la tubería principal es de 50 mm y el de la secundaria de 40 mm. para las condiciones de la plantación de peonías arbustivas, en la VI Región. La tubería lateral presenta un diámetro de 25 mm y en ella pueden ir insertados o incorporados a su estructura los goteros o emisores que deben tener las siguientes características:

- caudal pequeño pero constante y caudal
- poco sensible a las variaciones de presión
- orificio suficientemente grande para evitar obstrucciones

Los caudales mas corrientes de los goteros oscilan entre 2 y 4 l/ hora. Existen distintos tipos de goteros, pero los más eficientes son los autorregulables o autocompensados (Antúnez, Mora y Felmer, 2010), los

de filtro. Cuando la diferencia de presión entre la entrada y salida del filtro es mayor a 5 libras/pulg<sup>2</sup>, el filtro debe ser sometido a un retrolavado para su óptimo funcionamiento.

El filtro de malla puede ser un complemento al filtro de grava cuando se riega con aguas muy turbias, en el caso de regar con aguas de bajo contenido de sólidos en suspensión es posible utilizar solo este tipo de filtro. El tamaño de las cribas recomendado varía entre 140 y 200 mesh (106 a 75  $\mu$ ).

Los filtros de anillas se han extendido mucho ya que combinan los efectos de los filtros de arena y de malla. Antes del filtro se encuentra un regulador o manómetro que permite controlar la presión del agua en la tubería y a continuación del filtro una válvula cinética o caudalímetro que permite controlar el caudal que pasa a través de una membrana elástica que se contrae y expande de acuerdo con la presión que actúa, para dejar pasar un caudal constante, (Barrientos, 2009).

### Unidad de programación y control

El objetivo de esta unidad es el control del sistema en cuanto a la apertura y cierre de válvulas, control de la presión interna, prevención de una sobre-presión más allá del límite máximo tolerado por el sistema, la ocurrencia de presiones negativas (vacíos) en las tuberías y la contaminación de la fuente de agua con agroquímicos.

Para el funcionamiento automático del sistema se requiere de una fuente de energía eléctrica que llega a un tablero que se conecta con un programador. A partir del programador, los cables eléctricos subterráneos controlan las electroválvulas de apertura y cierre automático del flujo del agua de los distintos sectores en que se ha dividido la plantación, (Figura 5.10).



Figura 5.10. Unidad de programación y control. a: tablero de control con la fuente de energía y el programador, b: relación entre las válvulas solenoides, las tuberías secundarias y las líneas de goteo, c: válvulas solenoides conectadas a los cables eléctricos que van enterrados (tubo conduit color naranja) hasta la conexión con el tablero de control, (Barrientos, 2009).

Cada electroválvula o solenoide controla un sector con las correspondientes tuberías laterales con sus goteros. Mediante el programador se establece una programación automática del tiempo de riego en cada uno de los sectores controlado por una válvula solenoide, es decir se programa el momento en que la tubería principal le entrega agua a la tubería secundaria del sector.

### **Red de tuberías**

La red de tuberías tiene por objetivo conducir el agua desde el cabezal de riego hasta las mangueras laterales y se divide en tuberías principales, tuberías secundarias y tuberías o mangueras laterales donde se insertan los goteros, (Figura 5.11).

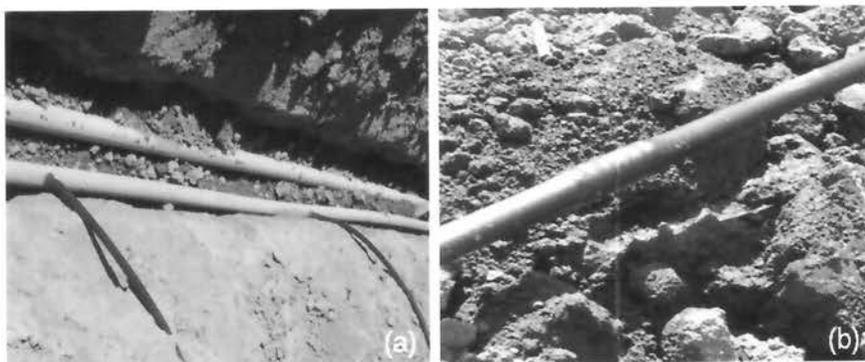


Figura 5.11. a: tuberías secundarias conectadas a las mangueras laterales con los goteros, b: gotero autocompensado integrado a la manguera de polietileno, (Barrientos, 2009).

Las tuberías principales y secundarias son de PVC (rígidas) y las laterales son de polietileno (flexibles). El diámetro de la tubería principal es de 50 mm y el de la secundaria de 40 mm. para las condiciones de la plantación de peonías arbustivas, en la VI Región. La tubería lateral presenta un diámetro de 25 mm y en ella pueden ir insertados o incorporados a su estructura los goteros o emisores que deben tener las siguientes características:

- caudal pequeño pero constante y caudal
- poco sensible a las variaciones de presión
- orificio suficientemente grande para evitar obstrucciones

Los caudales mas corrientes de los goteros oscilan entre 2 y 4 l/ hora. Existen distintos tipos de goteros, pero los más eficientes son los autorregulables o autocompensados (Antúnez, Mora y Felmer, 2010), los

cuales se encuentran incorporados a la tubería de polietileno y permiten mantener un caudal constante independiente de las variaciones de presión del sistema y de las irregularidades del suelo, (Figura 5.11 b).

La presión en el sistema debe satisfacer los requerimientos de presión para el funcionamiento del gotero (10.3 m.c.a. o 5 lb/pulg<sup>2</sup>) y cubrir las pérdidas de cargas en la tuberías, válvulas, en el sistema de filtros, en el cabezal de control y en la unidad de bombeo.

## Programación del riego

La programación del riego por goteo corresponde a lo que se expresa habitualmente como, cuando y cuanto regar, o sea el momento del riego y la cantidad de agua a utilizar, (Martínez y Peralta, 2000; Castilla y Montalvo, 2005).

El concepto de la disponibilidad de agua en el suelo es el criterio básico para la programación del riego, sin embargo en la actualidad las relaciones suelo-agua-planta se contemplan de un modo más climático, en que todos los procesos son interdependientes formando un continuum suelo-planta-atmósfera, (De Juan y Martín de Santa Olalla, 1993).

Se ha definido un umbral de humedad del suelo por encima del cual no hay estrés hídrico para el cultivo, mientras que por debajo, disminuye el crecimiento y la producción. Al inducir un estrés hídrico se reduce la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, por lo que el umbral es el déficit de humedad admisible (DHA) y es el parámetro que determina la frecuencia y dosis de riego, (Doorenbos y Pruit, 1986).

El suelo puede retener como máximo una determinada cantidad de agua y la planta necesita que el suelo tenga una cantidad mínima para poder extraerla sin gasto de energía, ya que si se gasta energía no hay crecimiento. Así, el contenido de agua en el suelo debe estar siempre entre estos dos valores. Si el máximo de estos dos valores se sobrepasa de una manera permanente habrá que drenar, si por el contrario, no se alcanza el mínimo habrá que regar.

Establecer el momento del riego y la cantidad de agua a aplicar, exige controlar el agua existente a nivel radicular sin permitir que el mínimo descienda por debajo del límite. Los métodos empleados para la programación pueden estar basados en parámetros del suelo, en parámetros de la planta o en el balance de agua en el suelo, generalmente el más utilizado, (Martín de Santa Olalla y de Juan, 1993).

## Valores del agua en el suelo

### Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo de un suelo representa el contenido de humedad que se alcanza cuando saturado, se deja drenar libremente por 48 horas. La capacidad de campo corresponde a una tensión de humedad de 1/3 atmósfera o sea existe una baja retención por el suelo, es decir el agua está libre para ser absorbida por la planta.

### Punto de marchitez permanente (PMP)

Se llama punto de marchitez permanente del suelo, al contenido de humedad bajo el cual una planta se marchita y no puede recuperarse después de ser regada. El punto de marchitez se asimila a una retención de agua por el suelo de equivalente a una tensión de 15 atmósferas.

### Agua aprovechable (Aap)

Es la diferencia entre el contenido de humedad a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente:

$$Aap = CC - PMP$$

En el Cuadro 5.4, se presenta el agua aprovechable para las plantas (atm), de acuerdo a la textura del suelo.

Cuadro 5.4. Agua aprovechable (mm/m) en función de la tensión matricial del suelo, (Cadahía, 2005).

Textura	Tensión de humedad (atm)			
	0.2	0.5	2.5	16
arcillosa pesada	180	150	80	0
arcillo – limosa	190	170	100	0
franca	200	150	70	0
franco – limosa	250	190	50	0
franco – arcillo – limosa	160	120	70	0
franco – arcillo – arenosa	140	110	60	0
franco – arenosa	130	80	30	0
arenosa fina – limosa	140	110	50	0
arenosa fina – media	60	30	20	0

## Método del balance hídrico

Los componentes del balance hídrico desde el punto de vista agronómico, se expresan en la siguiente formulación:

$$\theta_1 - \theta_2 = \Delta\theta = Rh + Ac + Pe - ETc$$

donde,

$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$  = diferencia del contenido de humedad en el inicio y final del período considerado

$R_h$  = agua aprovechable añadida por el riego (parte del agua de riego que queda almacenada en el volumen radicular a disposición del cultivo)

$P_e$  = lluvia efectiva (parte de la lluvia que queda almacenada en el volumen de suelo y a disposición de los cultivos)

$A_c$  = agua que penetra en el volumen radicular por ascenso capilar

$ET_c$  = agua evapotranspirada por el cultivo

En la práctica del riego, el intervalo entre dos riegos consecutivos es el tiempo transcurrido entre el final de uno de ellos y el comienzo del otro. Así, los contenidos, inicial y final de agua son iguales ( $\Delta\theta = 0$ ) y la cantidad de agua neta que se debe añadir en el riego ( $R_h$ ) será:

$$R_h = ET_c - (P_e + A_c)$$

Para la determinación del agua aprovechable que se debe añadir por el riego ( $R_h$ ) o cantidad de agua neta, se requiere conocer las variaciones de  $ET_c$ ,  $P_e$  y  $A_c$  con las condiciones climáticas.

### **Dosis máxima de riego (lámina neta de riego)**

En el riego por goteo, por su gran eficiencia en la aplicación del agua, puede conseguirse que la humedad del suelo esté siempre próxima a la capacidad de campo. Por ser un riego a baja tensión, el agua aprovechable no será la comprendida entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente como en los otros sistemas de riego, sino que puede ser bastante menos, (Figura 5.2), ya que solo se humedecerá una porción de la superficie asignada a cada planta, pero el agua debe descender hasta la zona de las raíces.

En consecuencia, la dosis de riego dependerá no solo de las características físicas del suelo y de la profundidad de las raíces, como en los sistemas tradicionales, sino también del porcentaje de suelo mojado y del descenso que se va a permitir en el porcentaje de humedad del suelo para que no se afecte el crecimiento de las plantas, (Castilla y Montaldo, 2005).

La dosis de riego máxima se expresa en la siguiente formulación:

$$D_{\text{máx}} \text{ (mm)} = y \text{ (CC - PMP)} \text{ da} * z * P/100$$

donde,

- Dmáx = dosis máxima (mm)
- y = porcentaje permitido de descenso de la humedad (%)
- CC = humedad del suelo a capacidad de campo (mm)
- PMP = humedad del suelo a punto de marchitez permanente (mm)
- z = profundidad del suelo adecuada a las raíces del cultivo (m)
- Da = densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)
- P = porcentaje del área que se va a humedecer (%)

### Disminución del agua aprovechable ( $\alpha$ ): Porcentaje de descenso de humedad permitido (y)

Cuando el cultivo presenta una elevada demanda de agua deben darse las condiciones para que la extracción de agua desde el suelo por las raíces sea más fácil. Cuando la cantidad de agua aprovechable va disminuyendo, aumenta la fuerza con que el suelo la retiene, así, los valores de disminución de la humedad aprovechable ( $\alpha$ ), son tanto menores como mayores sean la evapotranspiración y la sensibilidad del cultivo a la falta de agua, que en el caso de las peonías es muy alta, muy semejante a las papas. Con una evapotranspiración de 6 mm/día el porcentaje permitido de descenso de humedad ( $y$ ) es de un 25%, (Figura 5.13).

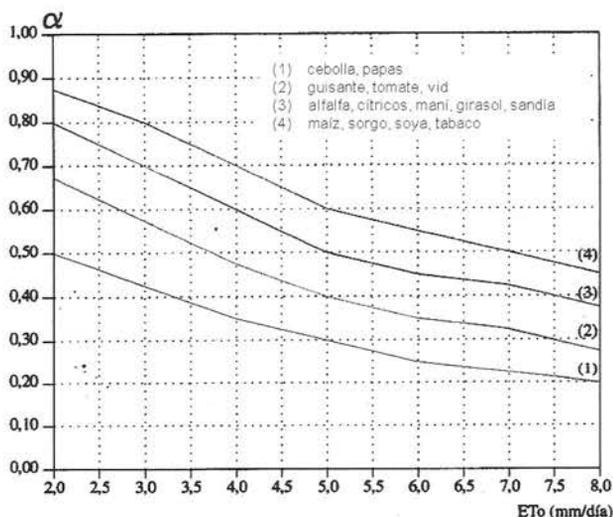


Figura 5.13. Disminución de agua aprovechable ( $\alpha$ ) para grupos de cultivos a una determinada evapotranspiración, (Castilla y Montaldo, 2005).

Para el período crítico y con una evapotranspiración alrededor de 6 mm/día, los valores adecuados son de 0.30 para cultivos muy sensibles a la falta de agua y de 0.60 para los poco sensibles. Con valores de  $ET_c$  de 2 mm/día, los valores de  $\alpha$  pueden aumentar a 0.50 y 0.85, respectivamente, (Castilla y Montaldo, 2005).

### Capacidad de campo, marchitez permanente y densidad aparente

En el Cuadro 5.5 se muestra la relación entre la densidad aparente de los suelos, la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y la humedad aprovechable expresados como porcentajes (%) y ésta última, también en volumen de acuerdo a las distintas textura.

Cuadro 5.5. Capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua aprovechable para distintos tipos de suelos. (Castilla y Montaldo, 2005).

Textura	Contenido de humedad (% peso seco)			Aap (mm/m)
	CC	PMP	Aap	
arenosa	6 - 12 (9)*	2 - 6 (4)	5	85
franco-arenosa	10 - 18 (14)	4 - 8 (6)	8	120
franca	18 - 26 (22)	8 - 12 (10)	12	170
franco-arcillo	25 - 31 (27)	11 - 15 (13)	14	190
arcillo-limosa	27 - 35 (31)	13 - 17 (15)	16	210
arcillosa	31 - 39 (35)	15 - 19 (17)	18	230

\* valor medio

El volumen de agua de un suelo de textura franca (mm/m), se encuentra entre 135 a 150 mm/m. En texturas arenosas baja a alrededor de 50 mm/m y aumenta a alrededor de 200 mm/m en suelos arcillosos.

La densidad aparente (da) es de alrededor de 1.2 g/cm<sup>3</sup> en suelos francos y disminuye a 1.0 g/cm<sup>3</sup> en suelos arcillosos y aumenta a 1.4 g/cm<sup>3</sup> en suelos arenosos. En suelos trumaos la densidad aparente (da) es de alrededor de 0.60 g/cm<sup>3</sup>, (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2001).

### Profundidad del sistema radicular

La profundidad del sistema radicular en las hortalizas y plantas ornamentales, se encuentran normalmente entre 30 y 60 cm y al igual que las papas, las peonías adultas alcanzan esa profundidad de raíces. En todo caso el mayor volumen de raicillas se encuentran alrededor de los 20 cm.

### **Porcentaje de suelo mojado (P)**

El porcentaje del suelo mojado depende del caudal del gotero, del número de goteros y su separación, ya que el riego por goteo es un sistema que no moja todo el suelo. Hasta la fecha no ha sido posible establecer el volumen mínimo de mojado por cultivo, pero lo que se ha comprobado es el aumento de la producción cuando se riega más del 50% del suelo que ocupan las raíces, (Dorenbos y Pruitt, 1986, Cadahía, 2005).

Para efectos de un proyecto de riego, existe el uso de tablas que dan el porcentaje de acuerdo con el caudal de los goteros y las características del suelo. Entre ellas se encuentra la tabla de Karmelli y Keller (1975), (Cuadro 5.2).

Un valor bajo de P significa un ahorro de agua frente a un sistema tradicional, pero a su vez representa un inconveniente en caso de fuertes calores o fuertes vientos. En el primer caso por no poder cubrir las necesidades del cultivo en esos días y en el segundo caso, además, porque el volumen de suelo humedecido al ser pequeño, no permite un buen anclaje de las plantas.

Para Karmelli y Keller (1975), en cultivos de gran espaciamiento el 33% del volumen potencial del suelo ocupado con raíces debe ser mojado y en cultivos más densos el 100%.

### **Dosis real (neta) de riego**

Tan solo una parte del agua aplicada en el riego queda a disposición de las raíces debido a las, prácticamente, inevitables pérdidas por percolación o lixiviación profunda. La falta de uniformidad en la aplicación de agua implica que para cubrir las necesidades netas de agua ( $R_h$ ), hay que aportar más agua, para que en realidad quede a disposición de la planta lo que ésta necesita o necesidad de riego bruta ( $R_b$ ).

El coeficiente de eficiencia de aplicación del riego ( $E_a$ ) igual a 1.0, expresa la razón entre el agua almacenada en el perfil del suelo a disposición de las raíces y el agua aplicada.

$$E_a = K_s * E_u$$

donde,

$K_s$  = coeficiente que cuantifica la eficiencia de almacenaje del agua, que es del orden de 0.9 en suelos arenosos y de 1.0 en suelos trumacos y arcillosos.

$E_u$  = coeficiente que cuantifica la uniformidad de emisión del agua.  
En un sistema de riego por goteo bien diseñado y manejado, los valores de  $E_u$  están entre 0.85 y 0.95.

Las necesidades de riego brutas ( $R_b$ ), entonces serán:

$$R_b = R_h/E_a$$

### **Demanda neta de riego: Evapotranspiración**

Al conjunto de los procesos de evaporación de agua desde el suelo (E) y transpiración (T) o evaporación del agua desde la superficie de las hojas en respuesta a la demanda evaporativa atmosférica, se le conoce como evapotranspiración (ET) y equivale al consumo neto de agua por las plantas, (Doorenbos y Pruitt, 1986, De Juan y Martín de Santa Olalla, 1993).

La ET depende de parámetros climáticos que afectan la disponibilidad de agua en el suelo y del cultivo. Cuando no se cubren las necesidades de ET, el cultivo puede sufrir estrés hídrico.

La cuantificación de la evapotranspiración ( $ET_c$ ) o ET máxima del cultivo, que significaría la máxima producción en condiciones de suministro hídrico, se expresa como:

$$ET_c = K_c ET_0$$

donde,

$K_c$  = coeficiente del cultivo cuyo valor depende de su grado de desarrollo

$ET_0$  = evapotranspiración de un cultivo de referencia y que depende de las condiciones climáticas existentes, ( $K_p * E$ ).

Hay distintos métodos de estimar la  $ET_c$ . El método más asequible económicamente consiste en medir la evaporación (E) que se produce en una superficie libre de agua en un depósito estandarizado y multiplicarla por el coeficiente  $K_p$ :

$$ET_c = K_c * K_p * E$$

La evaporación a partir de una superficie libre se debe al efecto conjunto de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad, análogamente a lo

que ocurre con la evapotranspiración de un cultivo. La diferencia estriba en que la superficie libre cederá más fácilmente el agua a la atmósfera que una planta, ya que ésta última tiene que trasladar el agua desde el suelo hasta los estomas a través de una compleja red de tuberías.

El modelo más utilizado es el llamado evaporímetro Tipo A o bandeja Clase A, consistente en un recipiente cilíndrico enchapado en fierro galvanizado de 121 cm de diámetro y 25.5 cm de alto apoyado en una plataforma de madera que lo eleva a 15 cm del nivel del suelo, descrito por Medina (1988) y para el cual, Martínez y Peralta (2000), describen su utilización, (Figura 5.14).

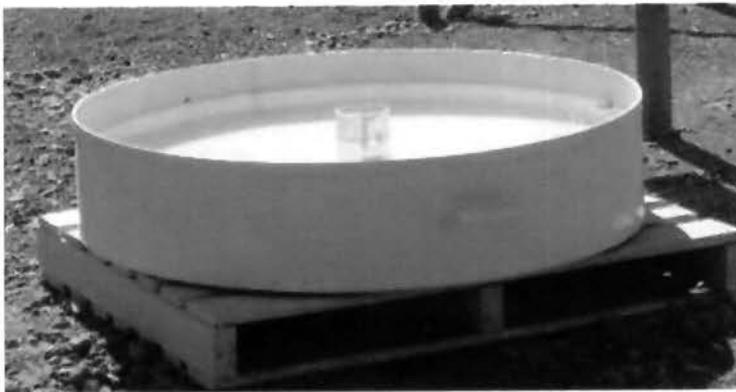


Figura 5.14. Evaporímetro o bandeja de evaporación Tipo A, (Barrientos, 2009).

El agua de llenado, que debe mantenerse entre 5 y 7.5 cm por debajo del borde, es controlada por una regla que lleva en el medio. Las lecturas deben realizarse a primera hora del día, todos los días a la misma hora. Como los valores desde la bandeja son muy variables de un día para otro, cuando se trabaja con los valores medidos directamente, para la programación del riego se aconseja trabajar con el promedio de los últimos cinco días, (Martínez y Peralta, 2000).

El coeficiente  $K_p$  depende de las condiciones de humedad y viento del medio que rodea al evaporímetro y relaciona la evapotranspiración potencial con la evaporación de agua desde la bandeja. Un valor promedio para muchas bandejas está entre 0.75 a 0.80, (Martínez y Peralta, 2000).

El coeficiente  $K_c$ , depende del cultivo y de su estado vegetativo y evoluciona a lo largo del ciclo vegetativo en la forma que representa la Figura 5.15.

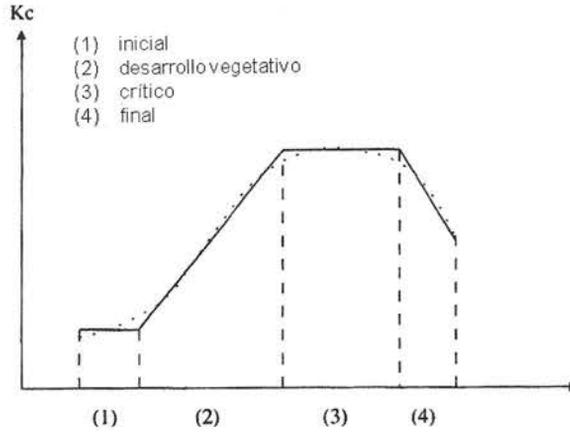


Figura 5.15. Esquema del desarrollo del coeficiente  $K_c$  a lo largo del ciclo vegetativo de un cultivo, (Castilla y Montaldo, 2005).

De acuerdo a las definiciones para cada etapa entregadas por Doorenbos y Pruitt (1986) y Martín de Santa Olalla y de Juan (1993), en el caso de las peonías, la etapa inicial correspondería al período entre brotación y puño, el desarrollo vegetativo desde hoja completamente extendida a botón pre-cosecha y el período crítico, de botón precosecha a cosecha. El período final correspondería desde cosecha a poda.

Los valores más bajos se encuentran en el período inicial (brotación a puño) aumentando a lo largo del crecimiento vegetativo, alcanzando los valores más altos en el período de máximo desarrollo (hoja extendida a botón pre-cosecha) y decreciendo en la senescencia. Los valores del coeficiente  $K_c$  varían, alrededor, de 0.20 a 0.40 en el período inicial (1 a 15 días), de 1.0 a 1.20 en el período crítico y a 0.80 en el período final.

### Intervalos entre riegos: Frecuencia de riego

El espaciamiento de los riegos es un factor que depende fundamentalmente del cultivo, el suelo y el clima. No existe un intervalo fijo óptimo y dado que el objetivo del riego es satisfacer las necesidades del cultivo en forma diaria habrá que mantener la humedad del suelo en un punto tal que permita, a la planta, una alta transpiración. Esto significa que habrá que ver la variación del intervalo según la época del año.

Hay dos tendencias en cuanto a la fijación de la frecuencia de riego. La primera, consiste en regar cuando se alcanza un déficit de agua predeterminado, en este caso, los intervalos serán más cortos en los períodos de alta transpiración y se alargarán en los de baja transpiración.

La otra tendencia es regar a intervalos fijos que naturalmente habrá que cambiar según la época del año. Las cantidades de agua a aplicar no serán las mismas y la eficiencia en el aprovechamiento del agua por el cultivo es ligeramente inferior.

La frecuencia o intervalo de riego ( $F_r$ ) a tener en cuenta en un programa de riego por goteo, corresponde a los días de mayores necesidades hídricas del cultivo, (Barrientos, 2009):

$$F_r = \frac{\text{dosis máxima riego}}{\text{transpiración máxima}} = \frac{D_{\text{máx}} \text{ (mm)}}{T_{\text{máx}} \text{ (mm/día)}}$$

El intervalo de riego, es el número de días entre dos riegos consecutivos para aplicar la lámina de reposición (Dosis máxima de riego).

$$\frac{\text{dosis máxima riego}}{\text{transpiración máxima}} = \frac{\text{dosis máxima de reposición}}{\text{demanda neta de riego}} = \frac{17.6 \text{ (mm)}}{4.26 \text{ (mm/día)}}$$

De acuerdo a esta última relación, la frecuencia o el intervalo de riego en noviembre será cada 4 días.

### **Dosis de goteo: Tiempo de riego**

La dosis de goteo o tasa de aplicación bruta que entrega el equipo, simplemente se decide con el caudal del sistema por la superficie que ocupa un sector de riego:

$$T_r = \frac{\text{caudal sistema (Q)}}{\text{área sector}}$$

El área del sector de riego depende del marco de plantación, de la disposición de los goteros y del caudal del emisor, (Barrientos, 2009).

Ejemplo:

Para un marco de plantación de 1.20 x 1.20 la disposición mas indicada es una línea de goteros con emisores de 2 LPH, separados 40 cm.

- El sector de riego tiene 20 líneas (hileras con 40 plantas cada una. Por lo tanto, son 3 goteros/planta (120 cm/40 cm = 3).
- Las 20 hileras tienen un total de 800 plantas lo que significa (800 plantas x 3 goteros) 2.400 goteros x 2 LPH = 4.800 LPH.
- Por otra parte, la superficie que ocupa el sector de riego está dado por el largo y ancho del sector:

largo = 48 m (40 plantas/hilera x 1.2 m)

ancho = 24 m (20 hileras/sector x 1.2 m)

área regada = 48 x 24 = 1.152 m<sup>2</sup>/sector

$$\text{Dosis riego } (D_r) = \frac{Q_{\text{sistema}}}{\text{área regada}} = \frac{4.800 \text{ LPH}}{1.152 \text{ m}^2} = 4.16 \text{ LPH/m}^2 = 4.16 \text{ mm/h}$$

Con una evapotranspiración máxima de 6 mm/día el tiempo de riego es igual a:

$$T_r = \frac{ET_c}{D_r} = \frac{6 \text{ mm/día}}{4.16 \text{ mm/h}} = 1.5 \text{ horas}$$

### Número de sectores de riego

En la práctica el número de sectores se ajusta a un total de 18 horas/día de funcionamiento continuo, por razones de mantenimiento, fallas en el sistema y operación de fines de semana.

$$\text{N}^\circ \text{ sectores posibles} = \frac{18 \text{ horas/día}}{1.5 \text{ horas}} = 12 \text{ sectores de riego}$$

### Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva desde el punto de vista del riego, es aquella parte de la lluvia caída que al llegar al suelo se almacena en el volumen ocupado por el sistema radicular y queda libre para la evapotranspiración. La precipitación efectiva varía con distintos factores:

- intensidad de la lluvia
- contenido de humedad del suelo
- velocidad de infiltración
- topografía

### Ascenso capilar (Ac)

Es la contribución del agua del subsuelo cuando el nivel freático es alto. Su evaluación depende de los siguientes factores:

- potencial de evapotranspiración
- textura del suelo
- profundidad del nivel freático por debajo de las raíces

A falta de mediciones *in situ*, puede considerarse un aporte de 1 mm/día con las siguientes profundidades de nivel freático: 50 cm en un suelo de textura gruesa, hasta 120 cm con texturas medias y hasta 90 cm con texturas finas, (Martín de Santa Olalla y de Juan, 1993; Cadahía, 2005)

## Fertirrigación

La fertirrigación, consiste en proporcionar a la planta el fertilizante disuelto en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente para que prácticamente, cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante. Con la fertirrigación se entregan los nutrientes a las plantas en forma óptima, de modo que éstas puedan aprovecharlo inmediatamente y no tenga que pasar un tiempo relativamente largo en que el fertilizante se disuelva en el suelo y alcance la profundidad de las raíces.

### Fertilizantes utilizados en fertirrigación

#### Composición química

En el Cuadro 5.6. se presentan los fertilizantes mas utilizados en la fertirrigación, sus componentes químicos y el porcentaje de nutrientes.

Cuadro 5.6. Fertilizantes mas utilizados en fertirrigación, (Cadahía y Eymar, 2005).

Fertilizante	Composición química	Nutrientes (%)
acido nítrico	$\text{HNO}_3$	22 N
acido fosfórico	$\text{H}_3\text{PO}_4$	54 P
urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	45-46 N
nitrate cálcico	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15.5 N, 19 Ca
nitrate potásico	$\text{KNO}_3$	13 N, 38 K
nitrate amónico	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	35 N
nitrate magnésico	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	11 N, 9.5 Mg
superfosfato triple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	20 P
fosfato monopotásico	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	23 P, 28 K
fosfato monoamónico	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	27 P, 12 N
sulfato potásico	$\text{K}_2\text{SO}_4$	45 K, 18 S
sulfato magnésico	$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	10 Mg, 13 S
sulfato zinc	$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	23 Zn
bórax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$	11 B
sulfato cobre	$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	25 Cu
molibdato amónico	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$	54 Mo
quelato hierro EDTA	13Fe-EDTA	13 Fe
quelato hierro DTPA	6Fe-DTPA	6 Fe
quelato hierro EDDHA	5Fe-EDDHA	5 Fe
quelato manganeso	15Mn-EDT	15 Mn

Como se puede observar en el Cuadro 5.6, la mayoría de los productos se aplican también al suelo en la fertilización de los cultivos, (Rodríguez, 1991).

### Solubilidad

La solubilidad de los productos es un factor a considerar en la fertirrigación. Así, se debe dar prioridad a aquellas fuentes que presentan una mayor solubilidad. En teoría pueden utilizarse en la fertirrigación todo tipo de fertilizantes, pero por los problemas que pueden plantear en la obstrucción de filtros y goteros hay que elegir los que sean más solubles. En el cuadro 5.7, se presenta la solubilidad en agua de los distintos fertilizantes.

Cuadro 5.7 Solubilidad en agua de los distintos fertilizantes posibles de usar en programas de fertirrigación, (Medina, 1988).

Fertilizante	solubilidad (g/l)
amoníaco	97
nitrato amónico	185
sulfato amónico	700
fosfato monoamónico	225
fosfato diamónico	413
nitrato cálcico	2.670-1.020
nitrato potásico	135
nitrato sódico	730
urea	780-1.190
fosfato monocálcico	insoluble
fosfato bicálcico	insoluble
superfosfato simple	20
superfosfato triple	40
sulfato potásico	67
sulfato magnésico	700 - 710
sulfato de manganeso	517 - 1.050
sulfato de cobre	220 - 240
sulfato de hierro	290 - 330
sulfato de cinc	360
cloruro sódico	277
cloruro cálcico	600
bórax	25 - 50
molibdato sódico	560
yeso	insoluble

Sin embargo, no es posible seleccionar un fertilizante sólo por una de sus características. Así, el nitrato cálcico presenta una alta solubilidad pero es incompatible con fertilizantes que presenten aniones  $\text{SO}_4^-$  (sulfato) o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (fosfato). La urea también presenta una alta solubilidad pero tiende a acidificar el suelo, es especialmente no aconsejable en suelos ácidos y con altas aplicaciones de N, (Cadahía, Eymar y Lucena, 2005).

Por otra parte, el cloruro de potasio (KCl), tiene una mayor solubilidad y un menor precio que el sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ), pero puede incorporar cloruros que son un problema en suelos arcillosos con mal drenaje, en los cuales pueden acumularse.

### Salinidad

Otro factor a considerar es la salinidad que provocan los fertilizantes. Para expresar la salinidad de los fertilizantes se emplea el Índice de Salinidad que corresponde al aumento de presión osmótica que produce el fertilizante en la solución del suelo expresado en porcentaje (%) con respecto al que produce el nitrato de sodio ( $NaNO_3$ ), que se toma como factor.

Cuadro 5.8. Índice de salinidad de los distintos fertilizantes utilizados en fertirrigación, (Medina, 1988).

Fertilizante	Índice de salinidad
amoníaco	47.1
nitrato amónico	104.7
sulfato amónico	69.0
fosfato monoamónico	34.2
fosfato dioamónico	24.0
nitrato cálcico	52.5
nitrato potásico	73.6
nitrato sódico	100.0
urea	75.4
fosfato monocálcico	15.4
fosfato dicálcico	-
superfosfato simple	7.8
superfosfato triple	10.1
sulfato potásico	46.1
cloruro sódico	153.8
cloruro potásico	116.3
yeso	8.1

La elección de las fuentes se debe basar en un equilibrio entre su solubilidad, índice de salinidad, contenido de nutrientes y valor económico. Sin embargo, en gran medida la elección de las fuentes de nutrientes está dada por las características de la formulación de nutrientes que se debe aplicar, (Rodríguez, 1991).

En el caso del nitrógeno (N) y el potasio ( $K_2O$ ), el nitrato de potasio alcanza un aceptable equilibrio entre sus distintas características. Sin embargo, el nitrato de potasio aporta poco nitrógeno y mucho potasio y por esta razón este fertilizante puede combinarse con aplicaciones de un fertilizante nitroamoniaco (nitrato de amonio calcio y magnesio) de mayor concentración de N o en ciertos suelos alcalinos con urea. Por otra

parte, para la aplicación de fósforo expresado como óxido ( $P_2O_5$ ), el fosfato monoamónico alcanza un buen equilibrio entre sus diferentes características, (Cadahía, Eymar y Lucena, 2005).

En cuanto a los micronutrientes, se deben utilizar quelatos comerciales ya que las sales de micronutrientes reaccionan con el suelo y precipitan. En el caso del boro (B), pueden aplicarse bórax o boronatrocalcita que son fuentes ligeramente insolubles.

### Compatibilidad entre las distintas fuentes

Un factor a considerar en la elección de las fuentes fertilizantes, es la compatibilidad que existe entre las fuentes elegidas para la fertilización. En el Cuadro 5.9, se presenta la compatibilidad para las distintas fuentes.

Cuadro 5.9. Compatibilidad química de la mezcla de algunos fertilizantes utilizados en fertirrigación, (Cadahía, Eymar y Lucena, 2005).

NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>							
C	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
C	C	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>					
C	C	C	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>				
C	C	C	C	KCl			
C	C	C	C	C	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
C	C	C	C	C	C	KNO <sub>3</sub>	
C	I	I	I	C	I	C	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>

C: compatible, I: incompatible

El nitrato de calcio Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, por ejemplo, es incompatible con fuentes que presentan aniones sulfatos o fosfatos como los sulfatos de amonio y potasio y el fosfatos de amonio respectivamente, (Cadahía, Eymar y Lucena, 2005).

### Tratamiento de las obstrucciones de las tuberías

Aún con un filtrado adecuado a las características del agua y de los goteros, hay un riesgo de obstrucción de origen químico y físico debido a precipitaciones y desarrollo de colonias bacterianas. Se debe considerar que el filtrado nunca es perfecto, (Montalvo, 2005).

Estas obstrucciones se combaten con tratamientos preventivos y curativos. Los tratamientos preventivos consisten en disminuir el pH del agua a 5.5 o 6.0 acidificando con ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) o ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

El tratamiento correctivo consiste en mantener llenas las tuberías durante una hora con agua a pH 2 mediante la inyección de ácido fosfórico. Transcurrido este tiempo se somete la red a la mayor presión posible y se abren los extremos de las tuberías primarias hasta que el agua salga limpia. Cerrándolas, se sigue con el mismo procedimiento con el resto de las tuberías hasta llegar a las de último orden, (laterales).

Cada año se debe hacer una limpieza a la red de tuberías con el objeto de eliminar los precipitados, microorganismos y sedimentos sólidos que atravesaron los filtros, durante la temporada.

Por otra parte, es conveniente aplicar los nutrientes a mediados del tiempo de riego, de modo de lavar las tuberías y movilizar los nutrientes dentro del bulbo de humedecimiento en el suelo, (Montalvo, 1995).

## **Monitoreo de la eficiencia del riego**

A pesar de la inversión que significa la instalación de riego por goteo que asegura una eficiencia teórica del 90 a 95%, en la práctica un mal manejo puede ocasionar una merma relevante en el desempeño del sistema, con pérdidas de agua de diversa naturaleza y ocasionando además un mal aprovechamiento de la energía eléctrica, debido a bajas eficiencias de bombeo o del motor de la bomba, (Antúnez, Mora y Felmer, 2010).

En general, las pérdidas o ineficiencias del sistema de riego se relacionan con el manejo del agua y con las características físico-hídricas del suelo a regar. Entre los factores de manejo que influyen, se encuentran el diseño del sistema, los caudales de riego utilizados, la frecuencia y el tiempo de riego empleado. Por otra parte, entre los factores del suelo destacan la velocidad de infiltración del agua, la capacidad de retención de agua, la densidad aparente y la profundidad del suelo y sus condiciones de estratificación.

En un sistema de riego por goteo eficiente, se espera que cada una de las plantas reciba aproximadamente la misma cantidad de agua y fertilizantes. Si el riego no es uniforme, algunas zonas recibirán más agua que la necesaria y se perderá por percolación profunda, mientras que otras plantas recibirán menos y la productividad se verá afectada negativamente.

## Medición de la uniformidad del riego

Para determinar la eficiencia de uniformidad, se eligen los laterales de los extremos y dos de la parte media ubicados en el primer y segundo tercio del sector. Posteriormente, se seleccionan los emisores (goteros) a evaluar en cada lateral, siguiendo el procedimiento que muestra la Figura 5.16.

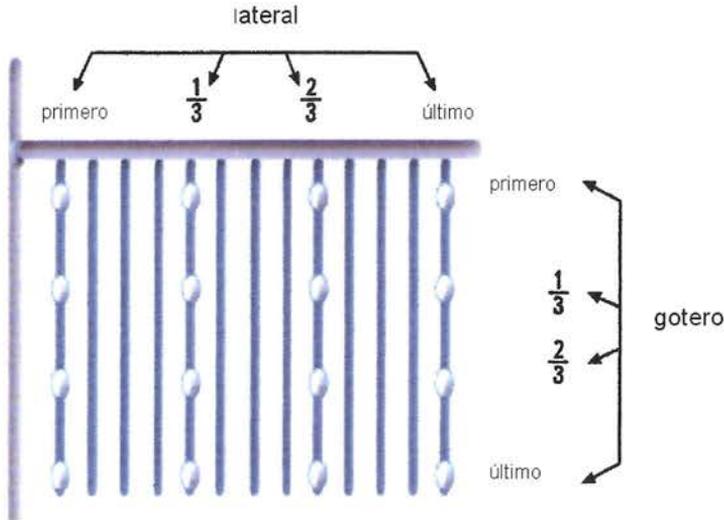


Figura 5.16. Selección de laterales y goteros a evaluar, (Antúñez, Mora y Felmer, 2010).

Luego, como se muestra en la Figura 5.17, se instala un receptáculo bajo los goteros elegidos y con una probeta u otro instrumento graduado, se mide el volumen que entregan los emisores en un tiempo de entre uno y cinco minutos, obteniéndose un valor en ml/min que posteriormente se lleva a litros/hora.



Figura 5.17. Medición de caudal por gotero, a: vaso de plumavit bajo el gotero, b: cronómetro para medir el tiempo de goteo, c: probeta para medir el volumen caído en el tiempo de goteo medido, (Antúñez, Mora y Felmer, 2010).

Antúnez, Mora y Felmer (2010), indican que luego hay que comparar el caudal nominal de los emisores utilizados (2 l/h o 4 l/h), con el promedio obtenido de las evaluaciones. El registro de presiones en las laterales de riego será un parámetro que podrá explicar las posibles diferencias entre el caudal real y el caudal nominal de los emisores. Además, la magnitud en la diferencia de caudal teórico y real estará determinada por la clase de emisores utilizados, sean estos de tipo turbulento o autocompensados y por la presión de trabajo requerida por emisor.

En condiciones de riego con características hidráulicas desfavorables donde la presión varía considerablemente entre un punto y otro producto del microrelieve del terreno, el uso de emisores convencionales deja en evidencia las diferencias entre los caudales descargados. La solución, en este caso, es ajustar las presiones de riego de acuerdo al emisor y sistema de riego instalado, que generalmente fluctúa entre 1 y 1.2 bares para goteo.

# 6

## Enfermedades

---

**S**e ha definido el manejo integrado de pestes (enfermedades, plagas, malezas) en los cultivos, como una tecnología que usa combinadas formas para reducir el estatus de los organismos transformados en pestes a niveles tolerables, manteniendo la calidad del medio ambiente y los niveles de producción. Una estrategia de manejo de pestes, es entonces el plan general para eliminar o aliviar un problema real o percibido y la particular estrategia a desarrollar, dependerá del sistema de vida de la peste y el de la planta involucrada, (Pedigo y Rice, 2009).

Por otro lado, la importancia económica de las pestes en los cultivos debe medirse no solamente por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos de las medidas de prevención y control y por las limitaciones que imponen a las especies y variedades de plantas que pueden o no ser cultivadas en determinadas zonas, (Andrade, 1999).

### **Estrategias de manejo**

Como el estatus de la peste está determinado por la enfermedad, plaga o maleza y el cultivo, el programa de manejo debe enfatizar la modificación de uno o de todos ellos. Por lo tanto, se pueden desarrollar distintas estrategias, basadas ya sea, en términos económicos, en las características del organismo causante del problema, en las características de las plantas que conforman el cultivo y en la combinación de ellas. Las estrategias propuestas por Pedigo y Rice (2009) son las siguientes:

- no hacer nada,
- reducir la población de los organismos fitopatógenos,
- reducir la susceptibilidad del cultivo al daño,
- combinar la reducción de la población del o los organismos que causan el problema con una reducida susceptibilidad de las plantas.

### **La estrategia de no hacer nada**

Es posible que se considere que el daño esté causando una pérdida, cuando en realidad el cultivo tolera el daño sin provocar una pérdida económica. En esta estrategia, la vigilancia y el monitoreo de las poblaciones de los organismos causantes del problema son muy importantes para tomar una decisión. Esta estrategia puede ahorrar dinero y no afecta la calidad del medio ambiente.

### **Reducir la población de patógenos**

Esta estrategia está ligada a las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la peste. Es la estrategia más utilizada y es usualmente empleada en forma terapéutica, cuando la densidad de la población alcanza a ser un problema económico o en forma preventiva basada en la historia del problema. La estrategia de eliminar o reducir la población de los organismos causantes del problema a una densidad sustentable económicamente, evita un daño a los predadores naturales y se logra con una dosis de pesticidas relativamente baja.

### **Reducir la susceptibilidad del cultivo al daño**

Esta estrategia está relacionada a los cambios realizados en el manejo del cultivo y no tanto en la población de la peste. Una táctica, es incrementar la vitalidad de las plantas a través de la fertilización, el control de malezas, el riego y las condiciones de drenaje. También se puede considerar cambios en las labores culturales como poda, eliminación de los residuos y marco de plantación, de forma de lograr, por ejemplo, una buena ventilación entre las plantas.

Como se ha indicado en el Capítulo 3, en el caso de las peonías, el manejo en el establecimiento de la plantación (la preparación del suelo, los sistemas de drenaje y riego elegidos y establecidos, la certificación del material genético, el monitoreo y los muestreos para conocer la población de posibles patógenos y la desinfección del suelo y de las plantas al establecimiento),

permiten entre otras prácticas reducir la población de malezas y la susceptibilidad de la plantación al ataque de enfermedades y plagas.

### **Reducción de la población de patógenos y de la susceptibilidad del cultivo**

Esta última estrategia, es quizás la más obvia ya que combina los objetivos de las prácticas antes mencionadas para producir un programa, en el cual, la diversificación resultante tiende a producir un mayor grado de consistencia en el control de las plagas del que se pueda lograr con una estrategia y particularmente con una sola táctica. La ventaja de los programas multifacéticos es que no dependen de una sola práctica ya que existen en forma simultánea, otras alternativas para disminuir las pérdidas.

## **El desarrollo de las enfermedades de las plantas**

Se consideran plantas enfermas aquellas cuyo desarrollo fisiológico y morfológico ha sido alterado desfavorablemente y en forma progresiva por un agente extraño, hasta tal punto que se producen manifestaciones visibles de tal alteración, (Besoain, 2000).

Un importante aspecto que se debe tomar en consideración frente a lo complejo de una patología en un vegetal, son los elementos y criterios que definen una enfermedad y que la hacen única, variable, cambiante y dinámica. Es única puesto que se desenvuelve entre un hospedero y un patógeno en particular y no se repite en otra especie vegetal con idénticas connotaciones. Es variable, ya que la enfermedad puede tener manifestaciones diferentes dependiendo de la especie vegetal, cultivar o variedad de hospedero que está siendo afectado e incluso, época del año en que se hace presente. Es cambiante, puesto que a menudo las condiciones climáticas, pueden variar o enmascarar la sintomatología, hacerla latente o que permanezca desapercibida. Finalmente, es dinámica, ya que los síntomas al momento de ser descritos, pueden ser primarios o secundarios, iniciales o finales, directos o indirectos, (Ciampi, Radic y Alvarez, 2007).

Para que se desarrolle una enfermedad en las plantas se deben presentar tres condiciones en forma simultánea: presencia de un hospedero susceptible, presencia de un agente causal virulento y condiciones climáticas o ambientales adecuadas para el desarrollo de la infección. Estos tres factores deben concurrir simultáneamente y la ausencia de uno de ellos determina la inexistencia de la

enfermedad. En algunos casos, como la transmisión de virus o fitoplasmas se requiere de un agente vector, que, generalmente, es específico.

La susceptibilidad del hospedero puede variar, entre cultivares de una misma especie y de acuerdo con el desarrollo estacional de la planta, por ejemplo, las plantas y los tejidos jóvenes son más susceptibles. Varios factores físicos y químicos influyen también en la susceptibilidad de un hospedero, fundamentalmente, los que se relacionan con mecanismos de defensa propios de las plantas, (Latorre, 2004).

Los factores ambientales más corrientemente relacionados con el desarrollo de una enfermedad son el viento, la lluvia (humedad ambiental) y la temperatura. El viento contribuye a la dispersión de propágulos de muchos agentes, la lluvia, además de actuar como agente de dispersión, entrega la humedad necesaria para la formación de tubos germinativos de muchos agentes filamentosos y condiciones propicias para las bacterias y la temperatura crea las condiciones adecuadas para la penetración, (Ciampi, Radic y Alvarez, 2007).

Las interacciones entre estos tres componentes de la enfermedad, se visualizan como un triángulo, el que es conocido como “el triángulo de la enfermedad”, (Figura 6.1).

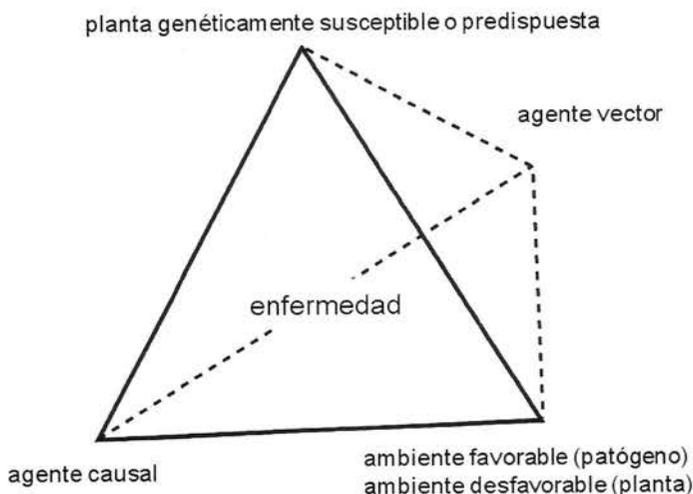


Figura 6.1. Triángulo de la enfermedad, (Ciampi, Radic y Alvarez, 2007).

Normalmente, el resultado de la concurrencia de los elementos necesarios para desencadenar una patología en las plantas es el establecimiento de la infección lo que, normalmente pasa desapercibido, el proceso se hace

evidente con la aparición de síntomas y signos. Los síntomas constituyen manifestaciones morfológicas directas o indirectas que se observan en una planta asociadas a la acción de un agente causal biótico o abiótico y los signos son las estructuras e incluso la presencia del patógeno o algunas de sus partes, que pueden ser observadas a simple vista, como por ejemplo, exudados bacterianos, micelio o masa de hifas (moho), esclerocios y pústulas.

Los síntomas directos son los que se aprecian a simple vista como por ejemplo, necrosis o tizón, pudriciones y manchas. Los síntomas indirectos indican un estado anormal en algún lugar de la planta, pero la causa no es visible. En estos casos el problema responsable puede estar en el sistema radical o bien en el sistema vascular y lo que ocurre, es que la presencia del agente al estar oculto a la vista (bajo el suelo) se manifiesta en el follaje. Por ejemplo, una pudrición de la corona y de las raíces tuberosas se expresa en las peonías con hojas encarrujadas, enanismo y amarillez pronunciada. Otros síntomas indirectos son defoliaciones, mosaicos y amarilleces generalizadas.

## Condiciones ambientales y las enfermedades

Los factores ambientales que afectan la iniciación y desarrollo de las plagas y enfermedades infecciosas son la temperatura y la humedad, a la forma de precipitaciones y agua libre sobre las hojas. Gilchrist (2011), indica que las enfermedades en peonías y los patógenos que las ocasionaron durante los tres ciclos de su estudio desarrollado en la Región de la Araucanía, estuvieron estrechamente relacionados con las condiciones ambientales que permiten su desarrollo.

### Temperatura

Las plantas, como también los patógenos, requieren ciertos mínimos de temperaturas para crecer y llevar a cabo sus actividades. En las regiones templadas, las bajas temperaturas del otoño tardío, invierno y principios de primavera están debajo del mínimo requerido por la mayoría de los patógenos, pero con el advenimiento de las temperaturas más altas los patógenos se vuelven más activos y si las otras condiciones son favorables, pueden infectar las plantas y originar enfermedades.

En la Figura 6.2, se presenta la relación entre el tiempo que están mojadas las hojas y la temperatura existente para que se produzcan los síntomas de la enfermedad causada por *Gymnosporangium juniperi-virginianae*. En ella se puede observar, por ejemplo, que con una lluvia de ocho horas las

probabilidades de que aparezca la enfermedad está entre los 4 y 26 °C y por el contrario, con una lluvia de dos horas, no existe un riesgo para el cultivo.

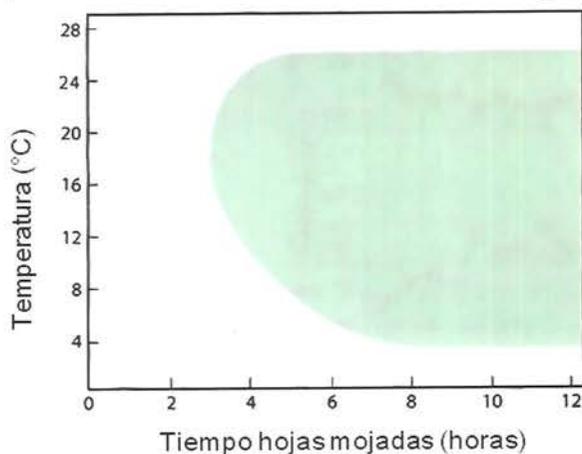


Figura 6.2. Relación entre la temperatura y horas de humedad en las hojas, en la aparición de la enfermedad causada por *Gymnosporangium juniperi-virginianae*. (Agrios, 2005).

En muchas enfermedades radiculares como *Phytophthora sp.* por ejemplo, la infección comienza a desarrollarse principalmente a principios de primavera o de otoño. La razón es que durante estos períodos la temperatura es suficientemente alta para que estos hongos se desarrollen, pero son muy bajas para permitir un óptimo desarrollo del hospedero. En general, la incubación de la enfermedad ocurre durante el invierno cuando las temperaturas son demasiado bajas para el crecimiento de ambos, patógeno y hospedero y su desarrollo se reduce considerablemente durante los meses de verano, cuando el crecimiento del hospedero y sus defensas están en su óptimo.

El tiempo requerido por un ciclo de infección, desde la inoculación hasta la formación de nuevas esporas, para diferentes enfermedades es de alrededor de 22 días a 5 °C, 15 días a 10 °C y 5 a 6 días a 23 °C. Debido a que la duración de un ciclo de infección determina el número de ciclos en una estación, está claro que el efecto de la temperatura, en la prevalencia de una enfermedad en una determinada estación puede ser muy significativa, (Agrios, 2005).

### Humedad

La humedad al igual que la temperatura tiene influencia en la iniciación y desarrollo de las enfermedades de distintas formas interrelacionadas, ya que es indispensable para la activación y la diseminación de los patógenos, en la planta o hacia otras plantas. Puede existir como lluvia o agua de riego, en

la superficie de las plantas o alrededor de las raíces, como humedad relativa en el aire o como rocío. En las enfermedades provocadas por hongos, la humedad es fundamental en la formación de las esporas, su longevidad y en la penetración del hospedero por medio del tubo germinativo, proceso que requiere una película de agua cubriendo los tejidos.

El número de ciclos de infección, está estrechamente correlacionado con el número de eventos de lluvia en la estación, particularmente con precipitaciones que tienen una suficiente duración para permitir el establecimiento de nuevas infecciones. Para algunos hongos, se requiere un continuo humedecimiento de las hojas por al menos 9 horas para que la infección tenga lugar, aún en el rango óptimo de 18 a 23 °C en promedio. Para otros, el mínimo período de humedecimiento requerido es de 14 horas a 10 °C y 28 horas a 6 °C, (Figura 6.3).

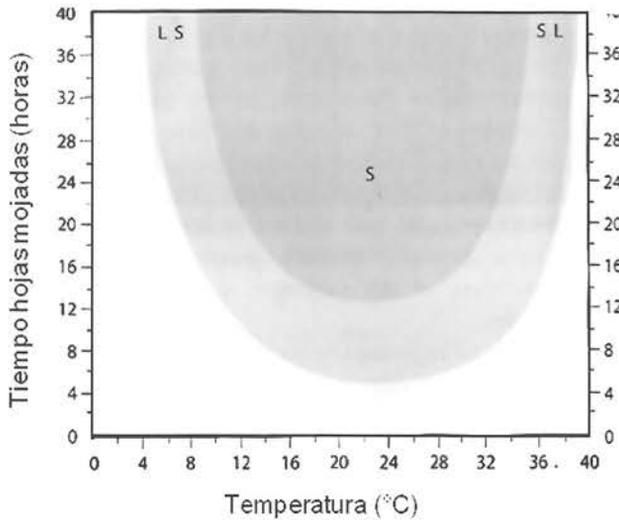


Figura 6.3. Efecto del tiempo de mojado de la hoja y los requerimientos de temperatura para el desarrollo de los síntomas provocados por *Alternaria mali*. L: infección leve, S: infección severa. (Agris, 2005).

En muchas enfermedades que afectan las partes subterráneas de las plantas, la severidad de la enfermedad es proporcional al contenido de humedad del suelo, siendo mayor cerca del punto de saturación. El aumento de la humedad del suelo favorece la multiplicación y la movilización del patógeno desde las plantas enfermas a las plantas sanas y también disminuye la habilidad de las peonías para defenderse por sí mismas, debido a una reducida disponibilidad de oxígeno en un suelo saturado. Patógenos del suelo

como *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia sp.* o *Sclerotinia sp.*, normalmente causan severos síntomas con suelo solamente húmedo, sin llegar a saturación, (Powell y Lindquist, 1994).

## Enfermedades de las peonías

Andrade (1999), a través de las muestras recibidas en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile ha reportado las siguientes enfermedades en peonías: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium albo-atrum*, *Ascochyta paeoniae*, *Botrytis cinerea*, *Botrytis paeoniae*, *Cladosporium paeoniae*, *Erysiphe ranunculi*, *Phyllosticta paeoniae*, *Septoria paeonia*, *Ramularia paeonia*, *Mycocentrospora sp.* (Syn. *Centrospora sp.*, *Cercospora sp.*). Además de estas enfermedades, Chahín et al. (2010), Gilchrist et al. (2010) y Gilchrist (2011), incluyen *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Stemphylium sp.*, *Rosellinia sp.*, virus y nemátodos, detectados a través del diagnóstico de enfermedades presentes en el cultivo de peonías en la Región de la Araucanía.

Las enfermedades en las peonías a menudo reducen la cantidad y calidad de las flores y en algunos casos causan una mortalidad importante. Algunas enfermedades tales como botritis son un problema constante, mientras que las demás son esporádicas (Stevens, 1998; Andrade, 1999; Chahín et al., 2010; Gilchrist et al., 2010 y Gilchrist, 2011). Lo importante, es tener siempre presente que cualquier organismo patógeno que afecte a las plantas durante el cultivo, incide inmediatamente en el producto final, es decir, en la poscosecha de las flores cortadas debido al efecto directo en el aumento de la respiración.

Jellito y Schacht (1990), Stevens (1998), Weber (1998), Chahín et al. (2010), Gilchrist et al. (2010) y Gilchrist (2011), coinciden en que el mejor control de las enfermedades en las peonías es la prevención, partiendo la temporada anterior con una poda temprana y una limpia acuciosa de residuos. Además, la mayoría de las enfermedades en las peonías son causadas por problemas de manejo o prácticas que pueden ser evitadas, como la utilización de plantas infectadas, utilización de riego por aspersión, alta densidad de plantación con una deficiente aireación, presencia de insectos vectores y rotación inadecuada, (Besoain, 2000; Chahín, et al., 2010).

Generalmente, como es difícil identificar las enfermedades de las peonías en condiciones de campo, frente a la presencia de síntomas debe haber un diagnóstico fitopatológico de un laboratorio especializado, que respalde la aplicación de fungicidas.

Los principales agentes fitopatógenos causantes de las enfermedades infecciosas en las plantas de peonías son los siguientes:

- hongos
- bacterias
- nemátodos
- virus

## Hongos

Las micosis, causadas por diversas especies de hongos fitoparásitos, son las enfermedades más numerosas y con mayor impacto económico en las plantas cultivadas, representando alrededor del 75% del total de enfermedades descritas, (Latorre, 2004).

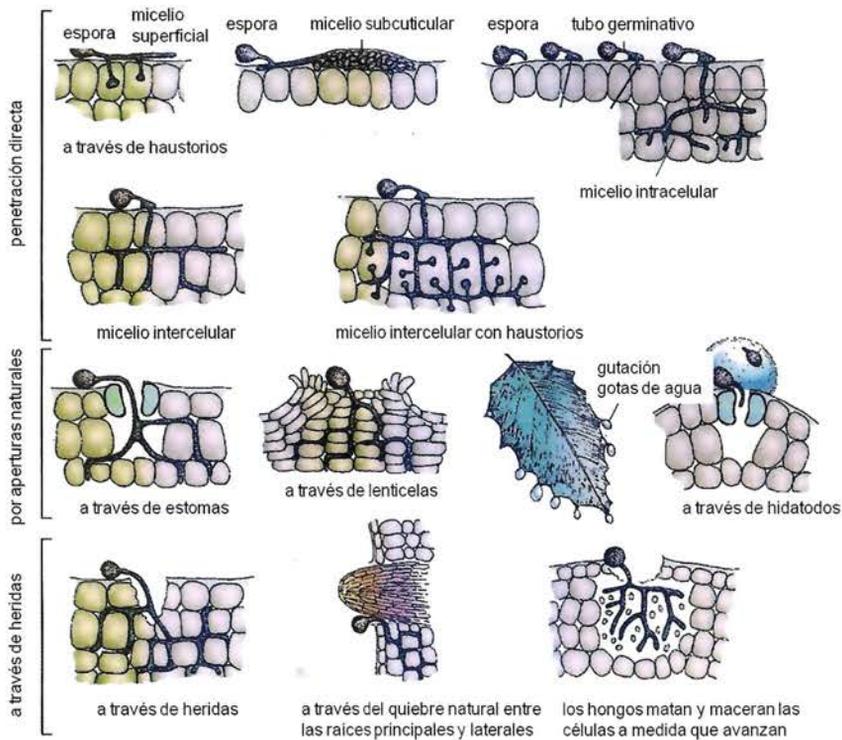


Figura 6.4. Métodos de penetración e invasión utilizados por los hongos. (Agris, 2005).

Como se muestra en la figura 6.4 los hongos pueden penetrar los tejidos vegetales fundamentalmente de tres formas: en forma directa

siempre que se trate de tejidos relativamente blandos como hojas y pelos radicales, tallos y órganos reproductivos, a través de las entradas naturales que presentan las plantas como son, estomas, lenticelas, tricomas, hidatodos y nectarios y finalmente, pueden penetrar a través de las heridas causadas a los tejidos vegetales por un manejo descuidado en las labores culturales.

La invasión inicial de los tejidos vegetales, por el micelio o conjunto de hifas que los hongos emiten después de su penetración, está acompañada por la secreción de diferentes enzimas que les permiten, no solo penetrar, sino que también contrarrestar los mecanismos de defensa que poseen las plantas. Este micelio permite al hongo alimentarse de los contenidos celulares de la planta, cuyas células son obstruidas dando lugar a vastas zonas necrosadas con sus células colapsadas, (Agris, 2005).

La penetración conduce a una infección, la que se expresa a través de una sintomatología cuando el agente principal libera un agente secundario causando infecciones y desplazándose a plantas sanas. Las plantas enfermas permiten la sobrevivencia de los inóculos que invernan en restos del hospedero o en las partes infectadas y se reactivan cada primavera con la liberación del inóculo primario. Esta es la razón fundamental del retirado inmediato de los restos de poda, desbotonado, descabezado (decapitado) y cosecha desde el campo.

Hostachy y Savio (2001), han señalado que las principales enfermedades de las peonías causadas por hongos, se pueden clasificar en tres grupos:

- botritis, la enfermedad de las peonías más recurrente en la totalidad de los agroecosistemas del país y que afecta la parte aérea, (hojas, tallos y botones),
- otras manchas foliares, producidas por hongos que también afectan la parte aérea, especialmente al follaje,
- hongos que se encuentran en el suelo y atacan las raíces, coronas y el cuello de los tallos florales.

### **Botritis**

La especie *Botrytis spp.*, es el agente causal del tizón foliar y pudrición de brotes, enfermedad conocida comúnmente, como botritis. Esta enfermedad es el principal problema sanitario en las peonías, en todas partes del mundo donde se cultiva para flor de corte y por lo mismo, se han desarrollado calendarios de aplicaciones preventivas y curativas de productos químicos sintéticos y orgánicos, además de protocolos acuciosos para un buen manejo de la plantación. Existen dos especies responsables del ataque de botritis en

las plantas de peonías: *Botrytis cynerea* y *Botrytis paeoniae*, (Andrade, 1999; Besoain, 2000; McGeorge, 2006, Gilchrist, 2011).

### ***Botrytis cinerea* (botritis, moho gris)**

Esta especie es polífaga, es decir que ataca una gran diversidad de especies y produce cuerpos negros de resistencia de forma irregular y de varios milímetros de diámetro, (Gilchrist, 2011). Este hongo puede atacar a las peonías en temporadas húmedas o cuando las plantas han sido sobrefertilizadas con nitrógeno y los tallos se presentan suculentos y jugosos. Las plantas presentan un moho gris en la superficie de las hojas o tallos, que se esparce cuando los tejidos se ponen en contacto. Normalmente este hongo ataca a plantas establecidas en condiciones de drenaje pobre o con poca aireación foliar, (McGeorge, 2006).



Figura 6.5. Presencia de moho gris en el estado final del ataque de *Botrytis cinerea* sobre a: botones, b: tallos y c: hojas, (Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

### ***Botrytis paeoniae* (botritis, tizón)**

Esta especie ataca específicamente a las peonías y se diferencia de *Botrytis cinerea* en que sus esclerocios (órganos de resistencia) son pequeños y planos. Produce un daño severo de las yemas primarias durante la brotación

y usualmente ataca a las plantas en la base de las hojas y tallos florales, apareciendo una mancha de tejidos café justo sobre el nivel del suelo. Más tarde, también pueden verse afectados los botones, los cuales finalmente caen, (McGeorge, 2006, Gilchrist, 2011).



Figura 6.6. Sintomatología del ataque de *Botrytis* spp. a: coloración inicial, b: manchas en las hojas, c: daño severo en el follaje, d: caída de tallos, e y f: daño en botones, (Chahín et al., 2010, Gilchrist, 2011).

**Sintomatología general.** Estas especies producen “atizonamiento” (necrosis o tejido muerto) del follaje, tallos, pecíolos y botones, presentándose manchas de color café en las hojas, lesiones cancerosas en los tallos y pudriciones en la corona. Atacan preferentemente tejido maduro que va a entrar en senescencia o bien en lugares que han sufrido un corte o que presentan heridas. Al comienzo se presentan manchas acuosas que coalescen rápidamente afectando gran parte del follaje, produciendo su rápida caída. La caída de los pétalos o de hojas enfermas sobre tejido sano inicia un nuevo foco de infección, el que no depende del agua libre sobre las hojas. Los brotes iniciales, especialmente si están suculentos, presentan apariencia marchita como consecuencia de una pudrición en su base, que se puede observar cuando éstos se extraen o se cortan desde bajo el nivel del suelo. Colores rojizos en los bordes del tejido y apariencia “picoteada” en las hojas o botones y flores decoloradas son los síntomas más frecuentes

sobre el nivel del suelo. Con ataques avanzados hay una coloración café de todos los tejidos afectados que generan una esporulación abundante, dando una apariencia aterciopelada algodonosa que corresponde al desarrollo de conidióforos y conidias, estructuras de la fase asexual. Por lo general, en los tallos las lesiones se presentan en forma hendida alargada y de color oscuro con un contorno bien definido o bien se extiende haciendo que el tallo se debilite y se quiebre a nivel de la zona de infección. La infección de las coronas puede ocurrir al final del ciclo vegetativo por una poda tardía, bajando a través de las hojas enfermas. Los tejidos se ponen blandos en una primera etapa, pero en la medida que la infección avanza estos se vuelven de color pardo oscuro y se tornan esponjosos y corchosos. La esporulación en forma de nubes de esporas grisáceas de *Botrytis spp.*, permite distinguir esta especie de otras que también producen tizones o muerte de tejidos, (Latorre, 2004; Agrios, 2005; Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Diseminación.** Las conidias son diseminadas principalmente por el salpicado producido por la lluvia y por el riego por aspersión. Secundariamente se dispersa por el contacto entre hojas sanas y enfermas y por la presencia de esporas en los residuos vegetales dejados en el campo después de la cosecha o poda y que son diseminadas a través de toda la plantación principalmente por el viento.

**Sobrevivencia.** Sobrevive como esclerocios, conidias o micelio (estructuras asexuales), además de apotecios (estructura sexual), en restos que quedan en el campo después de las labores de desbotonado, cosecha o poda. La implicancia de la aparición de estructuras sexuales (apotecios) está en la generación de nuevos individuos (generalmente Ascomicetes), que pueden ser resistentes a los fungicidas que se usan para controlar la fase asexual. Todo material que permanece en el suelo, es sustrato para que el hongo aparezca y se multiplique. Además, puede persistir en otros hospederos como las malezas que rodean la plantación.

**Condiciones de susceptibilidad.** Las condiciones óptimas para la aparición de botritis corresponden a temperaturas de 10 a 23 °C, pero la enfermedad puede aparecer desde 3 °C con alta humedad relativa (80%). Una condición muy favorable a la germinación de las esporas, es la presencia de agua sobre la vegetación, (Latorre, 2004; Agrios, 2005).

**Manejo integrado.** La aplicación de fungicidas es necesaria para el manejo y control de la botritis, especialmente en forma preventiva antes que los síntomas aparezcan. La estrategia de control químico es fundamental para proteger el

cultivo frente a una humedad relativa alta sobre 80% y temperaturas moderadas de 10 a 23 °C. En estas condiciones se deben utilizar productos sistémicos, aún cuando en períodos críticos, también se deben emplear fungicidas de contacto en alternancia con los productos sistémicos. Paralelamente, dentro de un manejo integrado de la enfermedad, no deben existir malezas que actúen como hospederos, se debe cuidar una adecuada ventilación entre las plantas, evitando altas densidades o arreglos espaciales que conduzcan a una mala circulación de aire. Tampoco deben aplicarse dosis excesivas de N, ya que las plantas producen un exceso de follaje con tejidos que son más vulnerables al ataque de los patógenos. Todos los residuos del follaje, especialmente, los provenientes de plantas enfermas deben ser eliminados, en lo posible quemados. Los residuos vegetales producto de las labores de desbotonado, cosecha y poda, deben ser retirados del sector de la plantación a un lugar especial de tratamiento. En suelos húmedos es necesario establecer una red eficiente de drenaje o establecer las plantas en camellones relativamente altos, (40-50 cm). Después de la poda y la eliminación de todos los residuos y antes y durante el inicio de la brotación, es recomendable efectuar una aspersión al suelo con oxiclورو de cobre con el objetivo de eliminar el inóculo que pudiera quedar en la superficie del suelo y que pudiera infectar a las yemas en su camino a la superficie en el proceso de emergencia. Los programas variarán de acuerdo a las características de cada ecosistema. En cuanto a tratamientos biológicos, en frutilla, vid y rosa se sugiere evaluar la efectividad de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*. En vid y rosa, se sugiere evaluar también, *Gliocadium roseum* y *Ulocladium sp.* Por otro lado, utilizar un inductor de la resistencia sistémica adquirida (RSA) o resistencia natural de las plantas a las enfermedades, como Biorend o Alexa, también puede ser importante, (Besoain, 2000; Latorre, 2004).

### **Manchas foliares**

Ciampi, Radic y Alvarez (2007), definen “manchas foliares” como la sintomatología que se caracteriza por una necrosis delimitada que presenta coloración anormal en una hoja. Besoain (2000), señala que en este grupo de enfermedades se encuentran principalmente los géneros de los hongos conocidos como demateáceos (Coelomycetes), término que se relaciona con la habilidad de desarrollarse sobre la superficie de los vegetales y esporular abundantemente. Hostachy y Savio (2001) incluyeron en este grupo a los Géneros *Mycocentrospora* (Syn. *Centrospora*, *Cercospora*), *Alternaria* y *Cladosporium* y Chahín et al. (2010); Gilchrist et al. (2010) y Gilchrist

(2011), han incorporado las especies *Stemphyllium sp.* y *Trametes sauveolens* que también causan manchas en las hojas y han sido descritas en las peonías en la Región de la Araucanía.

Los hongos causantes de las manchas foliares se diseminan a grandes distancias por medio de esporas que el viento deposita en las plantas infectándolas, especialmente, si hay agua sobre las hojas, (Powell y Lindquist, 1994). Los principales patógenos responsables de las manchas foliares en las peonías reportados a nivel nacional son:

- *Alternaria sp.*
- *Cladosporium sp.*
- *Mycocentrospora acerina*
- *Stemphyllium sp.*
- *Trametes sauveolens*

La mayoría de estos hongos atacan en primer lugar al follaje de las plantas de peonías por medio de las esporas que se diseminan por el viento, la lluvia, el agua que salpica y los insectos. En la mayor parte de los casos, estos hongos invernan principalmente en las hojas caídas, en otros residuos vegetales y en las malezas presentes en la plantación. Algunos también sobreviven al invierno en el suelo y en condiciones de tiempo húmedo y temperaturas moderadamente cálidas, hay una liberación de esporas que germinan y establecen la infección.

### ***Alternaria sp.* (alternariosis)**

En la VI Región, Arancibia (2009), describió un complejo de hongos constituido por *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* y *Aspergillus sp.* asociado a la presencia de fumagina, lo que se puede observar en la Figura 6.7.

**Síntomas.** Muestra manchas foliares grisáceas con márgenes rojizos de 3 a 5 mm de diámetro, desarrollándose en anillos concéntricos. Las hojas más débiles o envejecidas, normalmente las hojas senescentes inferiores son las que primero son atacadas, pero la enfermedad continua avanzando hacia arriba y las hojas afectadas se vuelven amarillas, senescentes y caen, (Jellito y Schacht, 1990; Gilchrist et al., 2010). En la alternariosis, la pudrición del tallo se observa de color café oscuro a negra, (Besoain, 2000).



Figura 6.7. Presencia de fumagina, en el haz y envés de las hojas de peonías, de la cual se aisló *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* y *Aspergillus sp.*, VI Región, (Arancibia, 2009).

**Diseminación.** Las conidias son transportadas por el viento y por el efecto del salpicado producido por la lluvia.

**Sobrevivencia.** Las esporas presentan una gran longevidad, se conservan sobre restos de plantas enfermas o en el suelo, siendo muy resistentes a la sequía, (Besoain, 2000).

**Condiciones de susceptibilidad.** Se considera un patógeno débil y su aparición se favorece con ambientes templados y húmedos, (Besoain, 2000). Aparece en cultivos muy densos y con follaje mojado por más de 10 horas, (Latorre, 2004).

**Manejo integrado.** Se sugiere mantener un programa de tratamientos fungicidas, particularmente en botón precosecha para prevenir las infecciones latentes.

### ***Cladosporium sp.* (mancha anillada)**

**Síntomas.** El ataque de *Cladosporium sp.* se presenta en las hojas como manchas rojas, pequeñas y circulares como sarampión que aparecen en el envés de las hojas basales. Estas manchas se van uniendo para formar una gran

mancha púrpura-rojiza oscura en la superficie de la hoja, (Jellito y Schacht, 1990; Hostachy y Savio, 2001; Gleason et al., 2009). En un medio húmedo, en el envés de la hoja se desarrolla un profuso moho aterciopelado, verdoso o café, (Latorre, 2004). Las lesiones en los tallos son redondas o elípticas, a veces se ven como franjas rojizo-café o púrpura oscuro. Las manchas café-púrpura, al principio son levemente convexas, luego cóncavas y más tarde el centro se hunde y la parte afectada se quiebra fácilmente. Las lesiones en sépalos y pétalos son pequeños puntos púrpura. Si la infección es fuerte, se pueden ver pequeñas manchas café en los órganos florales y los bordes de los sépalos y pétalos aparecen quemados, (Agrios, 2005, Gleason et al., 2009).



Figura 6.8. Daño causado por el hongo *Cladosporium paeoniae*, a: manchas en las hojas, b: grandes manchas alargadas en tallos de peonías infectadas, (Gleason et al., 2009).

**Diseminación.** Las conidias son transportadas por el viento y por efecto del salpicado y del arrastre producido por la lluvia.

**Condiciones de susceptibilidad.** Esta enfermedad puede atacar en veranos calurosos y lluviosos y los factores que promueven la infección son similares a los señalados para la botritis. Plantas débiles, excesiva aplicación de N, alta densidad de plantación y pobre ventilación. Puede aparecer desde la primavera hasta el otoño, pero el mayor riesgo está en épocas húmedas y calurosas.

**Sobrevivencia.** Como micelio en restos de cultivos enfermos.

**Manejo integrado.** Fertilizar en forma adecuada, controlar oportunamente las malezas y optimizar las labores de cultivo para lograr plantas vigorosas. Eliminar totalmente los residuos y podar las plantas enfermas tan pronto se detecten y quemar o enterrar los tejidos infectados.

### *Mycocentrospora acerina* (mancha roja)

Las muestras que fueron colectadas en la X Región, dieron como resultado la identificación de la especie *Mycocentrospora acerina*, (Syn. *Cercospora acerina*, *Centrospora acerina*), hongo imperfecto del Grupo Deuteromicetes. Esta especie, es considerada un hongo del suelo donde tiene la habilidad de sobrevivir por largos períodos como saprófito, (Jellito y Schacht, 1990; Chahín et al., 2010; Gilchrist et al., 2010; Gilchrist, 2011).

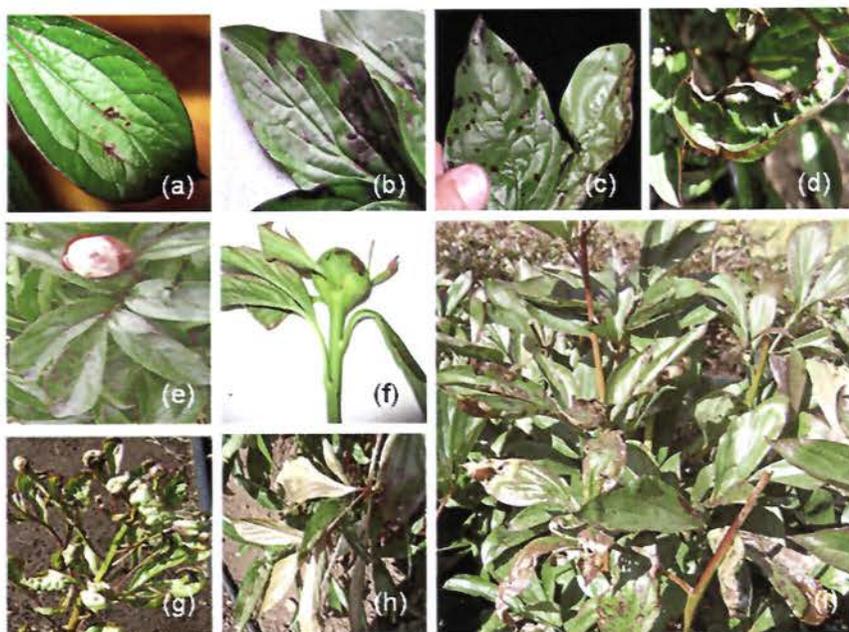


Figura 6.9. Daños causados por *Mycocentrospora acerina* en a, b, c y d: secuencia del avance del daño, e y f: en hojas y botones g: ataque severo a plantas jóvenes, h e i: plantación después de la cosecha sin control del hongo, (Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Síntomatología.** Los síntomas en las partes aéreas se inician con un punto rojo de preferencia en las primeras hojas en desarrollo, en especial en las variedades precoces que están expuestas a mayor cantidad de lluvia, temperaturas frías y provocación de heridas por heladas. Cada punto rojo evoluciona hasta formar una mancha redonda de no más de un centímetro que da paso en su centro a un área de tejido necrótico, el número de manchas de este tamaño es variable según la resistencia que ofrece la variedad, pudiendo confluir en las variedades más susceptibles, pero que nunca pierden totalmente su individualidad. En los bordes de las hojas se

puede observar también penetración y es aquí donde se rompe el tejido y se produce una deformación “encarrujada” del mismo. En las variedades más susceptibles, la sintomatología además de presentarse en las hojas, también se encuentra en tallos, sépalos y pétalos, incluso en plantas muy afectadas hay secado de brotes desde el suelo. Los síntomas en las coronas se presentaron como manchas negras zonificadas, donde se produce una pudrición que va comprometiendo grandes áreas causando deterioro de la producción.

**Diseminación.** Se disemina por el viento, por el arrastre y salpicado producido por las lluvias y el riego por aspersión y probablemente por algunos insectos.

**Sobrevivencia.** En el invierno sobrevive a la forma de esporas de resistencia llamadas clamidosporas en el suelo o en tejidos infectados, como restos de poda que quedan en el campo y en algunas malezas hospederas, (Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Condiciones de susceptibilidad.** Es un hongo que ataca a temperaturas bajas y se mantiene en las raíces tuberosas después del ataque foliar. No necesita heridas para penetrar en las hojas a temperaturas entre 10 y 17 °C, pero sí cuando las temperaturas bajan de 0 °C. Las principales condiciones para la aparición de esta enfermedad son plantaciones muy densas y con exceso de fertilización nitrogenada, presentando su mayor potencial patogénico con una humedad relativa de más del 90%, una pluviometría mínima de 2 mm (para transmitir el inóculo por la salpicadura) y temperaturas bajo los 15 °C. (Gilchrist, 2011).

**Manejo integrado.** A pesar de su fácil control en los estados iniciales de la enfermedad, se han detectado plantaciones con severos síntomas en el follaje después de la cosecha, con una disminución importante de la superficie fotosintéticamente activa, que no puede cumplir su función de producir elementos de reserva para la alimentación de las coronas en el ciclo siguiente. En este caso, además, es muy difícil eliminar el inóculo, lo que traerá como consecuencia nuevas infecciones en las temporadas siguientes. En lo posible, se debe quemar o enterrar los residuos de cultivos enfermos y controlar las posibles malezas hospederas. Se utilizan los mismos tratamientos que en el caso de botritis, tanto los orientados a la prevención, como el control químico especialmente después de una helada. Se recomienda aplicar fungicidas antes de la cosecha, ya que este patógeno al igual que *Botrytis spp.*,

es capaz de provocar un efecto dañino en las condiciones de almacenaje. También en el manejo integrado de las manchas foliares se pueden utilizar los productos biológicos recomendados por Besoain (2000) y Latorre (2004) para el control de botritis.

### ***Stemphylium* sp. (mancha de la hoja, tizón foliar)**

Gilchrist (2011), indica que esta especie sería endémica por su amplia distribución ya que se la encontró prácticamente en todas las plantaciones muestreadas y no se encuentra descrita ni informada para peonías, así como la enfermedad que produce.

**Sintomatología.** Los primeros síntomas aparecen principalmente en las hojas basales y en los tallos, como pequeñas lesiones necróticas, esféricas, con círculos concéntricos o irregulares, como puntos de color rojo oscuro que poco a poco empiezan a aumentar de tamaño y cuya evolución va a depender de la variedad. En aquellas de mayor resistencia, su desarrollo quedará limitado a pequeñas manchas con un punto central y borde rojo, pero en las variedades susceptibles el tamaño de las manchas va aumentando, el tejido se necrosa y pueden confluir hasta destruir gran parte de la lámina foliar. Los síntomas se presentan también en los tallos, donde producen una depresión necrótica con bordes rojos, también se presenta sobre los sépalos y como consecuencia, la vara floral no se puede comercializar, (Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Diseminación.** Las ascosporas y las conidias son transportadas por el viento.

**Sobrevivencia.** Sobrevive como micelio asociado a residuos de plantas enfermas o en otros hospederos incluyendo malezas.

**Condiciones de susceptibilidad.** En plantaciones establecidas bajo las condiciones de la Región de la Araucanía los síntomas se presentan en la generalidad de los casos cuando la planta está bastante avanzada en su desarrollo, incluso en estado de botón pre-cosecha. Esto coincide con el período húmedo y una temperatura entre 15 y 25 °C, es decir con primaveras calurosas y húmedas. Otro factor a considerar es que el ataque se observa con más frecuencia en las hojas de plantaciones muy densas. Gilchrist et al. (2010), detectaron la presencia de *Stemphylium* sp. en forma más tardía que *Botrytis* spp., pero pueden confundirse cuando las lesiones se hacen más

grandes y devastadoras del follaje, la diferencia está en que *Stemphylium sp.* aparece con temperaturas más altas y sus exigencias de humedad, medidas en horas de agua libre, son mayores que las de *Botrytis spp.*, lo cual la lleva a un segundo lugar de importancia.



Figura 6.10. Ataque de *Stemphylium sp.* a y b: ataque en etapa inicial, c y d: sintomatología en tallos, e: presencia en almacenaje, f: etapa final, (Chahin et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Manejo integrado.** En espárrago, se ha encontrado una alta correlación entre la cantidad de residuos infectados con el patógeno sobre la superficie del suelo y los síntomas en el ciclo siguiente. Enterrar los residuos en forma profunda favorece la desaparición del hongo e incrementa la acción de la microflora antagonista. Dentro del manejo integrado de las manchas foliares, el control químico debe efectuarse en forma paralela, (Gilchrist, et al., 2010). Latorre (2004), indica que con el control de la botritis y utilizando los ingredientes activos de más amplio espectro, como iprodione, clorotalonil, tiofanatometil y azoxitrobin, se lograría un control efectivo para las manchas foliares.

### ***Trametes sauvolens* (plateado de las peonías)**

Gilchrist (2011), indica que esta enfermedad, no descrita por la literatura para peonías, se encuentra dispersa en muchas localidades de la Región de la Araucanía, aún cuando también se ha observado en plantaciones en la VI Región (Arancibia, 2009). Hasta el momento, no se ha observado un deterioro fuerte en las plantas que muestran los síntomas.

**Síntomas.** El síntoma más fácil de identificar es el color plateado que adquieren las hojas, este es un efecto óptico al alojarse el hongo entre la cutícula y el tejido subyacente, por lo que la cutícula puede ser fácilmente desprendida con los dedos. Se presentan igual que el plateado en frutales, o sea, presencia de un follaje platinado, gris metálico, a veces con hojas pequeñas y acucharadas, (Figura 6.11).



Figura 6.11. Presencia de *Trametes sauvolens* o plateado en peonías, a: planta afectada, b y c: estado inicial, (Gilchrist, 2001).

**Diseminación.** Este hongo puede ser importante en huertos frutales caseros donde existen fuentes de inóculo que pueden trasladarse a los cultivos de peonías. Las basidiosporas son diseminadas por la lluvia y el viento, en distancias de hasta 4 km bajo temperaturas que fluctúan entre 4 a 20 °C y en forma mecánica con las tijeras al cosechar o podar, (Latorre, 2004).

**Sobrevivencia.** Sobrevive asociado a restos de plantas enfermas que quedan en el potrero después de la poda o cosecha, en restos de álamos y sauces enfermos, que abundan a lo largo de los canales de regadío o en malezas hospederas.

**Manejo integrado.** Preventivamente, la aspersión de *Trichoderma harzianum* sobre el cultivo recién podado, podría reducir la incidencia del plateado. No tiene control químico, (Latorre, 2004).

### Control químico de botritis y manchas foliares

Los fungicidas que se utilizan para el control químico de botritis y las otras manchas foliares, se caracterizan por presentar en su composición química distintos ingredientes activos que a través de diferentes modos de acción, inhiben o alteran el metabolismo de los hongos interrumpiendo su ciclo vital. Un aspecto importante es la facilidad con que cepas de *Botrytis cinerea* adquieren resistencia a los fungicidas benzimidazoles y dicarboximidas, aunque a estos últimos en menor grado.

Especialmente en zonas lluviosas es necesario establecer un programa-calendario del control de la botritis que abarque la totalidad del período de crecimiento, floración y poscosecha de las plantas y la frecuencia de aplicación dependerá de la residualidad del fungicida, las condiciones de susceptibilidad de las plantas y de la presencia o no, de síntomas de la enfermedad. La frecuencia puede ser desde 7 a 10 días hasta 15 a 20 días, dependiendo de las condiciones climáticas de cada zona donde se cultivan peonías.

En el calendario de aplicaciones de fungicidas para el control de la botritis y las otras manchas foliares, se deben intercalar fungicidas con distinto modo de acción para evitar el desarrollo de la resistencia de los patógenos. Debe evitarse utilizar fungicidas del mismo grupo químico y no repetir más de dos veces en la temporada un mismo fungicida. Una alternativa es combinar en la misma aplicación, fungicidas de distinto modo de acción o bien utilizar fungidas compuestos con distintos ingredientes activos y modos de acción, como Bellis o Switch.

En el Cuadro 6.1, se presentan algunos fungicidas que han sido efectivos en el control de la botritis (*Botrytis spp.*) y manchas foliares:

Cuadro 6.1. Modo de acción y grupo químico de algunos ingredientes activos efectivos en el control de la botritis y manchas foliares (excepto *Trametes sauveolens*).

Modo de acción	Grupo químico	Ingrediente activo
sistémicos	carboximida	boscalid
	benzomidazol	benomilo
	benzomidazol	benzomidazol
contacto	estrobilurinas	kresoxim metil
	dicarboximidas	iprodione
	hidroxiamida	fenhexamid
	anilino pirimidina	pirimethanil
	ditiocarbamato	mancozeb
	cloronitrilo	clorotalonil
sistémicos - contacto	anilino pirimidina + estrobilurina	pirimethanil + trifloxistroben
	carboximida + estrobilurina	boscalid + pyraclostrobin
	ditiocarbamato + fenilpirrol	cyprodanil + fludioxomil

## Hongos patógenos presentes en el suelo

Los principales hongos patógenos que atacan las raíces y el cuello de los tallos florales de las peonías son los siguientes:

- *Fusarium oxisporum*
- *Phytophthora cactorum*
- *Pythium sp.*
- *Rhizoctonia sp.*
- *Rosellinia sp.*
- *Sclerotinia sclerotiorum*
- *Sclerotium rolsfii*
- *Verticillium albo-atrum*

A los hongos de los Géneros *Pythium* y *Phytophthora* (Oomicetes), se les llama mohos del agua porque sus esporas se diseminan por medio del agua de riego. Estos organismos causan podredumbre de la raíz y del tallo y aunque la planta sobrevive, se produce una disminución del sistema radicular, resultando en un mal crecimiento, amarillamiento o atrofia de la parte aérea. El ataque de los mohos del agua puede prevenirse por medio de un buen programa sanitario, ya que estos patógenos se encuentran en todo tipo de suelos, (Powell y Lindquist, 1994).

Además de los mohos del agua, las especies *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Sclerotinia sp.*, que pueden vivir en el suelo durante meses como estructuras especializadas de resistencia, en condiciones favorables atacan las raíces y las coronas de las plantas de peonías lo que determina una disminución de crecimiento y clorosis, terminando las plantas por marchitarse completamente, (Latorre, 2004).

En la Región de la Araucanía, Gilchrist et al. (2010), encontraron en las coronas hongos de los Géneros *Fusarium* y *Pythium* causando pudrición de las raicillas y *Rhizoctonia sp.* produciendo pudriciones en la corona. Dentro del manejo integrado de estas enfermedades, se puede considerar tratamientos con bioproductos al igual que en el caso de los tratamientos de las manchas foliares, (Besoain, 2000; Latorre, 2004).

### ***Fusarium oxisporum* (pudrición de corona, marchitez)**

La presencia de este hongo se ha detectado en el tejido vascular de las peonías en la Región de la Araucanía (Chahín et al., 2010; Gilchrist et al., 2010; Gilchrist, 2011) y en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins asociado fundamentalmente al exagerado tiempo de riego, (Arancibia, 2009).

**Síntomas.** Las plantas presentan amarillez foliar asociada a necrosis del tejido vascular y muerte de yemas, a nivel de la base del tallo se observa coloración café oscura superficial y en el tejido interno se observa una coloración anaranjada. Este hongo que se ubica en los vasos conductores produce toxinas que generan una marchitez permanente. En cortes transversales de las raíces se observa una pudrición café claro en todo su interior y en la corona y base de los tallos se puede observar necrosis a nivel del xilema y una progresiva desecación, hasta producir la muerte parcial o total de la planta (Figura 6.12). En el campo, las plantas enfermas presentan una distribución al azar, muestran una marchitez repentina, para luego colapsar y morir. En algunos casos forma un complejo con *Phyitium sp.* en raíces secundarias y raicillas. Las pudriciones en las raíces y tallos llegan a ser más severas cuando las plantas expuestas al patógeno están estresadas por bajas temperaturas, sequías intermitentes o exceso de humedad en el suelo por un riego excesivo o por la presencia de estratas compactadas que restringen el paso del agua y el crecimiento radicular.

**Diseminación.** Por contacto de corona enfermas con coronas sanas, por utilización de coronas infectadas en nuevas plantaciones, por el riego y el

drenaje superficial producido por la lluvia, por el traslado de suelo contaminado a través de herramientas y maquinaria de uso agrícola. Eventualmente, los animales alimentados con restos de cultivos enfermos diseminan este patógeno en el estiércol.

**Diseminación.** Por contacto de corona enfermas con coronas sanas, por utilización de coronas infectadas en nuevas plantaciones, por el riego y el drenaje superficial producido por la lluvia, por el traslado de suelo contaminado a través de herramientas y maquinaria de uso agrícola. Eventualmente, los animales alimentados con restos de cultivos enfermos diseminan este patógeno en el estiércol.



Figura 6.12. Ataque de *Fusarium oxysporum*, a: sintomatología en la parte aérea, b: en corte transversal de raíz tuberosa, c: en tallos atacados, d y e: muerte de plantas, (Chahín et al., 2010, Gilchrist, 2011).

**Diseminación.** Por contacto de las coronas enfermas con coronas sanas, por utilización de coronas infectadas en nuevas plantaciones, por el riego y el drenaje superficial producido por la lluvia, por el traslado de suelo contaminado a través de herramientas y maquinaria de uso agrícola. Eventualmente, los animales alimentados con restos de cultivos enfermos diseminan este patógeno en el estiércol.

**Manejo integrado.** Al establecer la plantación se debe tener cuidado de utilizar coronas sanas, libres de fusariosis. Se debe plantar en terrenos bien drenados o con un buen sistema de drenaje y evitar los riegos caudalosos y prolongados que normalmente se usan para los frutales. La fertilización debe estar basada en las necesidades del cultivo, en función de los análisis de suelo y foliar, evitando el uso excesivo de nitrógeno. En algunos casos se recomienda encalar para corregir la acidez del suelo, lo que indirectamente favorece el control de la enfermedad, (Latorre, 2004).

### ***Phytophthora cactorum* (pudrición del cuello)**

La necrosis de las hojas, causada por el hongo *Phytophthora cactorum* puede ser confundida por los síntomas producidos por la botritis, sin embargo a diferencia de la botritis (*Botrytis spp.*), el ataque de *Phytophthora cactorum* no presenta esporulación. Por otro lado, la botritis rara vez invade la corona, a diferencia de la pudrición causada por *Phytophthora cactorum*, que la invade y desde ahí destruye la planta entera, (Stevens, 1998).

**Sintomatología.** Tallos, hojas y botones pueden ser afectados por ambos hongos, sin embargo, en el ataque de *Phytophthora cactorum* las partes infectadas se tornan pardas o negras y adquieren textura coriácea, apareciendo canchales o agallas en la base y a lo largo de los tallos causando su caída, (Stienstra y Pflieger, 1975; Gleason et al., 2009). La enfermedad se presenta como focos localizados, generalmente asociados a sectores de mal drenaje de la plantación, (Latorre, 2004). Al producir pudriciones en las raíces, la mayor parte de las raicillas mueren y las raíces tuberosas y coronas muestran manchas café, que evolucionan hacia tejidos acuosos y blandos. El hongo infecta los tallos de la planta a nivel del cuello donde produce tejidos acuosos de color negro, incluso, la zona de infección puede envolver el tallo apareciendo canchales de algunos centímetros. Finalmente, las hojas inferiores caen y eventualmente la planta entera se marchita, (Gilchrist, 2011).

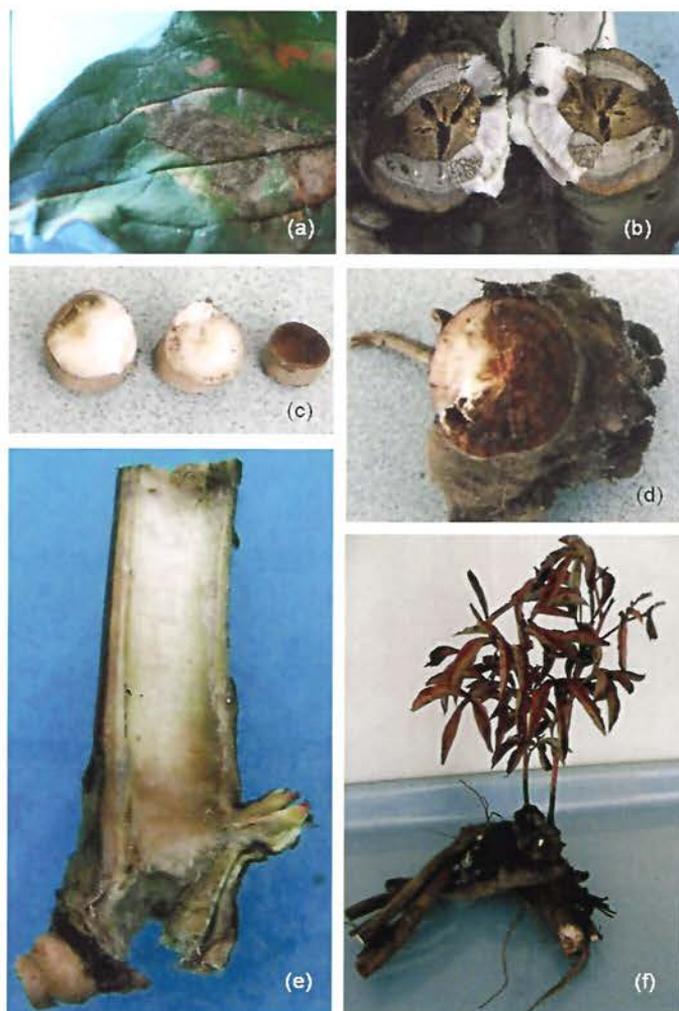


Figura 6.13. Infección por *Phytophthora cactorum*: a: síntomas en la parte aérea, b: detalle del daño en corona y raíces, c: secuencia del daño en el ápice de una raíz tuberosa nueva, d: daño en la parte baja de un tallo, e: avance del daño desde la corona hacia la parte superior del tallo, f: planta completamente dañada, (Chahín, 2010, Gilchrist, et al., 2010, Gilchrist, 2011).

**Diseminación.** Por el riego, por el salpicado y el escurrimiento producido por las lluvias o el riego por aspersión. Junto a suelo contaminado transportado en los utensilios y maquinaria de uso agrícola, (Latorre, 2004).

**Sobrevivencia.** Como habitante del suelo sobrevive indefinidamente como oosporas, clamidosporas o como micelio en forma saprofítica, asociado a restos de raíces infectadas y otros hospederos.

**Condiciones de susceptibilidad.** En la primavera, ambiente húmedo con temperaturas entre 15 y 23 °C, en suelos húmedos, con escasa aireación, arcillosos y mal drenados, las oosporas germinan. El micelio que se desarrolla a continuación, produce zoosporangios que liberan zoosporas que nadan en el agua del suelo e infectan las raíces de plantas sanas con las que entran en contacto. La saturación del suelo por más de 48 horas favorece la infección y los daños mecánicos producidos en el cuello y en las raíces, predisponen a las plantas a esta enfermedad, (Latorre, 2004).

**Tratamientos.** Lo más importante para *Phytophthora cactorum* es reducir al mínimo el agua de permanencia, por lo que se recomienda plantar en suelos bien drenados y nivelados o en camellones sobre los 50 cm de altura y por otra parte planificar y diseñar el sistema de riego para prevenir eventuales anegamientos del terreno. Se recomienda también, analizar el agua de riego para descartar la presencia de Pythiaceas. El control de malezas debe ser químico para evitar los daños producidos en las coronas por el control manual de malezas. En caso de emergencia o ataque severo, se recomienda aplicar fosetil aluminio (Aliette) en dosis relativamente altas al follaje dos veces en el ciclo y metalaxyl en el riego cada tres meses, (Gilchrist, 2011).

### *Pythium sp.* (caída)

Son hongos que atacan las coronas y las raíces de las plantas. El oomicete entra por el ápice radicular y prolifera causando un rápido colapso y muerte de las raicillas que pueden ser atacadas en cualquier estado de desarrollo de la planta (Figura 6.14).

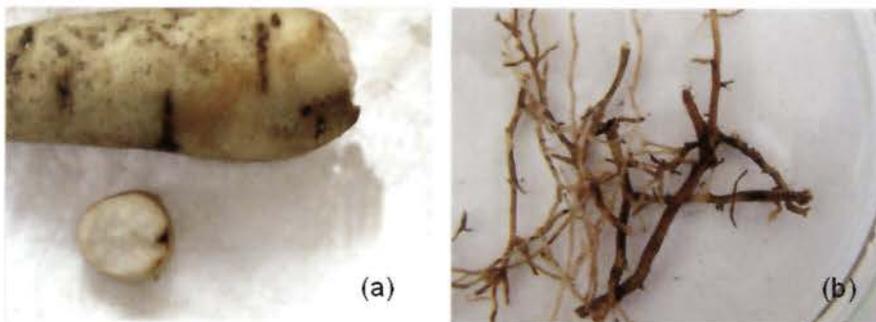


Figura 6.14. a y b: Síntomas de la presencia de *Fusarium sp.* y *Pythium sp.* en raíces tuberosas y raicillas, (Gilchrist, 2011).

**Sintomatología.** El hongo se desarrolla entre y dentro de las células produciendo enzimas proteolíticas que destruyen los protoplastos de las células invadidas. En algunos casos enzimas celulolíticas causan un completo colapso y desintegración de las paredes celulares y como resultado, en el tejido infectado aparece una pudrición formada por el hongo y sustancias como la suberina y la lignina que este patógeno no puede romper, (Agrios, 2005). En la coronas, la maceración celular de los tejidos se refleja en la presencia de tejidos blandos y acuosos y cuando la infección progresa comienzan a esparcirse los esporangios, seguidos por la producción de oosporas tanto dentro como fuera de los tejidos, (Latorre, 2004).

**Diseminación.** Por efecto del salpicado y durante las labores de cultivo. El riego, la maquinaria y los utensilios de uso agrícola contaminados pueden contribuir a la dispersión del patógeno.

**Sobrevivencia.** Persisten en forma saprofítica en el suelo. Las especies de *Pythium spp.* sobreviven como oosporas o clamidosporas, (Chahín, 2010; Gilchrist, 2011).

**Condiciones de susceptibilidad.** La enfermedad se favorece en suelos con menos de 13 °C, húmedos, excesivamente compactados o con presencia de una costra superficial que impide la brotación.

### ***Rhizoctonia sp.* (pudrición rojiza de la corona)**

Generalmente, se produce una pudrición a nivel del cuello, comprometiendo principalmente tejido cortical y como consecuencia se produce un debilitamiento, una clorosis y finalmente la muerte de la planta. Este tipo de síntomas se parece a los causados por especies del Género *Phytophthora*, (Besoain, 2000).

**Sintomatología.** En las raíces y las coronas se presentan como pudriciones blandas de color pardo-rojizas y aparecen primero justo bajo la superficie del suelo (cuello), con tiempo húmedo las lesiones se agrandan en todas direcciones y pueden aumentar en tamaño y número, incluyendo toda la base de la planta y la mayor parte de las raíces. Los tejidos atacados usualmente se descomponen y se secan, formando un área hundida, rellena con la parte seca de la planta mezclada con el micelio del hongo y sus esclerocios. En peonías ha sido detectado por manzano (2004) y Gleason et al., (2009).



Figura 6.15. Muerte de una planta de peonía por ataque de *Rhizoctonia sp.* (Manzano, 2004).

**Sobrevivencia.** El hongo inverna generalmente como micelio o esclerocios en el suelo o en malezas perennes infectadas.

**Diseminación.** El hongo se disemina con el agua de riego, con las herramientas o materiales contaminados al propagar las coronas infectadas.

**Condiciones de susceptibilidad.** Para la mayoría de las razas del hongo, la temperatura óptima de infección se encuentra entre 15 y 18 °C. La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos y cuando el crecimiento de las plantas es lento, debido a condiciones ambientales adversas para la planta, (Latorre, 2004).

**Tratamiento.** Aplicar pencicuron (Monceren) a la plantación con un intervalo de reingreso de 24 horas.

### ***Rosellinia necatrix* (pudrición algodonosa de la raíz)**

La detección de este patógeno en las peonías ha estado especialmente asociado a suelos que previamente tenían árboles. Hostachy y Savio (2001), habían reportado este hongo en cultivos de peonías en la zona productora de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) en Francia. En el país, Chahín et al. (2010) y Gilchrist (2011), han indicado un daño importante producido por *Rosellinia necatrix* en una plantación adulta de la IX Región, durante la Temporada 2009/2010.

**Sintomatología.** Gilchrist et al. (2010), identificaron en coronas de peonías enfermas, *Rosellinia necatrix* hongo fitopatógeno que causa la muerte de las plantas. El ataque inicial se observa como un cambio de

color del follaje a tonos burdeos. En el interior de la corona se visualizan cordones micelares de color blanco que pueden terminar en la muerte de la planta. Se puede producir el colapso rápido o muerte progresiva, en ambos casos el patógeno provoca una pudrición general en los órganos carnosos, especialmente de la corona y las partes aéreas muestran marchitez y colapsan, de modo que las plantas no ofrecen resistencia al arrancarlas porque los tallos se desprenden en la zona del cuello. El follaje desarrolla clorosis y enrojecimiento y las hojas necrosadas quedan adheridas a la planta por largo tiempo. Masas de micelio blanco se desarrollan sobre y entre los tejidos parasitados del cuello y de las raíces, lo que diferencia esta enfermedad del problema causado por *Armillaria mellea*, patógeno que comparte los mismos hospedantes y el mismo ambiente que *Rosellinia necatrix* (Hostachy y Savio, 2001) y que está también presente en las plantaciones de peonías en la Región de la Araucanía. En el suelo, alrededor de las raíces, el hongo se observa como una red de micelio y cordones miceliales, los cuales van aumentando su densidad cerca de las raíces. El color del micelio puede ser blanco o grisáceo, algunas veces con la apariencia de tela de araña. El parénquima cortical invadido por el hongo se presenta decolorado y “fofo” y contiene numerosos y pequeños abanicos blancos que pueden ser observados a diferentes niveles del parénquima, no particularmente localizados a nivel del cambium, (Figura 6.16 a, b, c y d).



Figura 6.16. Síntomas de un ataque de *Rosellinia sp. a*: en la parte aérea de la planta, b y c: cordones micelares en el interior de la corona, d: etapa final, (Chahín et al., 2010, Gilchrist et al., 2010; Gilchrist, 2011)

**Diseminación.** Si se detecta la infección, se deben eliminar todas las plantas afectadas lo antes posible y evitar el contacto entre las raíces de plantas sanas y enfermas. Por otro lado, las malezas juegan un importante papel en la diseminación de la enfermedad al hacer de puente entre plantas enfermas y sanas.

**Sobrevivencia.** El hongo se mantiene en los restos de tejidos de raíces enfermas y pasa por contacto a las raíces sanas de un nuevo cultivo de peonías. Investigaciones sugieren que una vez que *Rosellinia sp.* se establece, puede crecer como saprófito obteniendo los nutrientes esenciales para su crecimiento de materiales presentes en el suelo.

**Condiciones de susceptibilidad.** Su ataque se favorece en suelos húmedos, de texturas arcillosas y ricos en materia orgánica. La temperatura óptima para su desarrollo estaría entre 22 y 24 °C y deja de desarrollarse bajo 5 °C, (Gilchrist, 2011).

**Manejo integrado.** Es indispensable usar material vegetativo libre del patógeno y evitar su introducción por suelo adherido, materia orgánica o herramientas. Antes de llevar a cabo una plantación, se debe remover todos los restos vegetales especialmente donde el hongo ha estado presente y antes de plantar se debe tratar las coronas con fungicida (Benomilo) para prevenir su introducción. El micelio de *Rosellinia necatrix* es altamente sensible al calor, por lo que la solarización puede tener un efecto preventivo muy importante. El principal efecto de la solarización es la exposición del patógeno a altas temperaturas, lo que se logra mediante el cubrimiento del suelo húmedo con una cubierta de plástico transparente que absorba la radiación solar y aumente la temperatura en forma importante. Tanto para *Rosellinia sp.* como para *Armillaria sp.* los factores que juegan un papel en el éxito del tratamiento con fungicidas al suelo son tres: el número, el tamaño y la profundidad de los fragmentos de raíces colonizados por el hongo. En contraste a *Armillaria sp.*, es importante tratar toda la superficie donde el hongo está presente, de lo contrario la zona tratada es rápidamente recolonizada desde los márgenes por el micelio de *Rosellinia sp.* Benomilo y metiltiofanato han mostrado una alta efectividad cuando fueron usados en forma preventiva en plantas vecinas a las enfermas, evitando así su dispersión, (Gilchrist, 2011).

### ***Sclerotinia sclerotiorum* (marchitez)**

En los tejidos infectados, el hongo produce numerosos esclerocios, pequeños y redondeados de tamaño uniforme, que maduros presentan un

color café oscuro o negro, diferenciados unos de otros por un anillo melanizado exterior, un cortex intermedio y un área interior de hifas. Estos cuerpos negros son los que infectan nuevamente la plantación en la primavera siguiente y por lo tanto, todos los tallos atacados deben ser destruídos, (Stienstra y Pffegel, 1975).

**Síntomas.** El hongo *Sclerotinia sclerotiorum* se presenta como una pudrición blanda y acuosa de la corona y base de los tallos. Produce abundante micelio blanco que forma numerosos esclerocios, pero no produce esporas. Ataca los tejidos directamente a partir del micelio, el cual secreta ácido oxálico y enzimas pectinolíticas y celulolíticas que desintegran los tejidos, provocando marchitez y colapso de los tejidos aéreos, (Latorre, 2004; Agrios, 2005).

**Diseminación.** Por las labores de cultivo, en el agua de riego, por el viento que dispersa las ascosporas y por contacto entre tejidos sanos y enfermos.

**Sobrevivencia.** El hongo sobrevive por más de 5 años como esclerocios en el suelo, en numerosas especies cultivadas y malezas o junto a residuos de plantas enfermas.

**Condiciones de susceptibilidad.** Su ataque se favorece con ambientes húmedos y templados (20 °C), (Latorre, 2004).

### ***Sclerotium rolsfii* (pudrición blanca algodonosa)**

La especie *Sclerotium rolsfii*, ha sido descrita en peonías por Gleason et al. (2009) y por Arancibia (2009) en la VI Región de Chile.

**Síntomas.** Las plantas se presentan cloróticas y marchitas, las raíces o coronas con necrosis severa de tejido con evidente pudrición, tejido blando y las raíces laterales con avance de color oscuro, (Figura 6.17).

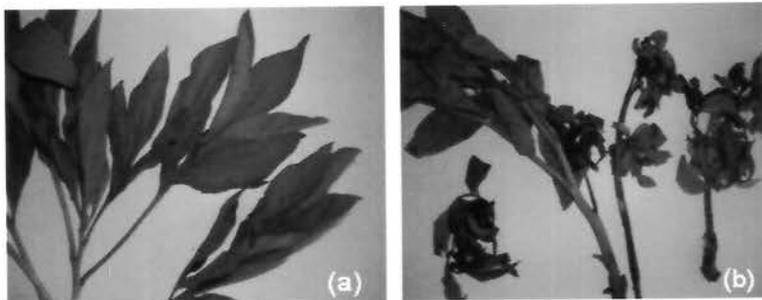


Figura 6.17. Síntomas de *Sclerotium rolsfii* en la parte aérea de las plantas de peonías, VI Región, (Arancibia, 2009).

**Diseminación.** Los esclerocios son diseminados por el riego, el drenaje superficial producido por la lluvia, traslado de coronas junto a maquinaria y utensilios de uso agrícola contaminados.

**Condiciones de susceptibilidad.** El ataque se favorece con alta humedad en el suelo y temperaturas relativamente altas, 26 a 30 °C, (Latorre, 2004).

### ***Verticilium albo-atrum* (verticilosis, marchitez)**

Para *Verticilium albo-atrum* el síntoma más importante es la marchitez en la parte superior de los tallos durante el período de floración, sin embargo, en su parte inferior, los tallos permanecen intactos. Se puede presentar una decoloración vascular en la parte baja de los tallos y las plantas infectadas pueden llegar a morir, (Stevens, 1995; Gleason et al., 2009). Las enfermedades causadas por especies de los Géneros *Fusarium* y *Verticillium* se denominan enfermedades vasculares, (Powell y Lindquist, 1994; Besoain, 2000).

### **Control químico de los hongos del suelo**

Para el control químico de las enfermedades causadas por hongos Oomicetes como *Pythium sp.* y *Phytophthora sp.* se debe utilizar fungicidas del grupo químico de las acilalaninas y sales fosfóricas, (Cuadro 6.2).

Cuadro 6.2. Fungicidas utilizados para el control de *Pythium sp.* y *Phytophthora sp.*

Grupo químico	Ingrediente activo	Producto comercial
sal ácido fosfórico	fosetil-aluminio	Aliette
acilalanina	metalaxil	Ridomil Gold

Ambos fungicidas tienen la ventaja de poder ser aplicados en el riego por goteo y se caracterizan por su especificidad para controlar a los hongos Oomicetes. Estos fungicidas son sistémicos y de contacto y actúan como preventivos y curativos. El fosetil-aluminio presenta una clara sistematicidad basipétala y es absorbido en 2 horas. El metalaxil tiene un efecto residual entre 70 y 90 días y presenta un amplio espectro de acción sobre distintos hongos del suelo. Este ingrediente activo se recomienda para el control químico de *Rhizoctonia sp.* (Basidiomicetes). Por otra parte, para el control químico de *Fusarium sp.* y *Sclerotinia sp.* se pueden usar fungicidas del grupo químico de los Benzimidazoles que por ser sistémicos presentan una acción preventiva y curativa. En el Cuadro 6.3, se muestran algunos ingredientes activos y productos comerciales de este grupo químico:

Cuadro 6.3. Fungicidas utilizados en el control de *Fusarium sp.* y *Sclerotinia sp.*

Grupo químico	Ingrediente activo	Producto comercial
benzimidazoles	benomilo	Benlate, Polyben, Benomil Benotrax, Forlate
	metiltiofanato	Cercobin, Fungo, Topsin M, Trevin
	carbendazima	Bavistin, Benlate, Derosal

## Control químico y biológico

### Relación entre la clasificación taxonómica de los hongos y el control químico

Muchas veces el control químico de los hongos fitoparásitos que atacan las peonías está referido a su clasificación taxonómica, ya que cada phylum, familia o grupo, presenta características específicas que hacen posible la acción de los fungicidas.

#### Reino Hongos (Fungi)

Producen un cuerpo o micelio filamentosos, esporangios que contienen numerosas esporangiosporas y conidióforos con conidias (estructuras asexuales). Presencia de estructuras fruto de la reproducción sexual como zigosporas, ascosporas y basidiosporas. Este reino reúne la gran mayoría de agentes fitopatógenos, parásitos de insectos y micorrizas que se caracterizan por presentar paredes celulares con glucanos y quitina, sin cloroplastos, (Ciampi, Radic y Alvarez, 2007). Se presentan especies en que un individuo producto de reproducción asexual (anamorfo), pasa a ser un individuo diferente cuando se reproduce sexualmente (teleomorfo) o viceversa, presentándose como especies pertenecientes a grupos taxonómicos diferentes.

#### Ascomicetes y deuteromicetes

Presentan cuerpos fructíferos como clesitotecios, peritecios y apotecios (estructuras sexuales), donde se desarrollan los ascos o células en forma de saco, que a su vez, originan ocho ascosporas como producto de la meiosis o reproducción sexual (discomicetes, teleomorfo o ascomicetes con apotecios). También presentan numerosas formas con reproducción asexual o mitospórica (deuteromicetes, hongos imperfectos o anamorfos), responsables de los ciclos repetitivos a partir de conidias, (Ciampi, Radic y Alvarez, 2007).

### **Ascomicetes con apotecios (estructura sexual)**

*Sclerotinia spp.* (marchitez), anamorfo en Género *Myriconium*

*Sclerotium spp.* (pudrición blanca)

### **Deuteromicetes (hongos imperfectos)**

*Fusarium spp.* (fusariosis, pudrición seca, marchitez vascular), teleomorfos en los Géneros *Gibberella* y *Neonectria*,

*Verticillium spp.* (verticilosis)

*Mycocentrospora spp.* (mancha roja, cercosporiosis o viruela), teleomorfo en *Mycosphaerella*.

*Alternaria spp.* (tizón temprano), posee teleomorfo en el Género *Lewia*,

*Stemphylium spp.* (viruela de la alfalfa). *Stemphilium botryosum* posee como teleomorfo *Pleospora tarda*,

*Cladosporium spp.* (sarna),

*Botrytis spp.* (moho gris, tizón), teleomorfo *Botryotina fuckeliana*.

### **Basidiomicetes**

Producen basidiosporas (estructuras sexuales), basidiocarpos o basidiomas comestibles, venenosos o alucinógenos. Una basidiospora es una célula propagativa que se dispersa por corrientes a aire o gravedad. Muchos son ectomicorizas. En este grupo se incluye a los causantes de rizoctoniasis y plateado.

*Rhizoctonia solani* (rizoconiasis), teleomorfo *Thanatephorus cucumeris*

### **Reino Chromista**

Son hongos uni o multicelulares, filamentosos o coloniales algunos fototróficos. Incluyen algas cafés, diatomeas y los oomicetes, que son los importantes en el caso de las peonías.

### **Oomicetes**

Hongos de distribución cosmopolita típicos de ambientes acuáticos. Su fase infectiva está muy vinculada a ambientes húmedos y templados fríos. Los pocos géneros descritos como fitopatógenos causan severos problemas:

*Phytophthora infestans* (tizón tardío de la papa)

*Pythium spp.* (caída de almácigos o dumping-off)

## **Fungicidas: Principales grupos químicos e ingredientes activos**

Como fungicidas se conocen aquellos productos químicos utilizados en la prevención y el control de las diferentes enfermedades causadas por hongos. Cada especie patógena debe ser reconocida y en base a este reconocimiento se debe utilizar el producto adecuado. Cada fungicida presenta un ingrediente activo, que es la molécula que provoca la muerte del patógeno, pero al mismo tiempo cada ingrediente activo se agrupa dentro de un grupo químico, al que pertenece, (Latorre, 2004).

En el momento de elaborar el calendario de aplicaciones, para evitar la resistencia de los patógenos a los productos, se debe tener muy en cuenta que además de no aplicar el mismo ingredientes activo, tampoco se debe aplicar en forma consecutiva productos que pertenecen al mismo grupo químico.

### **Benzimidazoles**

**Modo de acción.** Forman un complejo carbendazima-tubulina, proteína estructural de los microtúbulos que forman las fibras del huso mitótico y de esta forma bloquean la mitosis. Debido a la especificidad del sitio de acción, estos fungicidas se consideran sitio-específicos, (Besoain, 1989).

**Sistemacidad.** Los fungicidas benzimidazólicos atraviesan la cutícula desplazándose por los espacios que existen entre las paredes celulares, movida por la corriente transpiratoria, fundamentalmente, a través de las vías del apoplasto. Cuando el fungicida llega a una hoja, se desplaza acropétala y basipétalmente, existiendo una estrecha relación entre la absorción y la tasa de transpiración, (Besoain, 1989).

**Espectro de acción.** Poseen actividad antimicótica sobre un amplio rango de hongos, como Ascomicetes, Deuteromicetes (hongos imperfectos) y sobre algunos Basidiomicetes, así por ejemplo el benomilo es activo contra especies de los géneros: Botrytis, Fusarium, Verticillium, Mycoцентrospora y Cladosporium, entre otros y además es altamente efectivo contra especies del género Rhizoctonia. Los benzimidazoles no poseen acción fungicida sobre hongos Oomicetes ni sobre la mayoría de los Basidiomicetes, (Agris, 2005). Tampoco actúan sobre algunas especies de conidias oscuras pertenecientes a los Deuteromicetes como *Alternaria spp.*

**Residualidad.** Las aspersiones foliares, presentan un movimiento translaminar prolongando en algunos casos, la frecuencia de aplicación desde 10 a 14 días hasta 21 a 28 días.

**Desarrollo de resistencia.** Presentan un rápido desarrollo de poblaciones fungosas resistentes, las cuales presentan resistencia cruzada a los fungicidas del mismo grupo.

**Ingredientes activos y productos comerciales.**

- benomilo: Benlate 50 PM, Polyben 50 PM, Benomil, Benotrax, Benex, Forlate.
- carbendazima: Bavistin, Benlate, Derosal
- metiltiofanato: Cercobin, Fungo, Topsin M, Trevin

**Dicarboximidas**

**Modo de acción.** Se postula que interfieren en actividades fundamentales del núcleo celular. Aparentemente inhibirían la síntesis de ADN. Los efectos morfológicos de su acción en los hongos se caracterizan por una alteración del micelio y con una dosis de 1.43 mg/l se consigue una total inhibición del talo germinativo, el cual se deforma, se ensancha y se rompe, (Latorre, 1989; Agrios, 2005).

**Sistemacidad.** Las dicarboximidas presentan un buen grado de absorción y una sistemacidad local, (Latorre, 1989).

**Espectro de acción.** Los fungicidas de este grupo presentan actividad contra algunos hongos Ascomycetes (*Sclerotinia sclerotiorum*) y Deuteromicetes (hongos imperfectos). Tradicionalmente, han sido utilizados para el control de *Botrytis cinerea* y muy secundariamente para el tratamiento de otras enfermedades como *Alternaria sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotium spp.* Son totalmente inefectivos contra enfermedades producidas por hongos Oomicetes y Basidiomicetes, (Agrios, 2005).

**Residualidad.** Presentan una residualidad moderada en relación a otros fungicidas, permaneciendo entre 7 y 10 días en condiciones de controlar los patógenos.

**Desarrollo resistencia.** Dado la similitud de los grupos químicos de las dicarboximidas, que tienen un mismo modo de acción afectando sitios metabólicos aparentemente muy específicos, dará lugar a una resistencia cruzada, (Latorre, 1989).

### **Ingredientes activos y productos comerciales.**

iprodone: Rovral, Chipco, Rukon, Verisan

vinclozolan: Ronilan

procymidone: Sumislex, Sumilex

### **Productos que inhiben la síntesis del ergosterol (IBE)**

**Modo de acción.** Los fungicidas IBE son productos que inhiben la biosíntesis de los esteroides en los hongos. Los esteroides son compuestos de naturaleza terpenoide que presenta una configuración tal que permite la estabilización de la estructura de las membranas celulares y su ausencia provoca la pérdida de la funcionalidad de dichas estructuras. La búsqueda de fungicidas IBE se orienta a encontrar productos con sitios de acción específicos en la biosíntesis del ergosterol de los hongos, sin que se vea afectado el metabolismo de las plantas hospederas, (Latorre, 1989).

**Sistemacidad.** La mayoría de los fungicidas IBE muestran sistemacidad, es absorbido por las hojas y se distribuye acropétalmente en los tejidos adyacentes.

**Efecto retroactivo.** El efecto retroactivo se define como la propiedad que presentan ciertos fungicidas para controlar una enfermedad algunas horas después de producida la infección. La mayoría presenta un efecto retroactivo de 72 a 96 horas, lo que corresponde a los productos de este tipo con más alto efecto. Los fungicidas IBE en general son débiles como preventivos y solo presentan 3 a 4 días de acción protectora. En estas circunstancias, se suma el efecto retroactivo al efecto protector, completando una cobertura entre 10 y 15 días.

**Espectro de acción.** Los fungicidas IBE presentan alta actividad biológica contra hongos Ascomycetes, Basidiomycetes y Hongos imperfectos. No tienen acción sobre los Oomicetes porque estos hongos no biosintetizan ergosterol.

**Desarrollo resistencia.** Bajo un uso continuo se ha señalado una adaptabilidad que no tiene base genética. Este problema puede corregirse aumentando la dosis.

**Grupos químicos.** De acuerdo a la composición química se diferencian seis grupos de fungicidas IBE: triazoles, imidazoles, pirimidinas, morfolinas, piperazinas y piridinas.

### **Ingredientes activos y productos comerciales.**

propiconazol: Tilt, Bumper, Orbit, Stereo, Spire

ebuconazol: Folicur

metconazol: Caramba

penconazol: Topas 100, Topas MZ

### **Acilalaninas y fosfonatos (fosetil-aluminio y ácido fosforoso)**

**Modo de acción.** Las acilalaninas y fosetil-aluminio, han permitido nuevas posibilidades para el control preventivo y post-infectivo de una serie de micosis causadas por hongos Oomicetes, como *Phytophthora spp.* y *Pythium spp.* Sin excepción, las especies del Género *Phytophthora* son organismos fitopatógenos y el Género *Pythium*, incluye saprófitos y fitopatógenos. El mecanismo de acción directo de los fosfonatos es el ácido fosforoso, producto de degradación del fosetil-aluminio y el modo de acción de las acilalaninas se relaciona con la biosíntesis de los ácidos desoxiribonucleicos, (Latorre, 1989).

**Sistemacidad.** La sistematicidad de estos compuestos varía considerablemente desde fosetil-aluminio, un fungicida que ha demostrado tener un excelente movilidad vascular basipétala y acropétala, al metalaxilo, que presenta una buena movilidad acropétala, (Latorre, 1989).

**Espectro de acción.** Los fosfonatos y las acilalaninas corresponden a un grupo de compuestos con valor fungicida relativamente específico para el control de los hongos Oomicetes. El metalaxil ha permitido el control de numerosas enfermedades producidas por especies del Género *Phytophthora* y por diferentes especies del Género *Pythium*. Latorre (1989), indica una alta capacidad antimicótica para estos productos, lo que trae consigo aplicaciones de dosis bajas.

**Residualidad.** El fosetil-aluminio se degrada rápidamente en el suelo (días), lo que se debe a su rápida descomposición en ácido fosforoso y  $\text{CO}_2$ .

### **Ingredientes activos y productos comerciales.**

fosetil-aluminio (fosfonato): Aliette, Defense, Mikal, Start, Valiant

ácido fosforoso (fosfonato): Foli-R-Fos, Phyto-Fos

metalaxil (fenilamida acilalanina): Metalaxil, Apron, Ridomil,  
Ridomil Gold.

## **Estrobilurinas**

**Modo de acción.** Son un grupo de compuestos químicos extraídos del hongo *Strobiluras terracellas*, cuyo modo de acción es bloquear la transferencia de electrones en el sitio de la oxidación del sitio  $Q_0$  en el complejo de citocromos, de esta forma impide la formación de ATP, interfiere en la respiración y por lo tanto, en la producción de energía de las células del hongo, (Latorre, 2004).

**Sistemacidad.** Son fungicidas sistémico-contacto y preventivos. Presentan un efecto translaminar vía xilema y una acción de amplio espectro.

**Espectro de acción.** Inhiben la formación de esporas y el desarrollo del tubo germinativo. El modo de penetración es episistémico a través de una afinidad con la capa cerosa de la cutícula lipídica, formando depósitos que permanecen fuertemente adheridos a la capa cerosa de la hoja, lo que asegura su residualidad. Es decir, estos productos siguen activos durante largos períodos de tiempo, (Agrios, 2005).

**Desarrollo de resistencia.** Las estrobilurinas son fungicidas sitio-específicos, lo que significa un alto riesgo de resistencia.

### **Ingredientes activos y productos comerciales.**

azoxystrobin: Priori, Abound, Heritage, Quadris

trifloxystrobin: Consist, Flint 50 WG, Twist, Stratego

pyraclostrobin+ boscalid: Bellis

kresoxim-metil: Stroby, Cygnus, Sovran

## **Ditiocarbamatos**

**Modo de acción.** Son derivados del ácido ditiocarbónico. Se considera que los ditiocarbamatos son tóxicos a los hongos porque son metabolizados como el radical  $-N=C=S$ . Este radical inactiva los grupos sulfhidrilos (-SH), en las enzimas de las células del patógeno, inhibiendo la producción y función de estos compuestos. Otros inhiben la actividad enzimática de los hongos formando un complejo metal-enzima involucrado en la síntesis de ATP, (Agrios, 2005).

**Sistemacidad.** Son fungicidas de amplio espectro que actúan por contacto con una residualidad curativa y preventiva.

**Ingredientes activos y productos comerciales:**

thiram: Pomarsol

ferbam: Ferbam, Fermocide, Liroferm, Trifungol

mancozeb Zoo: Dithane (contiene Zn y Mn), Dithane M-45, Mancozeb, Manzate 200

**Otros grupos químicos de importancia**

Existen otros grupos de compuestos químicos de diversas características que presentan una excelente actividad curativa y preventiva de ciertas enfermedades como botritis o de grupos de enfermedades, como el de las manchas foliares. El grupo de las anilopirimidinas se caracteriza por presentar una actividad sistémica y de contacto, curativa y preventiva. Los principales ingredientes activos y productos comerciales de este grupo son:

ciprodinil (anilopirimidina/sistémico/contacto) + fludioxonil (fenilpirrol/contacto): Switch 62.5 WG

pirimetanil (anilopirimidina/sistémico/contacto): Scala

En el grupo de las hidroxianilidas y carboximidas se encuentran los siguientes ingredientes activos y productos comerciales:

fenhexamid (hidroxianilida/contacto): Teldor, Elevate

boscalid (carboximida/sistémico): Cantus

Compuestos químicos que poseen un anillo aromático (benceno), han sido utilizados como fungicidas al inhibir la producción de compuestos que tienen grupos ( $-NH_2$ ) y ( $-SH$ ) de aminoácidos y enzimas. Sus ingredientes activos principales y productos comerciales son:

clorotalonil (cloronitrilo): Bravo 500, Pugil, Daconil, Hortyl

dicloram (clorofenil nitroanilina): Botran

Existe un gran número de productos de interés que no se han señalado y por otra parte, constantemente aparecen nuevos grupos químicos con nuevos ingredientes activos que pueden reemplazar a los aplicados en temporadas anteriores. Anualmente, se debe revisar el Manual Fitosanitario de la Afipa (Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G.).

## **Resistencia a los fungicidas**

### **Mecanismo**

La resistencia a los fungicidas se debe a cambios genéticos heredables que ocurren generalmente en uno o dos genes del cromosoma de los hongos, lo que se traduce en mecanismos bioquímicos de protección. En los hongos, se reconocen cinco mecanismos principales que confieren resistencia, (Alvarez, 1989):

- modificación de la sensibilidad
- pasos bioquímicos alternativos
- detoxificación
- reducción de la permeabilidad
- reducción de la conversión

La modificación de la sensibilidad consiste en una alteración del sitio sensitivo del hongo al fungicida. Por otra parte la causa de la resistencia al inhibidor de un proceso metabólico se debe a la utilización de un paso alternativo en el metabolismo. La detoxificación se refiere a la propiedad de los organismos para dejar sin efecto el efecto de un compuesto tóxico en el interior o exterior, lo que se traduciría en la resistencia de un hongo originalmente sensible. También, la resistencia puede deberse a una pérdida de permeabilidad de la membrana plasmática, lo que impediría que el compuesto tóxico penetre en la célula para alcanzar sus sitios de acción, (Alvarez, 1989).

### **Resistencia cruzada**

La resistencia cruzada corresponde a una mutación que afecta la sensibilidad a dos o más fungicidas debido a que estos poseen similitud de estructuras químicas o bien presentan un modo de acción similar. Dos fungicidas presentan resistencia cruzada si la mutación del mismo gen proporciona resistencia a ambos, (Alvarez, 1989).

### **Estrategias para prevenir o retardar la resistencia**

La aparición de la resistencia se puede evitar o retardar utilizando programas de control que prevengan la presión de selección al exponer por largos períodos a un hongo a la acción de un solo agente químico. Para evitar o retardar el desarrollo de la resistencia se pueden adoptar medidas como:

- aplicar la cantidad de fungicida necesaria para lograr el control adecuado,
- regular los intervalos de aplicación.
- restringir las aplicaciones a períodos críticos
- alternar o combinar fungicidas con diferentes mecanismos de acción.

### Control biológico

A nivel mundial se han elaborado una serie de productos de carácter biológico, los que emplean microorganismos biocontroladores como cepas de *Trichoderma* y bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*, que han resultado muy útiles para el control de patógenos.

En el Cuadro 6.4, se presentan los microorganismos y otros productos utilizados en el control de hongos fitopatógenos.

Cuadro 6.4. Microorganismos, productos naturales y otros productos utilizados en el control biológico de hongos fitopatógenos, (adaptado de Besoain, 2000 y Latorre, 2004).

Microorganismo/extracto activo	Nombre comercial	Patógenos que controla
<i>Bacillus subtilis</i> (GBO3)	Kodiak, Gus 2000	<i>Rizoctonia sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Alternaria sp.</i>
<i>Bacillus subtilis</i> (MBI 600)	Epic-Gus 376	<i>Rizoctonia sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Alternaria sp.</i>
<i>Candida oleophila</i> I-182	Aspire	<i>Botrytis sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>
<i>Gliocadium virens</i> G21	Soilgard, WRC-AP 1	<i>Pythium sp.</i> , <i>Rizoctonia sp.</i>
<i>Streptomyces griseovirides</i> K6	Mycostop	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Alternaria sp.</i> , <i>Botrytis sp.</i>
<i>Trichoderma harzianum</i> T-22	Rootshield, Biotrek	<i>Pythium sp.</i> , <i>Phytophthora sp.</i> , <i>Rizoctonia sp.</i> , <i>Botrytis sp.</i>
<i>Trichoderma harzianum</i> T-39	Trichodex	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (aplicado al suelo)
<i>Coniothyrium minitans</i> CON/M/91-08	Contansac	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Pythium sp.</i> , <i>Phytophthora sp.</i>
<i>Trichoderma hamatum</i> T382		Control patógenos radicales
<i>Trichoderma viride</i> ATCC 20476	Binab-T	
Extracto de semillas de pomelo	BC-1000	<i>Botrytis sp.</i>
Aceite de nuez moscada	Neem oil, Neemgard	fungicida, insecticida, acaricida
Quitosano	Biorend, Elexa	aumento de mecanismos de defensa (RSA)
Acibenzolar-S-metil	Actigard, Bion	aumento de mecanismos de defensa (RSA)
Peróxido de hidrógeno	Energy plus, Zerotol	fungicida, bactericida, alguicida

## Bacterias

Alrededor de 100 especies de bacterias pueden causar enfermedades a las plantas cultivadas. La mayoría de las bacterias fitopatógenas son saprófitos facultativos que presentan una forma de vara con un diámetro de 0.6 a 3.5  $\mu$ . Las bacterias son organismos unicelulares con una pared celular rígida y una membrana citoplasmática que rodea el citoplasma donde se encuentra el núcleo y la información genética. Se reproducen por un proceso asexual denominado fusión, dividiendo el citoplasma en dos partes y sintetizando una nueva pared celular, el material nuclear se duplica a sí mismo y se distribuye en las dos nuevas células. Una bacteria se reproduce con extrema rapidez y su significancia como patógenos deriva principalmente del hecho que puede producir un gran número de individuos en muy corto tiempo. En las Regiones de la Araucanía y de los Ríos, Gilchrist (2011), ha identificado los siguientes géneros de bacterias:

- *Agrobacterium sp.*
- *Erwinia sp.*
- *Pseudomonas syringae*
- *Xanthomonas sp.*

### *Agrobacterium tumefaciens*

**Síntomas.** Su presencia se puede identificar visualmente por la presencia de agallas que son generalmente más grandes que las inducidas por nemátodos, donde la raíz o raicillas se ven envueltas por el tejido con división anormal inducido por la bacteria (Figura 6.18). Gleason et al., (2009), la cita como una enfermedad poco común en peonías y Gilchrist, (2011), indica que no reviste hasta ahora un problema de importancia en el país.

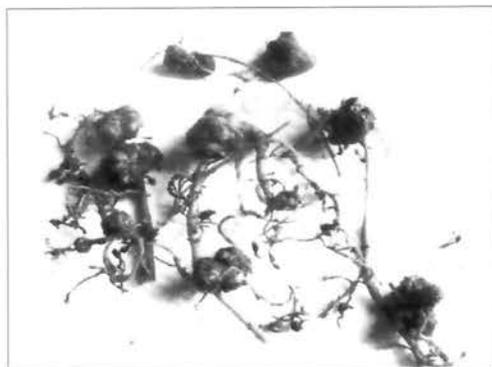


Figura 6.18. *Agrobacterium sp.* en raíces de peonías, (Glichrist, 2011).

***Erwinia sp.***

Hostachy y Savio (2001) y Gilchrist (2011), señalan a *Erwinia sp.* como una enfermedad de las peonías. La bacteria tiene un tamaño de 1.0 a 3.0  $\mu$  y es móvil, debido a que presenta muchos flagelos polares.

**Síntomas.** Presenta actividad proteolítica y las raíces se presentan con una pudrición blanda con mal olor, destrucción de raicillas y presencia de agallas. De acuerdo a Gilchrist (2011), *Erwinia sp.* puede ser confundida con *Botrytis paeoniae*, enfermedad que produce los mismos síntomas por lo que podría estar sub-valorada (Figura 6.19 a). Los síntomas, se observan en los brotes emergentes, los cuales se doblan y en su base presentan pudrición, (Figura 6.19 b). La única forma de confirmar el diagnóstico y diferenciarlos, es con un análisis de laboratorio, lo que es muy importante para las recomendaciones de control.

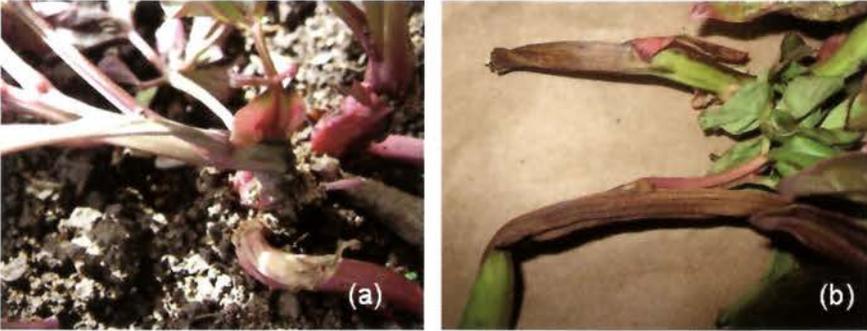


Figura 6.19. Caída de brotes, a: causada *Botrytis paeoniae*, b: causada por *Erwinia sp.*, (Gilchrist, 2011).

***Pseudomonas syringae***

La especie *Pseudomonas syringae* no está descrita en peonías en la literatura, sin embargo, presentó un alto potencial de destrucción bajo las condiciones de las Regiones de la Araucanía y de los Ríos, (Gilchrist, 2011).

**Síntomas.** Los primeros síntomas se visualizan como pequeñas manchas rojas que se agrandan rápidamente tomando una coloración café en el centro, los bordes pueden permanecer de color burdeos o morado dependiendo de la variedad. Los brotes pueden morir abruptamente tomando una coloración café y toma la misma apariencia que muestran cuando son atacados por *Botrytis sp.* Una vez que *Pseudomonas syringae* penetra, se distribuye por los vasos xilemáticos (vasos conductores de agua y sales minerales) que muestran un color café que termina por abarcar todos los tejidos marchitando la

planta. Los tallos se deforman al igual que las hojas y los botones se necrosan tomando la coloración café característica (Figura 6.20). Al observar los tejidos más dañados, se observa un aspecto brillante que corresponde a la exudación producida por la población bacteriana, que al secarse produce este efecto, (Gilchrist, 2011).



Figura 6.20. Presencia de *Pseudomonas syringae*, en peonías a: en hojas, b: deformación de hojas y tallos, c: vasos xilemáticos atacados, d: etapa final, (Gleason et al., 2009; Gilchrist, 2011).

**Sobrevivencia y diseminación.** La bacteria inverna en los residuos de plantas en el suelo en hojas secas enfermas y por otro lado, las áreas necróticas producidas por el ataque bacteriano, son invadidas por hongos y bacterias saprófitas que desintegran posteriormente los tejidos cayendo al suelo. Desde el suelo, las bacterias son transmitidas a las plantas sanas por corrientes de aire o por salpicaduras del agua de lluvia. También se pueden diseminar a través de un mal manejo de las plantas enfermas, por un control deficiente de malezas y por vectores como la mosquita blanca o los áfidos, (Chahín et al., 2010; Gilchrist, 2011).

**Susceptibilidad.** Para que ocurra la infección tiene que existir una alta humedad o un film de agua que permita el desarrollo de la enfermedad. La bacteria entra al interior de las hojas a través de los estomas, hidatodos o heridas y una vez dentro de la hoja se multiplican a una alta tasa y excretan una toxina que se expande radialmente desde el punto de infección formando un halo clorótico que consiste en una zona libre de bacterias rodeado de una zona que sí las contiene. En condiciones ambientales favorables (15 a

25 °C), las bacterias continúan diseminándose entre las células causando la ruptura, el colapso y la muerte de las células del parénquima de los tejidos de las hojas infectadas, (Latorre, 2004).

### *Xanthomonas sp.*

**Síntomas.** Para el caso de *Xanthomonas sp.*, el daño mayor se concentra en las hojas, las que muestran un secado rápido que avanza muy poco por los vasos conductores (Figura 6.21), a diferencia de *Pseudomonas syringae*. Presenta una fuerte actividad peptolítica que actúa destruyendo las membranas celulares. Gilchrist (2011), indica que *Xanthomonas sp.*, tendría un potencial de daño inferior a *Pseudomonas syringae*, pero que también pueden actuar en conjunto, (Figura 6.21).



Figura 6.21. a, b y c: Síntomas en hojas, botones y tallos causados por la presencia de *Xanthomona sp.*, (Gilchrist, 2011).

**Sobrevivencia y diseminación.** Heladas y lluvias con viento ayudan a la dispersión e ingreso de la bacteria a los tejidos, a través de las heridas y estomas. Las bacterias se ven favorecidas en su dispersión por el viento y la lluvia y si tenemos en consideración, que estas bacterias afectan a los frutales, se aconseja no ubicar el cultivo en dirección de los vientos predominantes que vengan desde este tipo de plantaciones, ya que así son transportadas a largas distancias y en grandes cantidades. Los insectos en sus patas y el personal con sus ropas de trabajo, son excelentes acarreadores y dispersores.

Se recomienda evitar que el personal ingrese a las plantaciones de peonías cuando haya abundante rocío en el follaje y que use las mismas ropas utilizadas en un trabajo previo en un cultivo de frutales.

**Susceptibilidad.** Clima húmedo, humedad relativa alta y temperaturas un poco mayores que las adecuadas para el desarrollo de *Pseudomonas syringae*.

### **Prevención y control**

Las enfermedades bacterianas son uno de los problemas fitopatológicos difíciles de manejar en un cultivo, por su alta tasa reproductiva y la baja cantidad de compuestos químicos que las controlan, los que se reducen a sales cúpricas (Gilchrist, 2011). Las bacterias se ven favorecidas en su dispersión por los vientos y lluvias a través de los cuales llegan a sus hospederos, si tenemos en consideración, que estas bacterias afectan a frutales, se aconseja no ubicar el cultivo en dirección de los vientos predominantes que vengan desde este tipo de plantaciones, ya que así son transportadas a largas distancias y a grandes cantidades. Los insectos en sus patas y el personal con sus ropas de trabajo que transita en el cultivo son excelentes acarreadores y dispersores. Los productores que van a establecer un cultivo por primera vez o ampliar su superficie de cultivo, deben evitar los lugares con exposición sur que son los más dañados por las heladas. Si bien es cierto que las peonías resisten las bajas temperaturas, cuando se trata de heladas tardías se produce un deterioro de los tejidos, lo que las bacterias usan como puerta de entrada.

Con objeto de prevenir un ataque de bacterias, se pueden utilizar cobertores para el cultivo evitando el daño causado por heladas y granizos. Para partir con una población lo más baja posible, antes de hacer cualquier aplicación es altamente recomendable eliminar los tejidos con síntomas sospechosos o dañados. Para esto, se deben utilizar herramientas que hagan cortes limpios para no desgarrar los tejidos y que deben irse desinfectando sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio al 2% ya que las bacterias son muy sensibles al cloro activo. La única precaución al respecto, es lavar las herramientas con abundante agua una vez que se dejan de usar y secarlas muy bien, ya que este compuesto es muy efectivo, pero corrosivo.

Las aplicaciones preventivas son recomendables de hacer en otoño, después de la poda, cuando se generan heridas y en primavera cuando se inicia la generación de nuevos brotes. Con este objetivo se recomienda la aplicación de sales que generen la forma cúprica ( $\text{Cu}^{++}$ ): hidróxido y oxiclورو de cobre. Se ha demostrado que aplicaciones invernales de sulfato cuprocálcico (Caldo

Bordelés), disminuyeron el daño causado por bacterias en viveros de cerezo, kiwi y arándano, donde la bacteria se mantiene en las yemas. Los compuestos cúpricos actúan sobre bacterias y hongos sin ninguna selectividad, traspasan su membrana celular e impiden los procesos respiratorios. El sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 27), tiene acción tanto fungicida como bactericida y es absorbido fácilmente en forma sistémica por toda la planta. Las aplicaciones se recomiendan cada vez que se han provocado heridas en la planta después de poda, desbotone y cosecha. Si durante el ciclo del cultivo ocurrieron eventos como granizo o heladas también es recomendable una aplicación. En otros cultivos se han establecido aplicaciones al suelo de Kocide, Fungicup, Oxocup, Cuprodul o Mastercop (equivalente a Phyton 27, pero de menor costo) y al follaje Streptoplus. (Gilchrist, 2011).

Las medidas preventivas se basan en la utilización de material genético sano y la eliminación de las plantas enfermas. También se deben descontaminar las herramientas y las manos después de haber trabajado con material infectado y por otra parte, se debe ajustar la fertilización y el riego, de forma que las plantas no sean demasiado suculentas, lo que conduce a facilitar la infección.

Aún cuando los productos químicos que han tenido más éxito han sido los productos que contienen cobre, también Zinab, Maneb y Mancozeb mezclados con sales cúpricas pueden ser una eficiente estrategia de control. Fundamentalmente, se recomienda aplicar un producto cúprico después de la poda (temprano en otoño) y luego cuando se inicia la brotación (temprano en primavera), de tal manera que las yemas sigan un camino libre de hongos y bacterias cuando emergen. Normalmente los productos cúpricos se comercializan como polvos, lo cual implica el riesgo de manchar los botones y las hojas al ser utilizados durante el desarrollo del cultivo o antes de la cosecha. Sin embargo, en la actualidad existen productos cúpricos de última generación formulados como líquidos, que pueden ser utilizados en cualquier etapa del ciclo del cultivo.

## Nemátodos

Las características más importantes de los nemátodos fitoparásitos están dadas por la presencia de un estilete para penetrar la zona radicular, una cutícula gruesa que le da resistencia a condiciones adversas y a los productos químicos y una habilidad muy particular para detectar sitios de alimentación en las raíces, (France, 2011).

Existen numerosas especies de nemátodos patógenos presentes en el cultivo de peonías, sin embargo, las especies que aparecen en forma relevante pertenecen a los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Paratylenchus*, en ese orden de importancia.

Park et al., 1998; Carrillo, 1999 y Gilchrist et al., 2010, France (2011), indican que estas especies de nemátodos son las que muestran mayor presencia en la Región de la Araucanía en el sur de Chile. Por su parte, Ruiz y Verdugo (2008), indica que los géneros de nemátodos que se encontraron asociados a las peonías en el sector de Quillota fueron en orden decreciente, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Mesocriconema* y *Meloidogyne*. En el Cuadro 6.5, se presentan los nemátodos encontrados por France (2011), en peonías de la IX Región.

Cuadro 6.5. Nemátodos presentes en peonías en la Región de la Araucanía, (France, 2011).

Nombre común	Especies	Tipo de daño
nemátodo agallador	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M.hapla</i>	agallas en raíces, muerte de raicillas, menor fotosíntesis
de las lesiones	<i>Pratylenchus penetrans</i> , <i>P.neglectus</i> , <i>P.vulnus</i> y <i>P.thornei</i>	lesiones radiculares, reducción de vigor
nemátodo alfiler	<i>Paratylenchus sp.</i>	disminución de pelos radicales
nemátodo espiral	<i>Helicotylenchus sp.</i>	menor crecimiento
nemátodo espiral	<i>Rotylenchus sp.</i>	menor crecimiento
nemátodo daga	<i>Xiphinema index</i> , <i>X.americanum</i>	transmisión de nepovirus
nemátodos anillados	<i>Criconemoides sp.</i>	detención del crecimiento radicular

La mayoría de los nemátodos fitoparásitos permanece gran parte de su vida en el suelo, alimentándose de las raíces y tallos subterráneos de las plantas y en general, se definen como organismos muy pequeños que parasitan las raíces de las plantas, presentan apariencia transparente y solo son observables con un microscopio, (Figura 6.22).

La infección por nemátodos radiculares resulta en una aparición de síntomas en las raíces y en la parte aérea. Los síntomas en las raíces muestran nódulos o agallas como en el caso de *Meloidogyne sp.* o lesiones, como en el caso de de *Pratylenchus sp.*, excesiva proliferación de raíces y ápices radiculares dañados y cuando las infecciones por nemátodos están acompañados de otros patógenos, como bacterias y hongos saprófitos, se producen pudriciones particularmente a fin de temporada. En las coronas atacadas, se producen pequeñas “hinchazones” sobre su superficie, las que pueden convertirse en prominentes y causar distorsión y rupturas, (Mangucelaya y Dagnino, 1999; González, 2007).

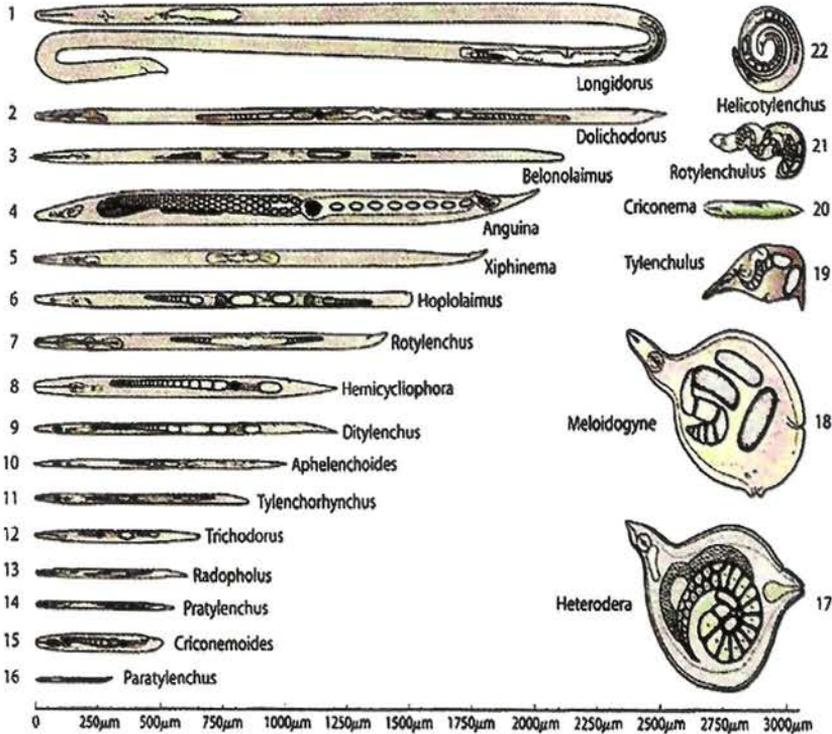


Figura 6.22. Morfología y tamaño relativo de las especies que componen los géneros de nemátodos fitoparásitos, (Agris, 2005).

En la Figura 6.23 a, se muestra el bajo crecimiento de un sector de una plantación, producto de la acción de nemátodos y la sintomatología observada en la parte aérea de las plantas corresponde a un crecimiento reducido con síntomas de deficiencias nutricionales y estrés hídrico, como clorosis del follaje, (Figura 6.23 b) excesivo marchitamiento en condiciones de clima seco y caluroso y una mala calidad de la producción.

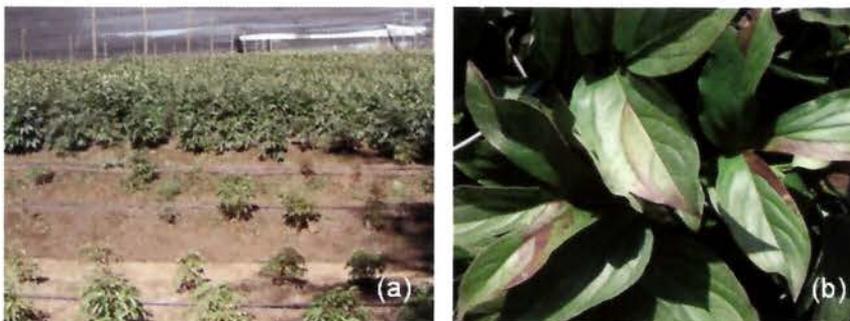


Figura 6.23. a: crecimiento reducido por presencia de nemátodos en una plantación de la IX Región, b: sintomatología observada en la parte aérea.

Los nemátodos entran en las raíces generalmente, en forma radial con un persistente movimiento de la cabeza que presenta un estilete de diferentes formas y tamaños dependiendo de la especie, (Figura 6.24), hasta ablandar y romper la pared celular. Posteriormente, se mueven hacia el cortex donde comen y se reproducen, pero no atacan la endodermis.

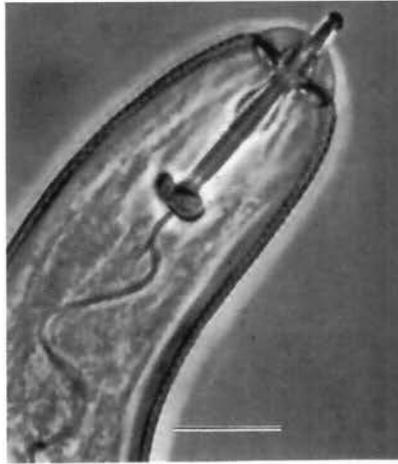


Figura 6.24. Cabeza de un nemátodo fitopatógeno y su estilete, (Agrios, 2005).

El daño causado por los nemátodos se debe a la secreción de saliva inyectada cuando pinchan la pared para extraer los contenidos celulares y a la disolución de los tejidos infectados con la ayuda de metabolitos tóxicos, causando la desintegración y muerte de las células. En general las plantas enfermas presentan un anormal crecimiento de las células, supresión de las divisiones celulares o una estimulación de la división celular que resulta en la formación de agallas o nódulos y de una gran cantidad de raíces laterales en los puntos de infección, (González, 2007).

También Gleason et al. (2009), han descrito para peonías la presencia de nemátodos foliares del género *Aphelenchoides*. Las especies *Aphelenchoides ritzemabosi* (nemátodo foliar del crisantemo) y *A. fragariae* (nemátodo enanizante de la frutilla), están ampliamente distribuidas y asociadas al cultivo de peonías tanto en Europa como en Estados Unidos. En las plantas enfermas, las yemas o puntos de crecimiento afectados no se desarrollan, se tornan café o producen plantas achaparradas con pequeñas hojas encarrujadas, también las hojas pueden presentar decoloraciones internervales, cloróticas, rojas o café, (Figura 6.25).



Figura 6.25. Hoja con síntomas de la presencia de nematodo foliar con decoloraciones cloróticas, rojas y café, (Gleason et al., 2009).

Con el objeto de controlar la enfermedad, las partes infectadas de la planta deben ser eliminadas. Además se puede lograr un excelente control con el uso de nematocidas aplicados al follaje.

Estas especies no han sido descritas para Chile, por lo que el SAG exige que cuando se interna material genético, las declaraciones adicionales del Certificado Fitosanitario deben incluir la certificación de la ausencia de los nemátodos foliares *Aphelenchoides ritzemabosi* y *A. fragarie*.

### ***Meloidogyne spp.* (nemátodo agallador)**

**Características generales.** Presenta una amplia distribución en todas las áreas agrícolas del mundo, poseen un amplio rango de plantas hospederas pertenecientes a diversas ubicaciones taxonómicas. Las especies de mayor importancia en cuanto a daño y distribución dentro de este género son *Meloidogyne hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, causantes del 95% del daño provocado por este género en los cultivos, (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

**Ciclo de vida.** El ciclo de vida del patógeno es de 7 a 8 semanas con un rango de temperatura entre 10 y 24 °C, (France, 2011). El primer estado juvenil muda dentro del huevo formando el segundo estado juvenil el cual es móvil y vermiforme lo que hace posible que penetren al huésped buscando un sitio su para alimentación estableciendo una compleja relación hospedero-parásito. El macho, después de vivir como parásito durante dos o tres semanas, sufre tres mudas que lo llevan a la forma nematoide típica, abandona las raíces y se mueve libremente por el suelo. Las hembras, por

otro lado, mudan también tres veces pero se quedan dentro de la planta y van desarrollándose lentamente hasta adquirir su característica forma de pera (Figura 6.26). Si las condiciones son favorables, la hembra ovipondrá a los veinte o treinta días después de entrar a la planta cerca de 300 huevos que permanecen unidos y protegidos por una sustancia gelatinosa que la hembra secreta a través de la vulva. Estos nemátodos perforan con sus estiletes paredes celulares y liberan sustancias tóxicas desde sus glándulas esofágicas que provocan hipertrofia e hiperplasia celular, dando origen a la formación de las llamadas células gigantes, que son las encargadas de alimentarlos. La temperatura es uno de los factores ambientales de mayor relevancia sobre la biología de *Meloidogyne spp.* y la temperatura óptima de embriogénesis es entre 25 y 30°C para las cuatro especies más importantes. Otro factor importante para su sobrevivencia, lo constituye la humedad. Si el suelo está saturado, el movimiento de los juveniles de segundo estado es lento y se inhibe la eclosión de los huevos debido a la carencia de oxígeno, pero si el suelo está demasiado seco se inhibe la emergencia y el movimiento juvenil es más difícil, (Magunacelaya y Dagnino, 1999, Agrios, 2005; González, 2007).



Figura 6.26. Nemátodo agallador *Meloidogyne sp.* a: nódulos en las raíces y raicillas, b y c: detalle de las agallas (Chahín et al., 2010; Gilchrist et al., 2010; France, 2011).

**Sintomatología.** Los síntomas característicos de la enfermedad aparecen en las partes subterráneas de las plantas y las raíces infectadas desarrollan las típicas agallas que son dos a varias veces mayores que el diámetro de una raíz absorbente sana y en las raíces tuberosas desarrollan hinchazones que se incrustan y terminan con su ruptura, (Figura 6.26). También se presenta una proliferación radicular en los ápices o en los bordes de heridas. (Magunacelaya y Dagnino, 1999; González, 2007; Chahín et al., 2010; Gilchrist et al., 2010; France, 2011). Los síntomas en la parte aérea son crecimiento reducido y pocas hojas, pequeñas, con manchas bronceadas asociadas al estrés hídrico y por lo mismo, son plantas que tienden a marchitarse en tiempo caluroso, aún estando regadas, (Figura 6.23). Park et al. (1998), en las condiciones del área de Eui-sung (Japón), encontraron que la población de nemátodos presentaba cuatro peaks en el año, que corresponderían, en meses del hemisferio sur a temprano en septiembre, mediados de diciembre, finales de enero y fines de febrero.

**Daño.** Cuando los huevos eclosionan, las formas juveniles se alimentan en el cortex, agrandando las lesiones y los tejidos necróticos que luego son invadidos por los hongos y bacterias, que producen pudriciones en los tejidos radiculares alrededor del punto de infección y la subsiguiente muerte de la parte distal de la raíz. Entonces, el reducido número de raíces funcionales determina una reducida absorción de agua y nutrientes. El estado infestivo corresponde al segundo estadio juvenil, el cual penetra y se establece en el tejido interno de raíces, cormos y tubérculos, (Agrios, 2005). Al alimentarse provocan la formación de agallas en las raíces y otros tejidos infestados de la mayoría de sus plantas hospederas, (Carrillo, 1999). Típicamente, *Meloidogyne spp.* causan más daño a los cultivos agrícolas que se desarrollan en suelos arenosos, que en los establecidos en suelos de textura más fina, (Park et al., 1994, Park et al., 1998; Magunacelaya y Dagnino, 1999).

**Nivel crítico.** El nivel crítico de infestación para *Meloidogyne sp.* detectado en Chile para frutales y viñas es sobre 20 ejemplares/250 g de suelo, (González, 2007).

### ***Pratylenchus spp.* (nemátodo de las lesiones)**

**Características generales.** Las especies de este género, se caracterizan por ser endoparásitos móviles, que al trasladarse por el interior del tejido radicular provocan heridas y lesiones. Su longitud varía entre 0.3 a 0.9 mm, son siempre vermiformes y presentan cabezas anchas y colas redondeadas,

de estilete corto pero muy poderoso con el que penetran al interior de la corteza y se alimentan del contenido celular a medida que migran por los tejidos radicales, (Agrios, 2005; González, 2007; France, 2011). Este género es altamente polífago, lo que complica su control mediante rotaciones de cultivo. Todos los estados son infestivos porque juveniles y adultos entran y salen libremente de las raíces. Ellos mismos desdoblan sustancias vegetales como la amígdalina transformándola en ácido cianhídrico (HCN) y de esta manera pueden causar daño en el hospedero sin necesidad de la acción de hongos o bacterias, (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

**Ciclo de vida.** En la mayoría de las especies de este género existe ausencia de machos y las hembras no revelan presencia de espermios ni de espermateca, lo que sugiere reproducción partenogenética. Su ciclo de vida es bastante corto, los huevos son depositados dentro de las raíces o en el suelo. Posee tres estados juveniles que presentan características morfológicas similares al adulto. Sale del huevo en el segundo estado juvenil el cual migra para alimentarse, de acuerdo al hospedero en que se encuentre. La temperatura del suelo es un factor importante para el desarrollo de esta especie, un ejemplo de esto es *P.brachyurus* y *P.zeae* que se desarrollan mucho más rápido a temperaturas de 28 a 35°C que a temperaturas entre 15 y 25°C, completando su ciclo de vida en 6 a 8 semanas a 23 °C., (González, 2007; France, 2011).

**Sintomatología.** Reducen o inhiben el desarrollo radicular formando lesiones locales en las raíces jóvenes que luego se pudren por la acción secundaria de hongos y bacterias. Las plantas infectadas aparecen sin crecimiento y cloróticas como si fueran deficiencias minerales o déficit hídrico. Las lesiones aparecen primero en las raíces jóvenes, pero se pueden extender a todo el sistema radicular incluyendo las raíces tuberosas, que pueden estar cubiertas de lesiones oscuras. Las lesiones se alargan en el eje central, pero también pueden expandirse lateralmente hasta rodear la raíz entera, que finalmente muere. Normalmente, las plantas afectadas se encuentran en áreas definidas de la plantación con sectores de plantas claramente de menor crecimiento. A medida que la estación progresa, las plantas se ven más achaparradas y el follaje se marchita durante los días calurosos del verano, adquiriendo un color pardo-amarillento frente al déficit hídrico provocado por las lesiones radiculares que impiden la absorción, (Figura 6.27 a, b y c).

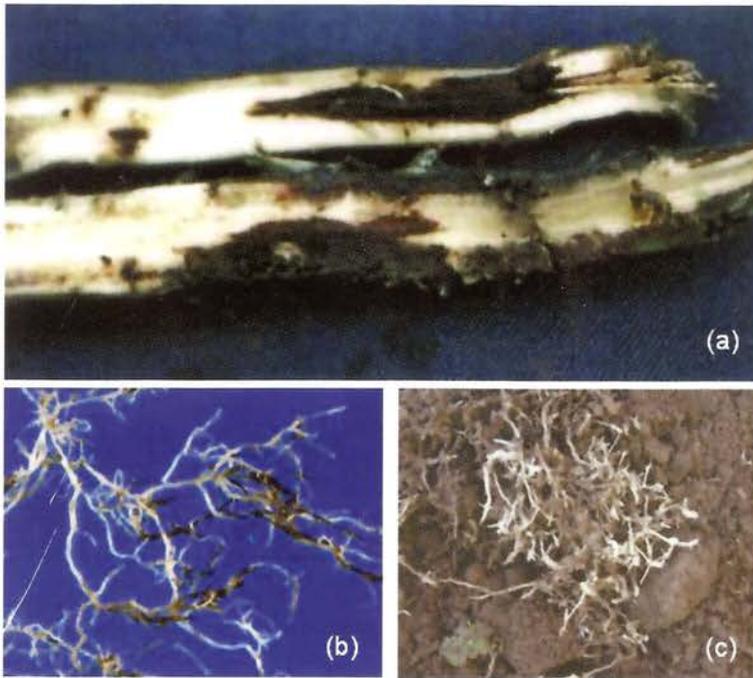


Figura 6.27. Lesiones provocadas por *Pratylenchus* sp., a: en raíces tuberosas, b y c: en raicillas, (France, 2011).

**Daño.** En raíces y tallos de peonías se manifiestan pequeñas lesiones necróticas, las que a veces se unen formando lesiones más grandes. El principal daño ocurre cuando, a través de las lesiones ingresan otros organismos del suelo principalmente hongos, que pueden provocar severas pudriciones en las raíces, bulbos y cormos, (Carrillo, 1999). Con ataques severos de *Pratylenchus spp.* se facilita la entrada y establecimiento de los hongos de los géneros *Pythium*, *Verticillium* y *Rhizoctonia*, (González, 2007). El síntoma visible es el oscurecimiento de raíces y reducción o ausencia de raicillas, (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

**Nivel crítico.** El nivel crítico de infestación, determinado en Chile para frutales y viñas, es de 200 ejemplares/250 g de suelo, (González, 2007).

### ***Paratylenchus spp.* (nematodo alfiler)**

France (2011), señala al Género *Paratylenchus* en tercer lugar de importancia, sin embargo, Ruiz y Verdugo (2008), lo indican en primer lugar para el cultivo de peonías en la zona de Quillota.



Figura 6.28. Presencia de *Paratylenchus* sp. en raicillas de peonías de la X Región, (France, 2011).

**Características generales.** Por lo general, son nemátodos ectoparásitos sedentarios que afectan a una gran diversidad de frutales y vides, describiéndose en el país alrededor de 12 especies, (González, 2007). En la mayor parte de los casos, se determinan en el suelo machos, hembras y juveniles que se alimentan desde el exterior, ya sea de los pelos radicales o de las células de la epidermis, aunque algunas veces penetran al interior de las raíces.

**Ciclo de vida.** Los únicos estadios que se alimentan son las hembras adultas y juveniles del segundo y el tercero, en cambio el cuarto estadio es persistente y no se alimenta, pudiendo sobrevivir de esta manera hasta cuatro años. La muda en el cuarto estadio es estimulada por exudados radiculares de determinadas plantas y por la temperatura.

**Daño.** En las plantas afectadas, se observan lesiones y necrosis en raíces y raicillas.

**Nivel crítico.** Las prospecciones nematológicas realizadas en una gran cantidad de frutales y vides, han permitido determinar que bajo las condiciones de nuestro país, el nivel crítico de la población del Género *Paratylenchus* es 200 ejemplares/250 g de suelo, (France, 2011).

## Control integrado

Gilchrist et al. (2010), señalan que la prevención parte con la elección de un proveedor de material reproductivo que sea confiable. La norma sanitaria de internación establecida por el SAG, exige que las coronas vengan libres de tierra y traigan un tratamiento con agua caliente. Independiente de la norma, es recomendable incluir un nematicida en el baño de desinfección de las coronas antes de la plantación como medida preventiva. Por otra parte, se debe establecer el cultivo en un suelo libre de nemátodos, para esto se requiere efectuar un análisis del sitio de la plantación en un laboratorio reconocido y consultar con un profesional especializado. Se debe recordar que una vez establecidos, los nemátodos no se pueden erradicar.

Aunque altas dosis de nematicidas no volátiles producen la muerte de los nemátodos, por razones económicas y para proteger los nemátodos no patógenos y el medio ambiente, es conveniente utilizar dosis relativamente bajas o bien productos como Ditera de origen natural, que aunque no causan muerte directa afectan drásticamente su comportamiento, alterando de esta manera su capacidad infectiva. Así, si se aplica una concentración nematicida baja, en forma relativamente permanente, se ha demostrado que se logra un desarrollo normal de las raíces. Dosis mayores, no generan incrementos en la producción, aunque la reducción de la población sea mayor, (Latorre, 2004).

Entonces, la estrategia en el control de los nemátodos debe ser mantener una población relativamente baja sin que sea necesario utilizar altas dosis o nematicidas muy efectivos, pero altamente tóxicos y contaminantes por su alto nivel de persistencia en el suelo.

Otros métodos de control son, el baño de las coronas con nematicidas, el uso de plantas tóxicas en la preparación del suelo, la solarización y la termoterapia en plantas que pudieran estar infectadas. Todos estos métodos deben ser ejecutados antes del establecimiento de la plantación.

### Control químico: Nematicidas

Los nematicidas son compuestos químicos que poseen una actividad biocida de amplio espectro que incluye normalmente a insectos y ácaros. En general, estos compuestos provocan una disminución de la densidad poblacional y una reducción de la infectividad de los nemátodos, (Philippi, 1989; Agrios, 2005).

Actualmente, solo se utilizan compuestos no fumigantes o no volátiles, que son productos que se distribuyen en el suelo por simple acción

mecánica o por efecto de la percolación del agua. Su eficiencia está dada en gran parte por la distribución que se logra en relación a los nemátodos y las raíces presentes en el perfil del suelo. Los nematicidas pertenecen a los grupos químicos de los carbamatos y organofosforados o son de origen biológico u orgánico, (González, 2007).

Los ingredientes químicos, modo de acción y productos comerciales de los carbamatos se presentan en el Cuadro 6.6.

Cuadro 6.6. Ingredientes activos, modo de acción y productos comerciales de los nematicidas del grupo químico de los carbamatos.

Ingrediente activo	Modo de acción	Productos comerciales
aldicarb	contacto y sistémico	Temik 15%G
oxamil	contacto y sistémico	Vydate L
carbofurano	contacto y sistémico	Furadan 10%G, Furadan 4F, Carbofuran 10%G, Carbodan, Curaterr

El aldicarb (Temik 15%G), debe mezclarse con un material inerte orgánico para reducir el peligro de su toxicidad a la plantación. El ingrediente activo es liberado de los gránulos, absorbido por las raíces y trasladado acropétalmente en las plantas. También actúa por contacto con los nemátodos que se encuentran en el suelo. El efecto residual es superior a las 6 semanas. El oxamil (Vydate), es un nematicida sistémico y de contacto que puede ser aplicado al suelo y al follaje en su formulación líquida. Es un producto altamente soluble en agua, lo cual le permite lograr una distribución óptima en el suelo suficientemente húmedo. Este compuesto es menos persistente en el suelo que el aldicarb y se degrada rápidamente a subproductos inocuos. El carbofurano (Furadan 10%G), es un insecticida, acaricida y nematicida de amplio espectro, sumamente tóxico y cuya persistencia es de 96 horas.

El fenamiphos, es un nematicida sistémico que se puede aplicar en la plantación o en cultivos ya establecidos mostrando un efecto residual de varios meses. En aplicaciones a cultivos en hilera se debe distribuir en toda la superficie. El ingrediente activo ethoprophos corresponde a un nematicida de contacto que se puede aplicar en pre-plantación o en cultivos establecidos en forma generalizada a toda la superficie del suelo. En aplicaciones por hilera, las dosis se deben reducir proporcionalmente.

En el Cuadro 6.7 se presentan los nematicidas pertenecientes al grupo químico de los organofosforados.

Cuadro 6.7. Ingredientes activos, modo de acción y productos comerciales de los nematocidas del grupo químico de los organofosforados.

ingrediente activo	Modo de acción	Productos comerciales
fenamiphos	sistémico	Nemacur 240%CS
ethoprop	contacto	Mocap 6%EC, Mocap 10%G
cadusafos	contacto	Rugby 200%CS, Rugby 10%G

### Efectividad de los nematocidas

Los factores que determinan la efectividad de los nematocidas son los siguientes:

- degradación en el suelo
- movimiento y dispersión
- solubilidad
- temperatura y humedad
- dosis efectiva
- movimiento en las plantas
- desarrollo de resistencia

Los productos organofosforados se degradan en el suelo y en la planta por hidrólisis, originando derivados esencialmente inocuos para los microorganismos del suelo y la actividad biológica. Cuando más lenta sea la degradación, por más tiempo permanecerá en el suelo el ingrediente activo del nematocida. La estructura del compuesto y la temperatura del suelo son factores determinantes en la tasa de degradación. La vida media del oxamil fluctúa entre 6 a 21 días a 15 °C y la del aldicarb es de 150 días. Ethopophos, y fenamiphos son también medianamente persistentes en el suelo, teniendo una vida media de 8 días a 2 meses bajo condiciones de verano, (Philippi, 1989).

El movimiento de los compuestos no volátiles se encuentra en función de diversos factores, entre los cuales los más relevantes, son la tasa de degradación del producto, el contenido de materia orgánica y el tipo de suelo y su efectividad está dada en gran medida por su grado de adsorción en la materia orgánica del suelo. Los nematocidas organofosforados, tanto el fenamiphos como el ethoprophos, son fijados por la materia orgánica, en comparación a los carbamatos que se fijan en menor grado.

En cultivos en hileras, como las peonías, el método de aplicación más recomendable es su inclusión en el agua del riego por goteo ya que la mayoría de los nematicidas comerciales son muy solubles, (Cuadro 6.8).

Cuadro 6.8. Solubilidad de los nematicidas no fumigantes o no volátiles mas utilizados, (González, 2007).

Producto comercial	Ingredientes activo	Solubilidad (ppm)
Carbodan, Furadan	carbofurano	250 a 700
Nemacur	fenamiphos	700
Mocap	ethiophos	750
Temik	aldicarb	6.000

A su vez, la temperatura y la humedad están relacionadas con la tasa de degradación de los productos por los microorganismos del suelo. El movimiento en las plantas también es un factor que debe ser considerado en las aplicaciones foliares. La mayoría de los nematicidas no volátiles presentan una translocación basipétala con excepción del ethiophos que no es sistémico. Se ha determinado que aplicaciones foliares de oxamil previenen la invasión de nemátodos, pero no originan un adecuado control de los parásitos que se encuentran previamente al interior de las plantas a pesar que oxamil y fenamiphos se movilizan al sistema radical que no ha sido expuesto al producto, (Latorre, 2004, Agrios, 2005).

Otro factor que debe ser considerado es la posible resistencia de los nemátodos a los productos químicos, que se puede desarrollar si se fuerza el sistema utilizando repetidamente el mismo producto en altas dosis. El caso particular del uso de nematicidas en el sistema de riego por goteo podría evitar la resistencia, ya que esta situación ejerce una fuerte presión de selección de la población de nemátodos en la zona de la rizósfera, (Philippi, 1989, Latorre, 2004).

Se ha determinado que a muy bajas concentraciones la inhibición de distintos aspectos del comportamiento, como eclosión, emergencia y defecación, por ejemplo, no causan una muerte inmediata, pero reducen significativamente la tasa de desarrollo y reproducción de los nemátodos, (Philippi, 1989).

### **Modo de acción y métodos de aplicación**

Los compuestos organofosforados y carbamatos actúan en forma indirecta alterando la actividad neuromuscular y sensorial por medio de una

acción sobre la función normal del sistema nervioso a través del bloqueo de la enzima acetilcolinesterasa.

Previo a la aplicación es indispensable realizar un análisis nematológico del suelo con el objeto de estimar el grado de infestación existente junto con conocer los géneros y especies que están interactuando.

El tratamiento debe realizarse al inicio de la actividad radical repitiéndolo en caso de necesidad (primavera y/o post cosecha), la metodología es la siguiente: regar por goteo durante media hora para estabilizar las presiones en la salida de los goteros, luego poner en el estanque fertilizador del sistema de riego, el producto suficiente para la superficie del sector a regar, dejar salir la solución nematicida durante media hora y posteriormente continuar con el riego normal. Las soluciones nematicidas propuestas son Namacur SC 7 a 12 l/ha, Ditera SC 10 a 20 kg/ha, Furadan 6 a 8 l/ha, Mocap Gel 10 a 12 l/ha, (AFIPA, 2009/2010).

De Kartzow y Quijada (2009), en ensayos realizados para erradicar nemátodos de las plantas de vivero, indican que el mejor resultado, el que significó raíces limpias de agallas y una nula acción sobre el desarrollo de las plantas, fue obtenido al sumergir las coronas por 8 horas en una solución de 150 ml de Namacur 240% CS por 100 litros de agua. Sin embargo, para tratar el suelo, estos autores utilizaron Mocap 6%EC en una dosis de 10 l/ha.

### **Control biológico**

Dentro del control integrado, es muy importante el uso de materia orgánica a la forma de compost, el cual aporta organismos que controlan nemátodos como hongos, bacterias, virus, ácaros, colémbolos y nemátodos predadores, (France, 2011).

Dentro de los nemátodos predadores, el Género *Mononchus* es un gran controlador de nemátodos fitoparásitos. En la Figura 6.29, se puede observar la “mandíbula” armada de dientes puntiagudos y también un *Mononchus sp.* devorando un nemátodo parásito, (González, 2007). Otro organismo predador de nemátodos fitoparásitos es *Arthrobotrys sp.*, uno de los géneros más importantes, en número, dentro de un compost bien hecho, por lo que se ha aislado y se ofrece en el comercio como Royal 350, (González, 2007; France, 2011).

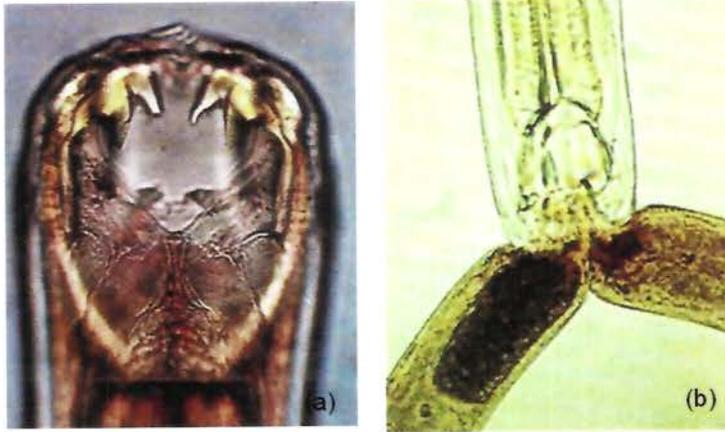


Figura 6.29. a: parte anterior del Género *Mononchus* armada de uno o más dientes puntiagudos para destruir su presa, b: *Mononchus* sp. devorando y engullendo un nematodo parásito, (González, 2007).

Un ingrediente básico o activo de origen biológico es el hongo *Myrothecium verrucaria*, que se vende en dos formulaciones con el nombre de Ditera SG y Ditera WG, este producto se puede aplicar al inicio del crecimiento de las raíces nuevas, al final del riego y no regar los siguientes dos días como mínimo. Otro producto de origen biológico señalado por Latorre (2004) y González (2007), es la saponina cuyo nombre comercial es AQ-1000. También es interesante la combinación de estos productos con un activador de la resistencia de las plantas (RSA), como por ejemplo Biorend o Bioriego, formulados en base a quitosano, (France, 2011).

Finalmente, se debe indicar que junto con la incorporación de compost o enmiendas orgánicas al suelo sin un debido compostaje, se están incorporando también esclerocios o estructuras de resistencia de los Géneros *Botrytis*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*, como fuentes de infección, (Besoain 2000).

### Termoterapia

Esta metodología de control de nemátodos fitoparásitos se basa en que las temperaturas cercanas a 50 °C se inactivan sus sistemas metabólicos. En la Figura 6.30, se presentan las etapas por las que deben pasar las coronas antes de su plantación:

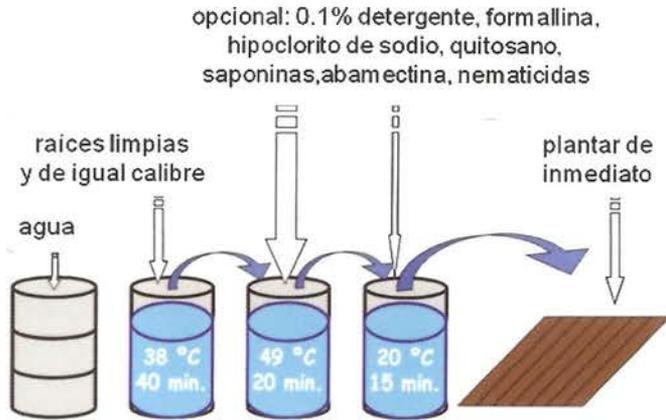


Figura 6.30. Etapas por las que deben pasar las coronas sometidas a termoterapia, (France, 2011).

La termoterapia es un tratamiento riesgoso si no hay un excelente control de la temperatura, ya que se pueden matar células y tejidos de la planta y desactivar enzimas vegetales, (France, 2011).

### Solarizado

Este método no convencional, consiste en la captura de la radiación solar para aumentar la temperatura del suelo y causar cambios químicos, físicos y biológicos, (Figura 6.31).

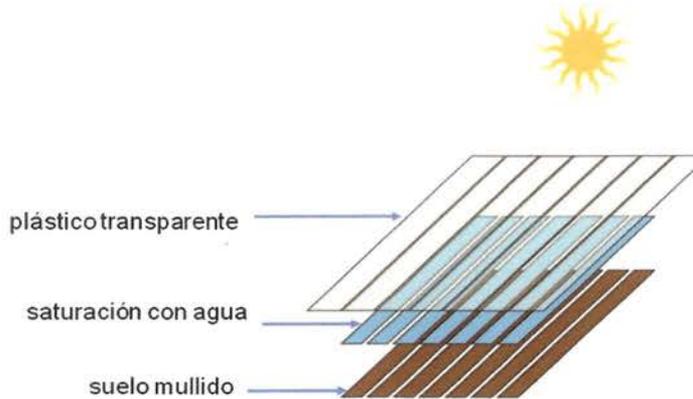


Figura 6.31. Solarizado, (France, 2011).

El solarizado consiste en la desinfección del suelo hasta una profundidad variable de 30 a 40 cm por medio de la energía solar como

fuente de calor para aumentar sustancialmente la temperatura del suelo, cubierto con polietileno transparente en la época de mayor radiación solar (verano), por un período de 4 a 6 semanas. Si la solarización se realiza durante estaciones frías o en climas donde la temperatura de verano no pasa de 20 °C por ese período de tiempo como en Magallanes, el crecimiento de las malezas se incrementa. El suelo debe estar suelto, nivelado, bien mullido, sin terrones y a capacidad de campo, para asegurar una buena conducción del calor, (González, 2011).

### Plantas tóxicas

En los últimos años, ha existido gran interés por aquellas plantas cuyas raíces o follaje, contienen sustancias tóxicas que actúan como nematicidas, (González, 2007; Ruiz y Verdugo, 2008). Entre estas plantas pueden citarse aquellas que en sus raíces contienen compuestos activos, como mostaza (*Brassica nigra*) que contiene isocianatos, clavelón (*Tagetes erecta* y *T.patula*) que contiene terthienil, espárrago (*Asparagus officinalis*) que contiene un glicósido, manzanilla (*Helenium sp.*) que contiene benzofuran, pasto llorón (*Eragrostis curvula*) cuyas raíces contienen catecol, que reduce especialmente las poblaciones de *Meloidogyne sp.* y la frambuesa roja que contiene taninos y polifenoles.



Figura 6.32. Cultivo de clavelón (*Tagetes erecta*), para el control de nemátodos fitoparásitos, (González, 2007).

Con el objeto de proponer un control de los nemátodos en el cultivo de peonías para flor de corte, más amigable con el medio ambiente, Ruiz y Verdugo (2008), cultivaron clavelón (*Tagetes erecta*) entre las hileras de

peonías establecidas en un sector afectado por nemátodos y compararon el efecto con un tratamiento químico en base a carbofurano y a un testigo sin tratar. Los resultados indican que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la población de nemátodos, sin embargo, en el tratamiento con clavelón asociado a peonías se observó una tendencia a mejorar algunas variables de calidad en las flores cortadas, como diámetro del botón floral.

Sin embargo, lo que da un mejor resultado, es realizar una siembra de la especie tóxica, por lo general en otoño, para posteriormente incorporar estas plantas al suelo en primavera, (González, 2007).

## Virus

Los virus, llamados también nucleoproteínas, son fragmentos limitados de un ácido nucleico (ADN o ARN), encerrados dentro de una cubierta proteica llamada cápsula o cápside, carecen por completo de organelos celulares y por tal razón no pueden elaborar sus propias proteínas. Para su perpetuación en el tiempo necesitan invadir o parasitar las células, por lo que se les define como parásitos intracelulares obligados. Es decir son organismos submicroscópicos que no pueden cultivarse en medios artificiales y por lo tanto, solo pueden vivir en presencia del organismo al cual están afectando. La mayoría de los virus vegetales tienen ARN y un grupo reducido presenta ADN. Los virus no se desarrollan a través de estructuras especializadas de propagación como esporas por ejemplo, sino que se multiplican utilizando el mecanismo de reproducción de las células. Los virus causan enfermedades, no por consumir las células o matarlas con toxinas, sino por utilizar las sustancias celulares durante su multiplicación, tomando un espacio en la célula y disturbando los procesos metabólicos, (Latorre, 2004; Sepúlveda, 2011).

### Síntomas generales y diseminación

El tipo más común de síntomas en las plantas producido por infecciones sistémicas de virus son los mosaicos, moteados, anillos cloróticos y deformaciones en las hojas (Besoain, 2000; Hostachy y Savio, 2001; Sepúlveda, Rosales y Mora, 2011) y los mosaicos, a su vez, se caracterizan por áreas verde-pálido, amarillas o blancas entremezcladas con áreas de colores normales, tal como se muestra en la Figura 6.33.



Figura 6.33. a, b, c y d: Síntomas de virus detectados en las peonías de la Región de la Araucanía, (Sepúlveda, Rosales y Mora, 2011).

Además de la acción del hombre, los virus pueden transmitirse o diseminarse por:

- transmisión mecánica
- propagación vegetativa
- vectores
  - insectos (abejas, pulgones, trips, mosquita blanca)
  - nemátodos
  - hongos
- plantas parásitas
- semillas

En el caso de las peonías, la transmisión vegetativa a partir de la división de coronas es la causa más común de propagación de los virus y por lo tanto, la clave para evitar la diseminación e introducción de virus es utilizar plantas sanas en el momento del establecimiento de la plantación. Debido a que no existe control químico posible, por ningún motivo se deben dividir plantas de peonías que hayan presentado síntomas de virus para no propagar la enfermedad, (Stevens, 1998; Besoain, 2000; Hostachy y Savio, 2001; Gilchrist et al., 2010; Sepúlveda, 2011).

## Virus en las peonías

Las especies ornamentales son afectadas por numerosos virus, algunos específicos de cada cultivo, mientras que otros poseen como hospederos no solo a especies ornamentales, sino también praderas, cultivos hortícolas y muchas malezas, (Besoain, 2000; Hostachy y Savio, 2001). Los virus reportados en peonías, en India por Sangar et al. (1988), en Estados Unidos por Stevens et al. (1993), en Francia por Hostachy y Savio (2001), en Italia por Bellardi, Rubies-Autonell y Bianchi (2003) y en Chile por Sepúlveda, Rosales y Mora (2011), son:

- *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV)
- *Peony Ring Spot Virus* (PRSV)
- *Leaf Curl Virus* (LCV)
- *Tobacco Rattle Virus* (TRV)
- *Tomate Spot Wild Virus* (TSWV)

### *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV)

Descrito en peonías por Sangar et al. (1988) y Bellardi, Rubies-Autonell y Bianchi (2003), el AMV presenta en las hojas dibujos irregulares de zonas amarillentas, típicos de un mosaico. Es transmitido por áfidos (*Mysus persicae*), por lo que el control de pulgones debe ser muy cuidadoso, incluyendo los cultivos vecinos.

### *Peony Ring Spot Virus* (PRSV)

Descrito en peonías por Jellito y Schacht (1990), Stevens et al. (1993) y Hostachy y Savio (2001), el PRSV se caracteriza por áreas circulares consistentes en bandas alternadas verde oscuro y verde claro que con el tiempo forman pequeños círculos necróticos. En general, la infestación puede ocurrir durante todo el año, principalmente en épocas de viento.

### *Leaf Curl Virus* (LCV)

Las plantas afectadas por el virus LCV, descrito en peonías por Jellito y Schacht (1990) y Hostachy y Savio (2001), se presentan enanas con la mitad de su tamaño normal, tallos florales doblados en ángulo y hojas enrolladas como su nombre lo indica.

### ***Tobacco Rattle Virus (TRV)***

En general, su efecto se caracteriza por producir en las hojas de plantas afectadas, jaspeado en mosaico. Descrito por Hostachy y Savio (2001) y Cardin y Onesto (2001), para la región productora de peonías en Francia, también ha sido descrito en peonías de las Regiones de la Araucanía y Los Ríos por Sepúlveda, Rosales y Mora (2011). Sin embargo, el TRV es un virus transmitido por nemátodos de los géneros *Trichodorus* y *Paratrachodorus* que no fueron encontrados en el suelo de los sitios de muestreo, por lo que los autores llegan a la conclusión que es un virus procedente del lugar de origen de las plantas.

### ***Tomate Spot Wild Virus (TSWV)***

Se le conoce también como virus del bronceado del tomate que se caracteriza por ser transmitido por trips, produciendo en general, elongación de brotes, decoloración y deformación de las hojas de las peonías y al igual que el TRV ha sido informado por Hostachy y Savio (2001) y Sepúlveda, Rosales y Mora (2011).

### **Movimiento de los virus en las plantas luego de la infección.**

En la Figura 6.34, Sepúlveda, Rosales y Mora (2011), presentan el movimiento de los virus después que un vector ha infectado una hoja, observándose que desde la aparición del primer síntoma hasta que la hoja se mancha completamente pasan 3 días, luego desde la hoja, la infección pasa a la rama y a las raíces (día 4), para luego en el día 5, el daño llega a las hojas apicales siguiendo la corriente de transpiración. Posteriormente, en un esquema no simétrico, alcanza la planta completa en alrededor de 25 días, dependiendo de la especie.

### **Labores de prevención**

Como los virus no son controlables con métodos químicos o de otro tipo, la única herramienta de control es la prevención de la infección. Gilchrist et al. (2010), aconsejan pedir que el importador de material genético solicite al proveedor una garantía de que las coronas están libres de virus o al menos, que especifique que limitaciones tiene al respecto. En el caso que el proveedor sea nacional, recomiendan visitar el cultivo para verificar en terreno la calidad varietal y sanitaria de la plantación ya que por razones de costo, tiempo y laboratorios disponibles, no es posible lograr un diagnóstico más preciso. Una vez que las coronas han sido establecidas,

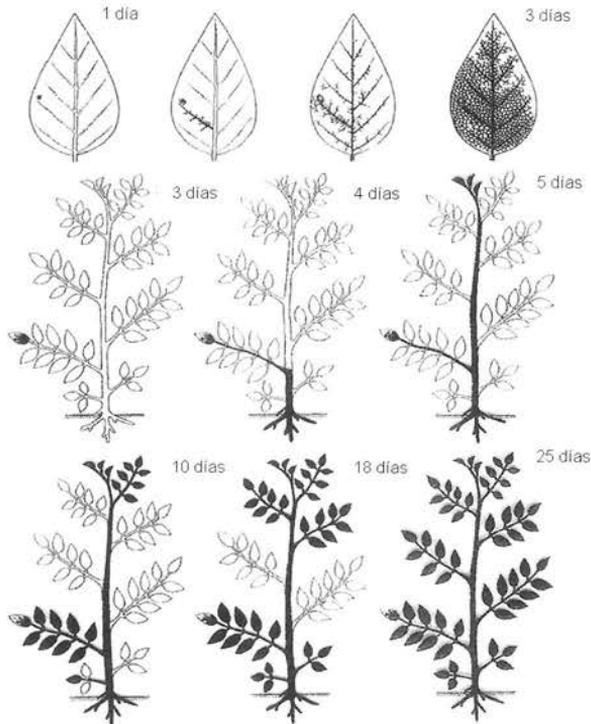


Figura 6.34. Representación esquemática de la dirección y tasa de translocación de un virus en una planta, (Sepúlveda, Rosales y Mora, 2011)

durante su primer ciclo se deberá evaluar y marcar las plantas que presenten alguna anomalía, principalmente relacionada con el color.

Normalmente, la mayoría de los síntomas desaparecen en el segundo ciclo, pero si la aparición de mosaicos o moteados persisten, se puede enviar las muestras correspondientes a un laboratorio calificado para confirmar la enfermedad. Esta confirmación trae como consecuencia la eliminación de las plantas enfermas.

Otra medida preventiva, es el control de los organismos vectores, como los pulgones, los cuales al ser organismos chupadores son capaces de ir transmitiendo la enfermedad a medida que se alimentan, aún cuando los trips y las arañas también pueden propagar los virus, a pesar de su distinto modo de alimentación. Una forma eficiente de monitoreo es colocar trampas específicas para cada grupo de insectos y así determinar su necesidad de control. Paralelamente, se debe incluir un manejo integrado del control de hongos, nemátodos y malezas, además de la eliminación o quema de los residuos de la poda y la cosecha.

# 7

## Plagas

---

**E**l manejo integrado de las plagas se basa en la utilización de un conjunto de tácticas (como resistencia del hospedero y el control físico, biológico, cultural y/o químico), para lograr mantener las poblaciones de las plagas a niveles por debajo de los umbrales económicos. Sin embargo, cuando el conjunto de medidas falla en mantener las poblaciones de plagas bajo dicho umbral, se utilizan directamente los insecticidas y acaricidas. Por lo tanto, es de gran importancia también disponer de productos químicos efectivos que estén disponibles para el éxito de este tipo de manejo, (Shenk y Kogan, 2003).

### Manejo integrado de las plagas

El manejo integrado de las plagas considera distintos aspectos ligados a los hábitos de vida de los insectos. Entre ellos están, la eliminación de residuos de plantas que pueden llevar huevos o pupas, la eliminación de malezas cercanas a la plantación que pueden actuar como plantas hospederas, además del control químico de los insectos patógenos. El registro de las temperaturas es sumamente útil para predecir el peak de la población o de la postura de huevos y por otra parte, conocer los grados-día acumulados a la aparición del primer insecto permite estar preparado para su control. Estas predicciones se utilizan, también, para decidir si los insecticidas son necesarios o cuando deben ser aplicados. La importancia de entender la actividad de los insectos para tomar decisiones en el manejo de las plagas no pueden ser desconocidas y las actividades como la invasión y reproducción pueden ser detectadas y documentadas a través de la vigilancia, (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

## Efecto del ambiente en el desarrollo de los insectos

Al igual que otros organismos, una especie de insectos es capaz de sobrevivir solamente en ciertos límites de condiciones ambientales y siempre, en la medida de lo posible, los individuos buscan las condiciones de temperatura, humedad e intensidad de luz que les son favorables. Dentro de estos rangos favorables, los factores ambientales normalmente influyen en la tasa de respuesta de actividades como la alimentación, la dispersión, la postura de huevos y el desarrollo. Conocer o predecir que una población de insectos se encuentra en el estado de huevo o en el estado de larva, puede ser una de las claves para comenzar el muestreo o iniciar las aspersiones, (Pedigo y Rice, 2009).

Entre los factores del ambiente, la temperatura, tiene el mayor efecto en las tasas de desarrollo de los insectos. En primer lugar esto se debe a que los insectos son de sangre fría y dentro de ciertos límites a una temperatura más alta el desarrollo de la población es más rápido. La tasa de crecimiento de un insecto se incrementa con la velocidad de las reacciones bioquímicas producto de la mayor cantidad de energía térmica proporcionada, (Figura 7.1.).

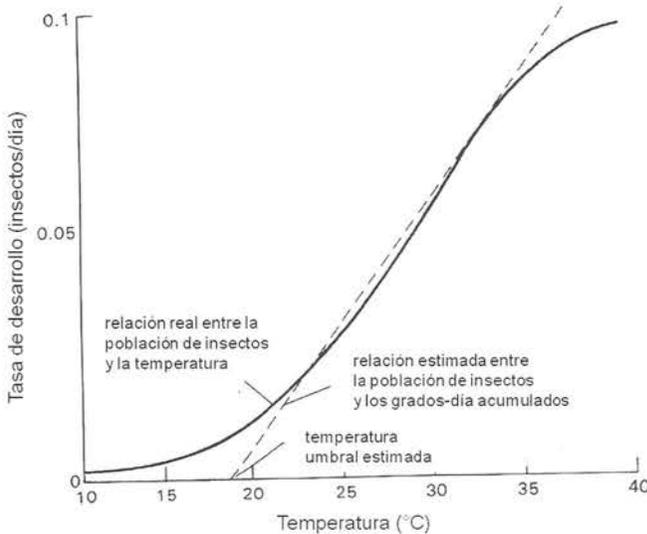


Figura 7.1. Gráfico mostrando la relación entre el desarrollo de la población de insectos y la temperatura (línea sólida) y la relación estimada a partir de la acumulación de grados-día (línea partida). La pendiente e intercepción de la recta son calculadas a partir de la curva sigmoidea, (Pedigo y Rice, 2009).

## Diagnóstico y monitoreo de los insectos patógenos

Para un control químico eficiente de las plagas se requiere diagnosticar la época de aparición de las plagas y sus poblaciones. Los programas de vigilancia tienen por objetivo determinar las especies de las plagas que están presentes, estimar el universo de la población y su distribución y comprender como los factores cambian con el tiempo.

De acuerdo a la importancia de las plagas, existen trampas de carácter específico para los insectos que se quiere monitorear, como trampas de luz negra y trampas de feromonas para las polillas (Figura 7.2 a y b), trampas de superficie azul pegajosa para pesquisar trips (Figura 7.2 c) y trampas Moerick para pulgones, (Figura 7.2 d), (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

En el caso de las polillas es necesario conocer el inicio del primer vuelo de los adultos ya que el principal interés está en su control para evitar la postura de huevos, (Aguilera, 2011). Con este objetivo se pueden instalar trampas de feromonas para detectar su presencia e iniciar los tratamientos y estimar las épocas de aplicación, (Figura 7.2 a).



Figura 7.2. a: detalle de la trampa de feromonas para el monitoreo de polillas, b: trampa de luz negra para el monitoreo de la polilla verde de la papa, c: trampas azules para el monitoreo de trips, d: trampas Moerick para el monitoreo de pulgones, (Chahín et al., 2010)

Las feromonas son producidas tanto por machos como por las hembras con el objetivo de reconocerse mutuamente. La liberación de feromonas sexuales es un proceso fisiológico complejo asociado a la madurez sexual y a estímulos ambientales como el fotoperíodo y la intensidad de la luz. El uso de feromonas sexuales tiene por objetivo atraer los insectos adultos de lepidópteros, monitorear su actividad y obtener detección sobre la fenología y densidad relativa de la población.

El monitoreo de la polilla verde de la papa, *Syngrapha gammoides* (Lepidóptera, Noctuidae), se puede efectuar a través de una trampa de luz, (Figura 7.2 b). Ante la posibilidad de usar luz blanca o luz negra, se recomienda ésta última por su mejor selectividad para los adultos lepidópteros respecto a los adultos coleópteros, (Chahín et al., 2010).

Para el monitoreo de trips se pueden usar trampas confeccionadas con un plástico azul impregnado en una sustancia adhesiva. Este tipo de trampas ha demostrado ser muy eficientes para la detección de trips a nivel de campo, (Figura 7.2 c).

Para el monitoreo de pulgones o áfidos, se utilizan trampas amarillas del tipo Moerick, que son una bandeja amarilla con una película de agua, tal como se puede observar en la Figura 7.2 d. Este tipo de trampas ha dado muy buen resultado en el reconocimiento de áfidos asociados al cultivo de peonías en la Región de la Araucanía, (Chahín et al., 2010, Aguilera 2011).

## **Los insectos y sus ciclos de vida**

Los insectos sobreviven y persisten frente a situaciones muy adversas, la dureza del invierno, la severidad de la sequía, el castigo del viento y la lluvia parece que se juntan en contra del éxito de estos pequeños animales de sangre fría. Sin embargo, su historia de sobrevivencia y persistencia comienza por sus patrones innatos de formas de vida que corresponden a sus ciclos vitales.

Un ciclo de vida es la cadena o secuencia de eventos biológicos que ocurren durante el tiempo de vida de un insecto. Un ciclo, se considera que empieza con la depositación del huevo y termina con el huevo dejado por la hembra adulta, es decir, un ciclo se encuentra en los límites de una sola generación. Relacionado con el ciclo de vida, está el ciclo estacional de los insectos, que a su vez, es la secuencia de ciclos de vida que ocurren en el período de un año, (Pedigo y Rice, 2009).

Para el manejo apropiado de las especies consideradas plagas, se requiere conocer los ciclos de vida y los ciclos estacionales de dichas especies

y de esta manera, se puede predecir, por ejemplo, los estados en que producen más daños, la época en que los insectos son más vulnerables y sus posibles hábitats, (Shenk y Kogan, 2003; Pedigo y Rice, 2009).

Las etapas o procesos que hay que considerar en el conocimiento del ciclo de vida de los insectos son los siguientes:

- desarrollo embrionario
  - tipo de reproducción
  - fertilización
  - desarrollo del embrión
- crecimiento post-embrionario y desarrollo
  - eclosión de los huevos
  - crecimiento de los estados inmaduros
  - metamorfosis
- madurez
  - emergencia del adulto
  - comportamiento en el apareamiento
  - ovoposición

Toda especie tiene un ciclo de vida específico y es difícil generalizar de una especie a otra. Sin embargo, en su crecimiento y desarrollo utilizan patrones que están relacionados con sus actividades y el modo de vivir en determinado medio ambiente y que se pueden usar como modelos generales del ciclo de vida, (Pedigo y Rice, 2009).

Durante el ciclo de vida de los insectos ocurren varios cambios, algunos de los cuales son muy significativos y el proceso de desarrollo que tiene lugar desde la eclosión de los huevos hasta su estado adulto recibe el nombre de metamorfosis. Enfatizando el grado de complejidad del patrón de la metamorfosis, se pueden reconocer cuatro modelos del ciclo de vida de los insectos:

- sin metamorfosis
- metamorfosis gradual
- metamorfosis incompleta
- metamorfosis completa

La metamorfosis representa ordenados cambios, genéticamente programados, en la forma del insecto durante el transcurso de su ciclo. Los

radicales cambios durante el estado de pupa, por ejemplo, tienen lugar bajo procesos internos que causan rearrreglos de células, tejidos y órganos. Estos procesos pueden ser ordenados en dos fases histolisis e histogénesis, que ocurren en forma simultánea.

Histolisis es la ruptura de los tejidos del cuerpo que comienza en el primer estado de crecimiento y continúa a través de la transformación en adulto. Durante la histolisis los nutrientes almacenados, aminoácidos, ácidos grasos y glúcidos, suministran la energía para las numerosas reacciones bioquímicas y enzimas, que transforman el cuerpo grasoso y los músculos del insecto en una mezcla nutritiva que es transportada hacia los tejidos en crecimiento, para que se produzca la histogénesis.

Histogénesis es el proceso a través del cual, se forman los nuevos tejidos y los exclusivos órganos del adulto, como son las alas y las estructuras reproductivas. El nuevo adulto es al principio blando y en este momento es muy vulnerable a los enemigos naturales y a otras condiciones ambientales adversas. Después de un cierto tiempo la cutícula se endurece y se vuelve pigmentada y las alas alcanzan toda su expansión y funcionalidad.

**Sin metamorfosis.** En este grupo, el ciclo de vida progresa desde el huevo a formas juveniles y desde ahí a adulto. La transición de juvenil a adulto es gradual y el estado juvenil es muy similar al estado adulto, (Figura 7.3).

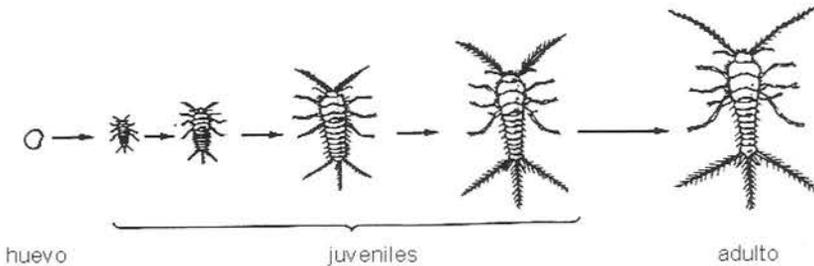


Figura 7.3. Modelo de desarrollo sin metamorfosis representado por *Lepisma saccharina*. (Pedigo y Rice, 2009)

**Metamorfosis gradual.** El ciclo de vida tiene tres estados: huevo, ninfa y adulto. En este caso, la ninfa se parece al adulto pero carece de alas formales y de genitales externos. En la mayoría de los casos en que los insectos presentan este tipo de ciclo de vida, los huevos, ninfas y adultos se encuentran en el mismo hábitat y ninfas y adultos se alimentan de forma similar, (Figura 7.4).

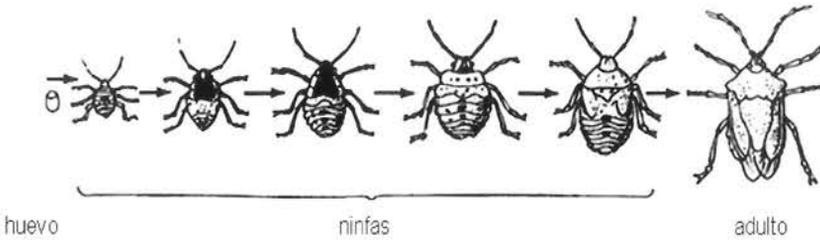


Figura 7.4. Modelo de metamorfosis gradual representado por un insecto del Orden Hemíptera, (Pedigo y Rice, 2009).

**Metamorfosis incompleta.** En este modelo de ciclo de vida, los estados inmaduros pueden o no parecerse a los adultos, tienen principios de alas externas y pueden presentar tráqueas que les permiten una respiración acuática. Los huevos se encuentran cerca del agua y los estados inmaduros suelen alimentarse y desarrollarse en sistemas acuáticos, por lo que también se las llama ninfas de agua (náyades), hábitat muy distinto al que se encuentran los adultos, (Figura 7.5).

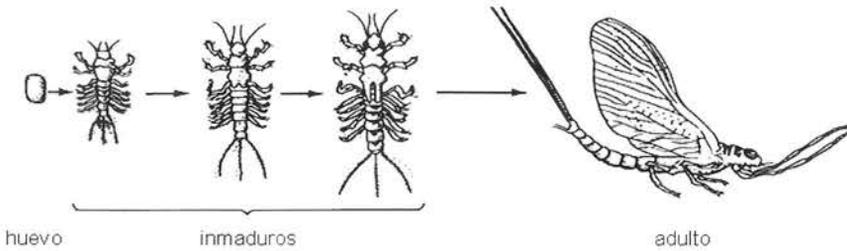


Figura 7.5. Modelo de metamorfosis incompleta representado por un insecto del Orden Ephemeroptera, (Pedigo y Rice, 2009).

**Metamorfosis completa.** El ciclo de vida del modelo de metamorfosis completa tiene cuatro estados que son: huevo, larva, pupa y adulto, (Figura 7.6).

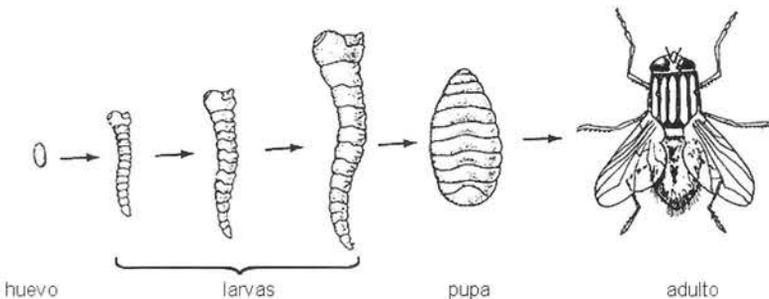


Figura 7.6. Modelo de metamorfosis completa representado por *Musca domestica*. (Pedigo y Rice, 2009).

Con pocas excepciones las larvas son muy diferentes a los adultos, tienen una forma diferente, carecen de ojos compuestos, tienen antenas reducidas y carecen de indicios externos de la formación de las alas, aún cuando en la mayoría de las especies con este ciclo de vida, el desarrollo de las alas comienza al inicio del estado larval. El estado de pupa está representado como un insecto en un estado intermedio. Estas pupas se encuentran escondidas en hábitats protegidos y algunas especies como las polillas, se presentan en capullos cubiertos de seda construidos con los residuos del último estado larval (pre-pupa). El estado de pupa permite la transformación de las estructuras especializadas de la larva que no son continuadas en el estado adulto. Debido a ello, larvas y adultos tienen diferentes roles ecológicos, las larvas se especializan en encontrar su alimento y los adultos en desarrollar avanzadas formas de reproducción y dispersión. Las larvas, además de necesitar más energía que los adultos, consumen otro tipo de alimentos, eliminando así la competencia entre los diferentes estados. En la mayoría de los insectos que presentan este tipo de ciclo de vida, las larvas en todos sus estados se comportan en forma similar, viven en el mismo hábitat y consumen el mismo alimento.

### **Los ciclos estacionales**

El conocimiento de los ciclos estacionales y la época de los eventos biológicos importantes, como dormición, migración, desarrollo y reproducción en relación a los ciclos ambientales, es crucial cuando se pretende reducir el daño de las plagas. Los ciclos estacionales se pueden agrupar de acuerdo al número de generaciones que ocurren en el año en ciclos unigeneracionales o univoltinos y ciclos multigeneracionales o polivoltinos, (Figura 7.7).

El ciclo unigeneracional o univoltino, tiene una sola generación cada año. En este tipo de ciclo es fácil distinguir las distintas etapas ya que el traslapo generacional ocurre cuando los adultos de una generación están dejando huevos para la siguiente. Los ciclos multigeneracionales o multivoltinos, presentan más de una generación en el año en un rango de dos a cuatro o más, dependiendo del tiempo necesario para su desarrollo y las condiciones ambientales.

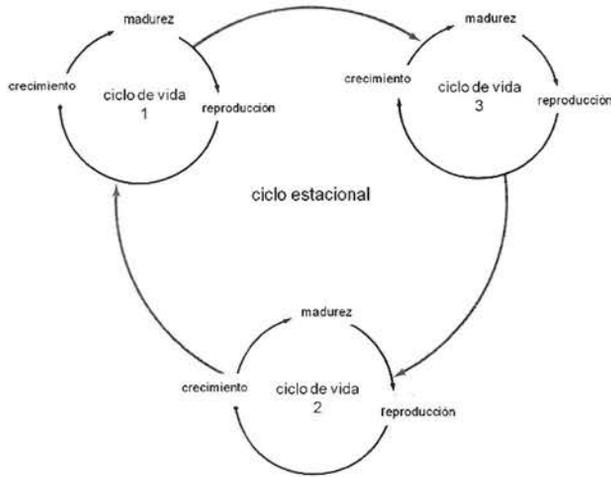


Figura 7.7. Diagrama mostrando los ciclos de vida de un insecto con respecto a su ciclo estacional. En general, los insectos pueden desarrollar una o más generaciones durante un ciclo estacional, (Pedigo y Rice, 2009).

## Plagas en las peonías

Las plagas que afectan las peonías en el sur de Chile, han sido caracterizadas por Aguilera y Chahín (2008), Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011) y aún cuando las plagas descritas pueden ser extrapoladas a las distintas zonas productoras de peonías en el país, si se explora en otras regiones seguramente pueden aparecer otras especies no consideradas por estos autores y que pueden tener su propia categoría de plaga según la región que se trate. Particularmente en la Región de la Araucanía el panorama de plagas puede variar con el tiempo y surgir otras especies de importancia, debido a un aumento de la superficie del cultivo o por el manejo antrópico del mismo.

De acuerdo a estos autores, las principales plagas asociadas a las peonías son: ácaros, babosas e insectos.

### Acaros

Carrillo (1999) y Hostachy y Savio (2001), indican que los ácaros constituyen algunas de las principales plagas de las plantas bulbosas, entre ellas las peonías, comprendiendo entre un 15 y 20% de las plagas de mayor incidencia económica en los cultivos después de los insectos.

### ***Polyphagatarsonemus latus* (arañita blanca)**

En Magallanes, durante la temporada 2000/2001, se detectó la presencia de arañita blanca en hojas de peonías, lo que fue corroborado por el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, (Sáez, 2002).



Figura 7.8. a: adulto arañita blanca, b: deformación de la hoja por ataque de arañita blanca, (Sáez, 2002)

Como una medida preventiva se recomienda vigilar los primeros estados de crecimiento de cultivo, cuando los ataques son más graves, produciéndose deformaciones en los tallos, cicatrices acorchadas y pérdida de color de las hojas.

### ***Tetranychus urticae* (arañita roja)**

La arañita roja es un ácaro tetraníquido, cosmopolita y muy polífago dado que afecta prácticamente a todos los cultivos protegidos, cultivos al aire libre y a un gran número de especies espontáneas. Aún cuando no ha sido descrita para las peonías en el país, la literatura cita esta especie en peonías cultivadas en otros agroecosistemas, (Hostachy y Savio, 2001).

**Características generales y ciclo de vida.** Las arañas rojas son elípticas y miden alrededor de 0.4 mm de cuerpo verdoso amarillento en verano y anaranjado a rojizo en invierno. Invernan al estado de huevo y las formas inmaduras son activas a principios de la primavera, época en que empiezan a alimentarse. Los huevos son puestos en las hojas de las plantas hospedadoras durante la estación de crecimiento y presentan varias generaciones cada año. Cuando las colonias son abundantes, se nota la presencia de tela. Los huevos son esféricos, lisos y brillantes, su color es blanquecino, oscureciéndose y tomando un tono amarillento a medida que avanza su desarrollo. Miden

entre 0.12 y 0.14 mm de diámetro. Su larva es de forma esférica y en sus primeros momentos de vida es incolora y transparente, cambiando su color a verde claro, amarillo-marrón, o verde oscuro, según su alimentación. Posee dos manchas oscuras características en el dorso del tórax y tres pares de patas, agregando un cuarto par después de la primera muda (figura 7.9 a). El ciclo es por lo general de 14 días a 25 °C y en una temporada pueden concurrir 10 generaciones o más, (Aguilera y Chahín, 2008).

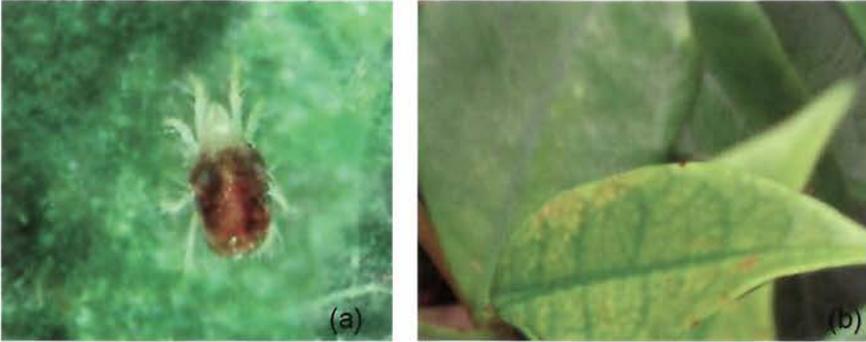


Figura 7.10. a: adulto de araña roja, b: amarillamiento de las hojas por la presencia de araña, (Sáez, 2002).

**Daños.** Los daños pueden ser importantes, sobre todo en un ambiente seco y caluroso que favorece su ataque y las generaciones de arañas se suceden con rapidez. En ambiente húmedo no se desarrollan y por esto es una plaga típica de verano, favorecida por el calor y la sequedad del ambiente. El ataque de araña debilita a las plantas por dañar las hojas y si el ataque es fuerte puede provocar la caída de éstas (defoliación). También afecta la estética por la decoloración de las hojas y la defoliación. Produce amarillamiento en las hojas (Figura 7.10 b), algo de bronceado o de plateado por la picadura de su aparato bucal que rompe la pared celular para alimentarse de su contenido.

### Babosas

Las babosas y caracoles son moluscos de hábito nocturno pertenecientes a la Familia Limacidae, que al caminar, dejan una huella plateada, brillante, producto de la exudación de mucus. Presentan una cabeza con cuatro tentáculos retráctiles, los dos superiores portan los ojos y los dos inferiores cumplen una función táctil y un cuerpo con un pie musculoso ventral de donde deriva su nombre de gastrópodos. Poseen una concha en el dorso, la cual en las babosas es interna y poco desarrollada. En los caracoles es externa y voluminosa donde pueden replugar todo su cuerpo y sellarla con una capa de mucus que luego se

solidifica cuando las condiciones son adversas, especialmente con baja humedad y altas temperaturas, (Hostachy y Savio, 2001; Aguilera y Chahín, 2008).

**Distribución.** Las babosas, también conocidas como chapas, se encuentran ampliamente distribuidas. Las especies más importantes se consideran cosmopolitas y han sido descritas para la Región de la Araucanía por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera, (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Son invertebrados de cuerpo suave, no segmentado, formado por la cabeza, el cuello y el tronco. La cabeza está provista de dos pares de cornículos retráctiles, un par superior que lleva los ojos y un par inferior con funciones táctiles ubicados sobre la boca. La boca situada en la parte anterior posee dientes pequeños con los cuales raspa y corta las plantas. El tronco, formado por el manto y el pie. En el costado derecho cerca de la cabeza se ubica el poro genital y un poco más atrás el poro respiratorio y enseguida la abertura anal. En el vientre se encuentra el pie musculoso el cual secreta una substancia mucosa que les facilita su desplazamiento y las protege de la deshidratación. Sexualmente son hermafroditas, un mismo ejemplar puede comportarse como macho o como hembra indistintamente e incluso, en algunas ocasiones, se ha determinado autofecundación. También la reproducción puede ser partenogénica, sin intervención del macho. Son ovíparos, los huevos son esféricos de 2 a 5 mm de diámetro, transparentes con un período de incubación variable entre 8 a 90 días, dependiendo de la temperatura. Los estadios juveniles y adultos prefieren los ambientes húmedos para su desarrollo, siendo común ver caracoles y babosas salir en abundancia después de una lluvia. La babosa pone sus huevos en sitios protegidos o los entierra. Cada babosa tiene la capacidad para poner hasta 500 huevos, con intervalos de días o semanas, en grupos de siete a 50 cada vez. Los estadios inmaduros son similares a los adultos y alcanzan su adultez entre los dos a cinco meses. En promedio, puede vivir hasta 18 meses. Las babosas, por lo general tienen un ciclo biológico en el año, pero es probable que en ocasiones especiales también alcancen dos generaciones en el año, con posturas en mayo y en octubre, apareciendo babosas adultas en septiembre y marzo.

**Especies determinadas en las peonías.** En plantaciones de peonías en la Región de la Araucanía se han determinado cuatro especies de babosas, que se presentan en la Figura 7.10:

- *Deroceras reticulatum* (babosa gris chica)
- *Milax gagates* (babosa negra grisácea)

- *Deroceras laeve* (babosa parda)
- *Limax maximus* (babosa grande del jardín)



Figura 7.10. a: babosa gris chica (*Deroceras reticulatum*), b: babosa negra (*Milax gagates*), c: babosa parda (*Deroceras laeve*), d: babosa grande de jardín (*Limax maximus*), (Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Achicoria, ají, alcachofa, arándano, arveja, arveja, astilbes, ballica, cala, cebada, eringio, esparrago, espinaca, frutilla, gladiolo, lechuga, lenteja, liliun, lupino, maíz, papa, poroto, rábano, raps, remolacha, repollo, tréboles, trigo, tulipán, zanahoria.

**Daños.** Durante la noche son muy activas y se caracterizan por consumir vorazmente follaje y cortar plantas tiernas para su alimentación (Figura 7.11). Sobre todo en primavera, suelen causar daños por cortar los tallos a nivel del cuello, especialmente en brotes emergentes y plantas recién emergidas y por comer el borde de las hojas o la superficie foliar dejando orificios lagunares de tamaño variable. Por su hábito nocturno los daños de babosas suelen atribuirse a otros invertebrados, principalmente a insectos y aves. Las babosas y caracoles pueden consumir varias veces su propio peso cuando el ambiente es favorable con humedad y temperaturas entre 17 y 20 °C. El ataque de babosas puede detectarse en las mañanas cuando, junto a las plantas cortadas, se evidencia una franja brillante en el suelo o en la misma planta, que corresponde al rastro de la secreción mucosa que emiten al caminar. Se estima que dos babosas por un metro cuadrado en el cultivo, corresponde al nivel de daño económico con categoría de plaga clave o primaria y por lo tanto requiere de control

artificial. Durante el invierno las babosas pueden alimentarse de la corona y el daño no es perceptible inmediatamente. Coronas con daño de babosas pueden atraer en primavera a la mosquita de los champiñones, originándose su descomposición. Aguilera (2011), indica que la especie de babosa más frecuente en las peonías corresponde a la babosa gris chica.

**Control natural.** Temperaturas bajo los 3 °C producen una alta mortalidad de la babosa gris chica. Se menciona que algunas aves, como tiuques, bandurrias y queltehues, suelen alimentarse de babosas en períodos lluviosos. Adultos de Carabidae (Coleóptero) suelen depredarlas y son parasitadas por bacterias transportadas y liberadas por nemátodos.



Figura 7.11. Daños causados por babosas en peonías, a: destrucción de brotes, b: babosa gris chica devorando un tallo previamente cortado, c: destrucción de la base de los tallos, d: botones agujereados, (Chahín et al., 2010).

**Manejo integrado.** Se aconseja mantener el cultivo limpio, especialmente en los bordes, de todo residuo orgánico y de desechos como palos, troncos, plásticos, fardos que constituyen refugio para las babosas. Las deposiciones de los vacunos atraen a las babosas donde se refugian para poner sus huevos. El control químico es bastante efectivo y para ello se expenden diversos productos formulados a base de metaldehído que se conocen como limacidas, helicidas o cebos para babosas. Algunos productos incluyen en la formulación un

insecticida en base a carbamato como metomil y methiocarb para reforzar la acción del metaldehído. Cuando la aplicación se debe efectuar en campo a cielo abierto se recomienda aplicar formulaciones peletizadas de alta densidad, que resisten más adecuadamente una o dos lluvias. Bajo condiciones de invernadero cualquier limacida o helícida ofrece un buen control, (Aguilera, 2011).

## Insectos

### Abejorros y avispas

En general abejas y avispas son insectos benéficos como polinizadores, depredadores y parasitoides de insectos considerados plagas para la agricultura, sin embargo, existen algunas especies que son perjudiciales al ser fitófagas. Son insectos de tamaño variable de grandes a muy pequeños. Poseen cuatro alas membranosas, las anteriores de mayor tamaño que las posteriores, ambas con abundantes venas longitudinales y otras cortas que unen las anteriores formando celdas de diferentes formas. Algunas especies son sociales y otras solitarias.

#### *Bombus terrestris* (abejorro)

Los abejorros son excelentes agentes polinizadores, como la especie introducida *Bombus terrestris* que es criada y utilizada para aumentar la producción de frutales y hortalizas. En peonías causa daños a la flor al horadar la base de los sépalos y pétalos, en todo caso, estos daños no son importantes desde el punto de vista de la rentabilidad del cultivo. Otras especies de abejorros solo visitan la plantación una vez que las flores están abiertas para alimentarse y obtener el polen, por esta razón se recomienda descabezar oportunamente las flores abiertas que no son cosechadas, (Figura 7.12 a).



Figura 7.12. a: abejorro (*Bombus terrestris*) visitando una flor abierta, b: avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*) sobre un botón de peonía, (Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

### ***Vespula germanica* (avispa chaqueta amarilla)**

Es una especie omnívora muy agresiva, visita las flores de peonías y muerde los sépalos, ocasionando lesiones (Figura 7.12 b), pero al igual que el abejorro no tiene una significación económica para el cultivo.

### **Cabritos y burritos**

Cabritos y burritos es la denominación que reciben los insectos adultos que tienen élitros, es decir sus alas anteriores se presentan endurecidas o esclerotizadas. A veces los élitros están íntimamente pegados y cuando esto ocurre, bajo ellas se alojan los vestigios de las alas posteriores. La apariencia del adulto es la de un insecto fuerte, duro, negro o gris, con máculas escamosas blancas, amarillentas, violáceas, redondeadas o alargadas en el dorso. Patas largas aptas para caminar, a veces con anillos escamosos azules, violáceos, blancos o amarillos. Su principal característica está en la cabeza, con su rostro alargado, de cuyo sector medio salen las antenas y en su extremo anterior se encuentra el aparato bucal. Cuando a estos insectos se les molesta recogen sus antenas entre sus patas o se dejan caer al suelo y permanecen quietos por largos períodos, hábito conocido como tanatosis. Las larvas son blancas, ápodas y subterráneas. La pupación también ocurre bajo el suelo, (Aguilera, 2011).

En la Figura 7.13, se presentan las dos especies de cabritos recolectados y descritos por Aguilera (2011) en el cultivo de peonías en la Región de la Araucanía.



Figura 7.13. a: Cabrito del maitén (*Aegorhinus superciliosus*) sobre un botón de peonías, b: cabrito del coigüe (*Aegorhinus nodipennis*) causando daño a un tallo de peonía.

### ***Aegorhinus superciliosus* (cabrito del maitén)**

**Distribución.** Insecto sureño, habita naturalmente desde la Región del Maule a la Región de Los Lagos. Ha sido registrado para Argentina en la localidad de Neuquén. Para la Región de la Araucanía ha sido descrito por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Adultos grandes de 1,50 cm de longitud, robustos, oscuros, rugosos, fuertemente esclerosados, algunos ejemplares totalmente negros, (Figura 7.13 a). Cabeza redonda, ojos globosos separados, finamente facetados, brillantes; antenas acodadas de diez segmentos; rostro prolongado. Tórax con escamas blancas esparcidas en su superficie. Pronoto más ancho que largo con puntuaciones gruesas e irregulares. Élitros con el área humeral desarrollada, estrías con puntuaciones gruesas e irregulares, con siete bandas o filamentos blancos transversales, grises o celestes en el dorso. Patas negras, largas, fuertes, con tarsos bien desarrollados, con el último alargado provisto de dos uñas terminales. El huevo es blanco cremoso, amarillento o café claro, algo oval, mide 0,13 cm a 0,15 cm de diámetro. Larva ápoda, blanca cremosa, con la cabeza expuesta, café, con sus piezas bucales muy esclerosadas, duras, resistentes. Recién emergida mide 0,15 cm y plenamente desarrollada alrededor de 2,0 cm. Pupa exarata de 1,5 cm de largo por 0,80 cm de ancho máximo, blanco cremosa, con setas cafés, cortas, como espinas y destacadas en el dorso. La hembra adulta pone sus huevos en el suelo muy cerca del cuello de la planta, prácticamente en la superficie, cubriéndolos con una substancia mucilaginoso y con sus propias excretas. También puede depositarlos en el cuello de su hospedero. Por la condición de la postura, los huevos son difíciles de ubicar a simple vista. Después de la postura los huevos tardan entre 28 a 35 días en eclosionar. Las larvitas recién nacidas o neonatas se entierran un tanto y se alimentan de raicillas. Durante el desarrollo larvario ocurren varias mudas, siendo esta fase del insecto la más prolongada y variable en tiempo, entre 289 y 428 días, lo que representa el 86% del ciclo vital del cabrito del maitén. Durante este período, subterráneamente consume raíces y se introduce a la raíz principal, donde se aloja para pupar en un habitáculo que construye con parte del material vegetal que devora. El período de pupación demora entre 15 a 49 días y luego se reanuda el ciclo, con la emergencia del adulto después de un año o más desde su primera postura, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Abedul, arándano, avellano europeo, ciruelo, coigüe, duraznero, frambueso, frutilla, maitén, manzano, mora, peral, zarzamora, zarzaparrilla.

**Daños.** Las larvas pequeñas del cabrito del maitén inicialmente consumen raicillas y a medida que crecen comienzan a horadar la corona haciendo galerías, hasta alcanzar el estado de pupa alojándose en un habitáculo para terminar su desarrollo, después de un año o más, desde la postura del huevo. El adulto abandona la cámara pupal desde el interior de la corona y emerge a la superficie para comenzar a alimentarse de los brotes. También se da el caso que no existe daño en la corona, pero se observan adultos provenientes de otros cultivos que llegan caminando a alimentarse de las peonías. Es un insecto peligroso para sus hospederos vegetales, pero en peonías aun puede considerarse una plaga ocasional, que cuando está presente debe controlarse artificialmente para evitar que se convierta en plaga primaria o clave para el cultivo.

**Control natural.** Como agentes bióticos se registra al entomófago *Centistes sp.* y a los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** En el sur de Chile, inicialmente, el control químico estuvo dirigido al estado larvario, sin conocerse exactamente el ciclo biológico del insecto, con resultados poco satisfactorios. Actualmente junto con ello, se ha intentado seguir estrategias de control hacia el adulto. El control del adulto mediante la colecta manual, constante y periódica de ejemplares y su posterior destrucción, constituye una alternativa, que en el mediano plazo, permite bajar significativamente las poblaciones. En plantaciones nuevas se pueden utilizar barreras físicas combinadas con el control químico para impedir el paso del insecto, que se caracteriza por ser un excelente caminante. Investigaciones recientes permitirían el uso del método biológico de control utilizando cepas seleccionadas de los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para regular las poblaciones de este insecto. El control químico con reguladores del crecimiento es otra alternativa que puede ser considerada. El control etológico consiste en la alteración de los hábitos del insecto mediante el uso de feromonas. Esta es una materia que recién se está estudiando y que a futuro podría constituir una práctica habitual como ocurre con otros insectos, (Aguilera, 2011).

### ***Aegorbinus nodipennis* (cabrito del coigüe)**

**Distribución.** El cabrito del coigüe habita desde la Región del Maule a la Región de Aysén. En la Región de la Araucanía ha sido descrito por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Los adultos miden entre 1,30 cm a 1,80 cm de largo y 0,30 cm a 0,60 cm de ancho máximo en el medio del cuerpo (Figura 7.13 b). Negros no brillantes con escasa pubescencia. Cabeza con proyecciones laterales cortas entre los ojos globosos, separados, finamente facetados; rostro rectangular, antenas de diez segmentos, acodadas, del mismo color del cuerpo con escamas blancas en la parte posterior, insertas en la mitad del rostro, con el pedicelo globoso hacia ápice y de la mitad del largo del resto de la antena. Tórax negro mate, rectangular, más largo que ancho, algo globoso, puntuado, con escamas blancas en los costados a la altura del primer par de patas, élitros notoriamente más puntuados que el protórax, con filas longitudinales paralelas y dos proyecciones corniformes destacables en el tercio posterior descendente y bajo ellos máculas escamosas blancas. Patas largas del tipo caminadoras, con manchas escamosas blancas o azul violeta en la parte apical de los fémures, también en los tarsos que además tienen las almohadilla con el sector inverso amarillento, terminando con uñas fuertes. Ventralmente negro, cerdoso, algo brillante, con manchas blancas escamosas entre las coxas. También en los costados entre las patas y en el centro del primer al cuarto segmento abdominal y en el sector lateral de los mismos. El huevo es blanco amarillento, algo ovalado de 0,14 cm de largo y 0,1 cm de ancho. La larva es blanca, pilosa, de 0,25 cm a 0,28 cm de largo recién emergida, plenamente desarrollada mide 2 cm de largo, con la cabeza café con un ancho de 0,06 cm, expuesta. Pupa exarata, similar a la del cabrito del maitén. El cabrito del coigüe es un insecto univoltino con su ciclo biológico parecido al del cabrito del maitén, sin embargo no se conoce en detalle su desarrollo y hábitos. En condiciones de laboratorio se ha observado que durante su periodo de postura, la hembra no cubre los huevos con exudaciones y excretas. El desarrollo larvario es muy parecido al del cabrito del coigüe. El adulto emerge del suelo en primavera y sube al follaje para alimentarse, especialmente, de los brotes tiernos. La cópula se efectúa en el follaje y la postura, la hembra la realiza cercana al cuello del hospedero.

**Hospederos.** Abedul, arándano, avellano chileno, avellano europeo, canelo, ciruelo, coigüe, duraznero, maitén, membrillo, palto, nogal, ulmo.

**Daños.** Eventualmente se han observado algunos ejemplares alimentándose de los brotes de peonías. Se estima que constituye una plaga ocasional.

**Control natural.** No hay registros de enemigos naturales entomófagos asociados al cabrito del coigüe.

**Manejo integrado.** Se sugiere considerar las precauciones y acciones descritas para el cabrito del maitén.

### ***Graphognatus leucoloma* (burrito del poroto)**

**Distribución.** Desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos, incluyendo Isla de Pascua. En la Región de la Araucanía ha sido descrito en peonías por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).



Figura 7.14. Burrito del poroto (*Graphognatus leucoloma*), (Aguilera, 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El burrito del poroto es un curculiónido de tamaño mediano, que mide 0,80 cm a 1,50 cm de largo. Su cuerpo es ovalado, castaño grisáceo con escamas blancas, pilosidad clara y erecta, (Figura 7.14). Cabeza de base ancha, con un surco central. Ojos sobresalientes, algo ovalados. Tórax con el protórax más ancho que largo, bordes redondeados y tres franjas escamosas longitudinales blanquecinas, las laterales algo curvas y la central recta. Élitros más largos que el resto del cuerpo con una línea blanca bien definida en sus costados. Patas del tipo caminadoras. Huevo blanco amarillento, ovalado. La larva es blanca cremosa, un tanto pilosa, con la cabeza algo retraída siendo nítidamente visibles las mandíbulas cafés esclerotizadas, ápoda. Pupa del tipo exarata, blanca cremosa. El burrito del poroto es un insecto univoltino y partenogénico. En verano los ejemplares adultos, que son todos hembras, se alimentan del follaje y depositan sus huevos en el suelo. También oviponen en la parte aérea de las plantas. Un ejemplar puede

colocar en una postura, sobre 20 huevos adheridos entre si y al sustrato, por una substancia mucilaginosa, dejando los huevos visibles. Se estima que una hembra adulta puede poner sobre los 1000 huevos. La larva emerge a las dos o tres semanas, enterrándose en el suelo, cerca de la superficie y se alimenta de las raicillas. Su desarrollo se cumple entre 10 a 18 meses pasando por un máximo 11 estadios. Preferentemente, el invierno lo pasa en este estado de manera activa. A diferencia del cabrito del maitén y del cabrito del coigüe, la larva del burrito del poroto se alimenta externamente, no ingresando a la corona. El período de pupa ocurre a unos 20 cm de profundidad, desde fines de la primavera a fines del verano. Los adultos comienzan a emerger a inicios de diciembre, produciéndose la mayor emergencia en pleno verano.

**Hospederos.** Alfalfa, arándano, avellano europeo, avena, frutilla, frambueso, lenteja, limonero, lupino, papa, poroto, remolacha, tréboles, trigo.

**Daños.** En las peonías sólo se han detectado esporádicamente larvas del burrito del poroto en la localidad de Gorbea, sin causar daños significativos en el cultivo por lo que se ha considerado como plaga ocasional, (Aguilera, 2011).

**Control natural.** No se tiene registro de entomófagos del burrito del poroto.

**Manejo integrado.** Por el momento no se justifica aplicar un método específico de control para este insecto en las peonías.

### Chinches

Son insectos con cuatro alas, algunas especies con la mitad de las alas anteriores coriáceas, semi-endurecidas, conocidas como hemiélitros y las posteriores absolutamente membranosas. Otras con sus cuatro alas membranosas. Todos con aparato bucal picador-chupador, el cual generalmente se extiende por debajo de la cabeza hacia atrás, a veces tan largo que alcanza la base de las patas metatorácicas o posteriores. Ojos compuestos bien desarrollados y dos ocelos que pueden o no estar presentes. La mayoría de los chinches tienen antenas largas con cuatro o cinco segmentos. Por lo general, los chinches tienen al costado del tórax glándulas que se abren, emitiendo un fuerte olor, especialmente cuando se les molesta. Algunos chinches son benéficos debido a que se desarrollan como insectos entomófagos o enemigos naturales de insectos fitófagos. Los típicos hemípteros o chinches se clasifican en diversas familias, según sus caracteres morfológicos y hábitos alimentarios, como aquellos hematófagos de animales superiores de sangre

caliente o depredadores de insectos o fitófagos que se alimentan de la savia de las plantas y que constituyen plagas agrícolas importantes.

### ***Leptoglossus chilensis* (chinche pardo de los frutales)**

En la Región de la Araucanía sus bajas poblaciones no provocan un daño que afecte económicamente al cultivo y desde este punto de vista se considera una plaga potencial, pero por ser un insecto nativo, para la exportación constituye una plaga cuarentenaria.

**Distribución.** Es un insecto neotropical. En Chile se ha descrito desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Aysén. En la Región de la Araucanía ha sido descrito en cultivo de peonías por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).



Figura 7.15. Adulto de chinche pardo de los frutales, (Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El adulto del chinche pardo de los frutales presenta el cuerpo alargado, 1,50 cm de largo y 0,60 cm de ancho máximo, en el pronoto (Figura 7.15). De color pardo-rojizo, presenta cabeza pequeña, aguda, negra con tres líneas longitudinales algo rojizas. Ocelos u ojos simples rojizos. Antenas de 0,10cm de largo. Pronoto más ancho que largo, con el borde anterior rojizo. Escutelo triangular. Primer par de alas oscuras; el segundo par o metatorácicas membranosas. Patas pardas con el fémur espinoso en el sector

interno y las patas posteriores con la tibia ensanchada por una membrana en forma de hoja. Huevos rectangulares, pardos, con la porción dorsal plana. Ninfas con espinas dorsales negras y segmentos abdominales rojizos. Es un insecto que se alimenta de savia con su aparato bucal picador-chupador. Especie unicíclica o univoltina. Durante noviembre hasta enero colocan sus huevos como una cadena en el follaje o en la fruta de sus hospederos. El primer estadio ninfal aparece a fines de enero e inverna como adulto, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** El chinche pardo de los frutales ha sido detectada en alcachofa, almendro, arándano, cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, espárrago, frambueso, lupino, manzano, maíz, papa, pistacho, vid y zarzaparrilla. Además, en árboles nativos como boldo, litre, quillay, peumo, zarzamora.

**Control natural.** Como enemigos naturales entomófagos se menciona a la mosca *Hyalomyia chilensis* y a una avispa del género *Hadronotus sp.*, (Aguilera, 2011)

**Manejo integrado.** Por ser el chinche pardo de los frutales considerado una plaga potencial en peonías, no requiere de la intervención de algún método de control. Sólo se debe tener cuidado, cuando se exporta, que las flores estén libres de ejemplares vivos o muertos.

### Cuncunillas

Las denominaciones de gusanos y cuncunillas corresponden a las larvas de las mariposas nocturnas (Hepialidae y Noctuidae), que se caracterizan por volar al crepúsculo o de noche y son atraídas por la luz. Las cuncunillas o mariposas nocturnas, han adquirido muchísima importancia por los rechazos en las exportaciones de peonías al mercado estadounidense durante la temporada 2008/2009, ocasionados por la presencia de huevos de la cuncunilla verde de la papa (*Syngradapha gammoides*), (Ibáñez et al., 2009; Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010).

Las cuncunillas corresponden al estado larvario de las mariposas nocturnas. Las larvas son grises, eruciformes, verdes, ocre o de color variable según el alimento que consumen. Cabeza visible, verde, café o negra. El cuerpo con escasas cerdas, por lo general con líneas dorsales amarillas, pardas o negras. En los costados se destacan los espiráculos, particularmente en los segmentos abdominales. Poseen tres pares de patas torácicas y falsas patas o espuripedios en el abdomen, desde el tercer al sexto segmento y un espuripedio en el último segmento abdominal. Algunas larvas comen durante todo el día, otras lo hacen durante la noche. Los adultos son mariposas de tamaño medio, grises, con antenas filiformes en los machos y plumosas en

las hembras. Alas anteriores grises con o sin manchas. Las alas posteriores oscuras a blancas. Abdomen cubierto de pelos. Según la especie, dejan caer los huevos en vuelo o los colocan de manera individual, en grupos simples pero numerosos, en grupos numerosos uno sobre otro, en grupos numerosos uno sobre otro pero cubiertos con pelos y escamas del abdomen.

### ***Syngrapha gammoides* (cuncunilla verde de la papa)**

En la temporada 2008/2009, en la Región de La Araucanía se detectaron intensas posturas de la *Syngrapha gammoides* de octubre a diciembre en las diferentes localidades de la región, sin embargo la larva no fue vista consumiendo hojas u otros órganos aéreos de esta especie floral. Se postula que su atracción a las peonías sería la secreción azucarada que expelen los botones florales al acercarse la cosecha, ya que después de esta etapa no se han detectado huevos en las hojas. Aguilera (2011), indica que en las temporadas 2009/2010 y 2010/2011, después de revisar al azar más de 5.000 hojas en cada temporada, no se detectaron huevos en el cultivo. La razón de esta situación se atribuye a las condiciones climáticas distintas en la temporada 2008/2009 con respecto a las temporadas 2009/2010 y 2010/2011. La temporada 2009/2010 se caracterizó por condiciones de sequía y períodos calurosos, por lo que la vegetación natural desapareció tempranamente y en estos casos, los insectos tienden a buscar su alimento en un radio más amplio incluyendo los cultivos. Por otra parte, en las temporadas siguientes (2009/2010 y 2010/2011), se presentaron condiciones que desfavorecerían la atracción de la cuncunilla verde de la papa hacia las peonías, ya que las primaveras al ser lluviosas, diluyen o lavan la sustancia azucarada que emite el botón floral y por otro lado, la oferta floral de especies silvestres es más abundante.

**Distribución.** Debido a los problemas de rechazos en las exportaciones durante la temporada 2008/2009, esta especie ha sido descrita con mucho detalle por Ibañez et al. (2009) y Aguilera (2011), para la Región de la Araucanía, sin embargo, se puede encontrar desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Los Lagos, incluido el archipiélago de Juan Fernández. Es una especie neotropical, registrada también en Bolivia y Perú.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El estado adulto de la *Syngrapha gammoides* es una mariposa que puede alcanzar 5 cm con las alas extendidas, (Figura 7.16 a). Su cabeza es poco destacable con antenas filiformes. Cuerpo gris piloso de 2 cm de largo. Alas anteriores oscuras, con colores poco

definidos, levemente brillantes, algo bronceadas con una mancha dorada semejante a la letra griega gamma ubicada casi en el centro con una mácula algo rojiza en la base hacia el margen posterior; margen lateral levemente aserrado. Alas posteriores pardas, oscuras hacia el margen lateral y posterior, este último con una débil franja cremosa o blanquecina. La actividad del adulto se inicia en octubre con vuelos al crepúsculo y durante las primeras horas de la noche visitando las plantas, buscando las flores para libar el néctar. A diferencia de varios otros nóctuidos, que colocan sus huevos agrupados, la hembra adulta de la cuncunilla verde de la papa pone sus huevos blancos, de uno a tres, aislados (Figura 7.16 b y c), de preferencia en el envés de las hojas, aunque también se han detectado huevos en tallos y botones florales de peonías. Los huevos son algo achatados de 0,05 a 0,06 cm de diámetro. En observaciones efectuadas bajo condiciones de laboratorio, con una temperatura y humedad relativa promedios de 20 °C y 65%, respectivamente, la eclosión se produce entre los seis a siete días. La larva neonata de primer estadio presenta su cabeza negra de 0,03 cm de diámetro máximo y en su cuerpo cremoso se destacan pequeños tubérculos a lo largo del mismo, con pelos blanquecinos insertos en el dorso, (Figura 7.16 e). Se desplazan casi juntando las patas del tórax con el primer par de espuripedios de los tres pares más destacables que posee en el tagma abdominal. La cabeza negra, al pasar a su segundo estadio cambia a verde. Con cinco a seis estadios alcanza su pleno desarrollo midiendo su cápsula cefálica 0,2 cm de diámetro. El desarrollo larvario se cumple entre 20 a 25 días, alcanzando 3,5 cm de largo, (Figura 7.16 f). Luego entra a un período inactivo de pre-pupa durante dos días, aquí la larva se encoge y engruesa y se envuelve en un capullo sedoso adherido a las hojas, a través, del cual se puede observar su transformación al estado de crisálida, (Figura 7.16 g), que es de color verdoso oscuro. En este estado permanece durante 17 a 20 días, para luego emerger como adulto e iniciar un nuevo su ciclo. Se estima que durante la temporada puede alcanzar hasta cinco generaciones dependiendo de las temperaturas de cada región productora de peonías. Inverna como crisálida en rastros de malezas, (Ibáñez et al., 2009; Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Achicoria, alcachofa, aliso, alfalfa, chinilla, crepis, diente de león, espárrago, maravilla, papa, poroto, raps, remolacha, tomate, trébol blanco, trébol rosado.

**Daños.** Los adultos no causan daño, incluso pueden actuar como polinizadores. La larva es el estado superficial siendo considerada una plaga secundaria en cultivos tradicionales de hoja ancha. En espárragos consumen brotes y

tallos tiernos. En peonías la presencia de huevos es causa de rechazos por ser considerada una plaga cuarentenaria para Estados Unidos.

**Control natural.** Entre los agentes bióticos de control natural destacan los entomófagos parasitoides *Gonia pallens*, *Incarnia chilensis*, *Siphona geniculata*, *Siphonopsis brasiliensis*, que corresponden a moscas (Dípteros) de la Familia Tachinidae, (Aguilera, 2011).

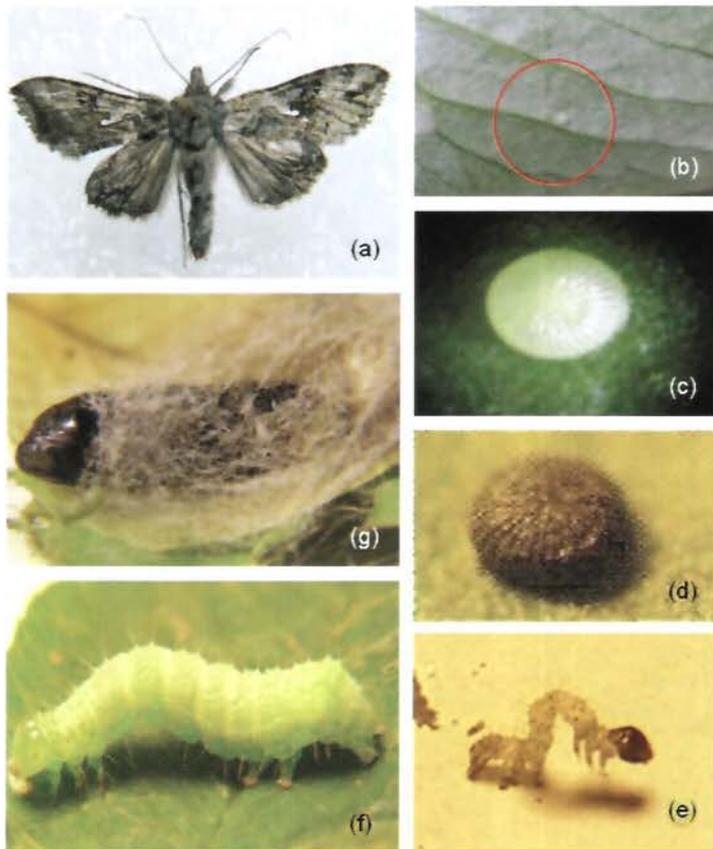


Figura 7.16. *Syngrapha gammoides* (cuncunilla verde de la papa), a: adulto, b: huevo fértil en el envés de una hoja de peonía, c: detalle de un huevo fértil, d: huevo infértil, e: larva neonata de primer estadio, f: cuncunilla (larva adulta), g: estado de crisálida, (Ibáñez et al., 2009, Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** En los cultivos de peonías, el control artificial debe estar orientado a evitar la postura de huevos en el cultivo. Por el momento, Aguilera (2011), sugiere el uso de los insecticidas azadirachtina (Neem), carbaril (Sevin), clorpirifos+cipermetrina (Lorsban Plus), con

aplicaciones al atardecer, como una medida preventiva, que no asegura una total ausencia de huevos en las varas que se cosechen. Alternativas complementarias pueden ser, practicar el cultivo de peonía bajo malla raschel o utilizar cámaras de luz UV para detectar los huevos en las varas florales antes de ser embaladas.

### *Copitarsia decolora* (cuncunilla de las hortalizas)

**Distribución.** En el país, desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Aysén. En la Región de la Araucanía ha sido descrito por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).



Figura 7.17. Cuncunilla de las hortalizas (*Copitarsia decolora*), a: adulto, b: postura, c: larva, d: pupa, (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** La mariposa adulta de la cuncunilla de las hortalizas mide hasta 4 cm de ancho con las alas extendidas, (Figura 7.17 a). Las alas anteriores son castaño-grises con tres bandas angostas más oscuras que recorren irregularmente las alas desde el margen anterior al posterior y en el centro con tres manchas circulares claras. Las alas posteriores son grises con el margen externo blanco cremoso, con notoria venación que se divide en la mitad de su recorrido. Cabeza oscura, antenas filiformes. Tórax y abdomen oscuros. Los adultos, de hábito crepuscular o nocturno, comienzan a volar en octubre. Las hembras depositan sus

huevos en las hojas en grandes cantidades, alineados unos al lado del otro, en varias filas, limpios sin pelos y escamas. La hembra tiene la capacidad de colocar sobre 800 huevos, (Figura 7.17 b). A los siete días los huevos eclosionan y las numerosas larvas se dispersan por la planta y comienzan a comer las hojas o los pétalos. Las larvas de esta especie, varían de color según el hospedero que consumen, pero, por lo general son verdes con una banda blanca amarillenta en el costado inferior y a lo largo del cuerpo (Figura 7.17 c). Después de seis mudas alcanza su pleno desarrollo. Antes de terminar su último estadio desciende al suelo y se entierra para pupar o crisalidar (Figura 7.17 d). La crisálida es café y este estado dura aproximadamente 30 días. Luego emerge el adulto y se reanuda el ciclo por tres a cuatro veces en el año, inverna como crisálida, por lo tanto es un insecto policíclico, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Ajo, alcachofa, alfalfa, ballica, cebolla, clavel, espárrago, frambueso, frutilla, garbanzo, gladiolo, jobjoba, kiwi, liliun, maíz, manzano, maravilla, papa, pistacho, raps, remolacha, repollo, tabaco, trigo, tulipán, vid.

**Daños.** La presencia de huevos de la cuncunilla de las hortalizas (*Copitarsia decolora*) en las hojas de peonías es fácilmente detectable y deben ser eliminados por el posible daño que causan las larvas al alimentarse y porque es un insecto considerado como plaga cuarentenaria para Estados Unidos. En flores abiertas, las larvas se alimentan de los pétalos, (Figura 7.18 a). Cuando la larva se encuentra en sus primeros estadios de desarrollo ingresa al botón floral de la peonía para consumirlo interiormente, de tal forma que el daño no es perceptible hasta que lo abandona, detectándose solo por el orificio que deja al salir, (Figura 7.18 b).



Figura 7.18. Daño ocasionado por la cuncunilla de las hortalizas (*Copitarsia decolora*), a: en pétalos, b: en el botón, (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

**Control natural.** *Atelolotus ruficornis*, *Incamyia chilensis* Aldrich, *Winthemia ignobilis*, *Trichogramma brasiliensis*, *Trichogramma evanescens*, *Trichogramma fasciatum*, *Thymebatis hichinsi*, *Zoopthora radicans*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Si han emergido los huevos y las larvas se encuentran en sus primeros estadios se puede aplicar un insecticida regulador del crecimiento perteneciente al grupo de las acilureas. Si se encuentran larvas más desarrolladas se sugiere aplicar un insecticida de ingestión y contacto del grupo de los fosforados de síntesis, carbamatos o piretroides o productos formulados en mezcla de un fosforado con un piretroide. Azadirachtina, piretro, rotenona corresponden a insecticidas botánicos naturales, también de acción de ingestión y contacto, los cuales se recomienda aplicarlos al atardecer por su alta sensibilidad a los rayos solares, que acortan su efecto residual para el insecto, (Aguilera, 2011).

### ***Dalaca pallens* (cuncunilla negra del trébol)**

**Distribución.** Desde la Región de Coquimbo a la Región de Aysén. En la Región de la Araucanía ha sido descrito por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Los adultos de la cuncunilla negra del trébol son mariposas que miden hasta 4 cm de ancho con las alas extendidas, (Figura 7.19 a). La cabeza con pilosidad gris; antenas algo amarillentas, largas, bipectinadas en ambos sexos. Tórax del mismo color de la cabeza. Alas anteriores ocres a grises, con dos bandas blancas u oscuras y algunas manchas del mismo color de las bandas. Alas posteriores algo grisáceas. Huevos redondos, negros (Figura 7.19 b). Las larvas plenamente desarrolladas miden casi 5 cm de largo con la cabeza café rojiza, cuerpo gris oscuro, cilíndrico, aterciopelado, con pelos claros y los espuripedios en los segmentos tres al seis, además uno en el extremo posterior del abdomen. Los adultos vuelan en pleno verano. Las hembras de *Dalaca pallens* ponen alrededor de 2000 huevos, en vuelo sobre la vegetación. Las larvas (Figura 7.19 c), nacen en marzo y construyen su habitáculo cubierto de seda hasta a 20 cm de profundidad cuando se encuentran en su pleno desarrollo. Durante la noche salen de su galería para alimentarse de las plantas. Comienzan a crisalidar en noviembre y en enero salen los adultos a volar para iniciar un nuevo ciclo de vida, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Arándanos, ballica, festuca, frambueso, pasto miel, pasto ovillo, tréboles, trigo.

**Daños.** La larva de la cuncunilla negra del trébol corta plantas emergentes y su comedura daña los tallos de plantas más desarrolladas, consumiendo las hojas basales (Figura 7.19 d). Plaga ocasional ya que no siempre está presente en las peonías.

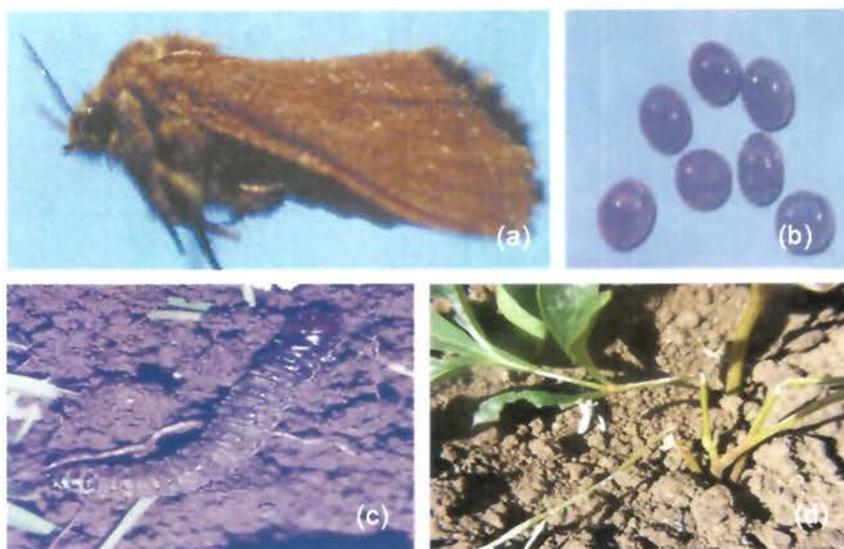


Figura 7.19. Cuncunilla negra del trébol (*Dalaca pallens*), a: adulto, b: huevos, c: larva, d: daño, (Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

**Control natural.** *Calosoma sp.*, *Notodytes aurea*, *Notodytes variabilis*. Aves nocturnas y diurnas que consumen larvas. También se presenta un alto grado de canibalismo en larvas crecidas, que reducen la población desde agosto en adelante, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Si es necesario controlar la cuncunilla negra del trébol, Aguilera (2011), sugiere aplicar al atardecer insecticidas del grupo de los piretroides hasta julio o insecticidas reguladores del crecimiento cuando las larvas están en sus primeros estadios durante abril y mayo.

### Gusanos cortadores

Se denominan gusanos cortadores a larvas de lepidópteros, que tienen hábito nocturno, causando daño durante la noche cuando se alimentan de plantas jóvenes, que cortan a la altura del cuello. Durante el día permanecen en el suelo enterradas cerca de sus plantas hospederas. En algunas zonas del país son importantes plagas de las hortalizas consideradas como plagas claves o primarias. Los adultos son mariposas nocturnas de colores opacos,

ocres, grises con o sin manchas en sus alas anteriores. Las alas posteriores se presentan blancas a grises u ocres oscuras.

### *Agrotis ipsilon* (gusano cortador de las chacras)

**Características generales.** La cuncunilla grasienta o gusano cortador de las chacras, es otro insecto descrito en peonías por Aguilera, Chahín y Luchsinger, (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Distribución.** Ha sido descrita desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Aysén. También es mencionada para Isla de Pascua. Es una especie cosmopolita.

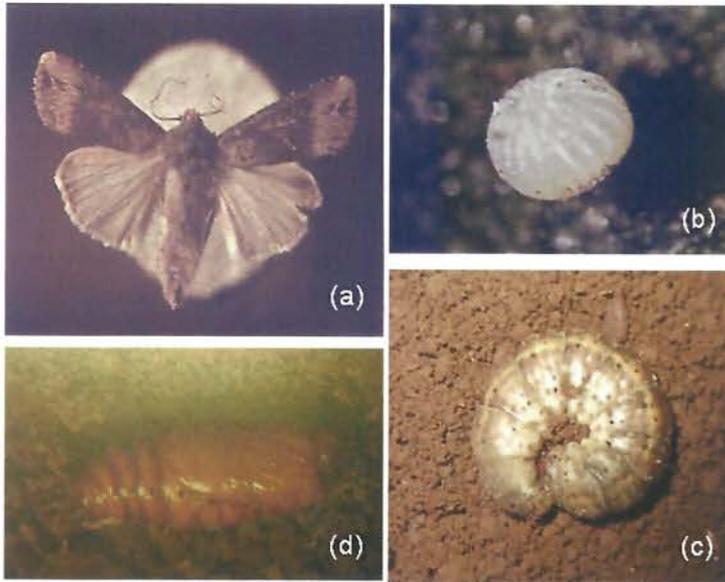


Figura 7.20. Gusano cortador de las chacras (*Agrotis ipsilon*), a: adulto, b: huevo, c: pupa, d: larva, (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El estado adulto del gusano cortador de las chacras es una mariposa de 3 a 5 cm de ancho con sus alas extendidas (Figura 7.20 a). Cabeza gris oscura, antenas filiformes. Tórax oscuro con las alas anteriores castaño oscuro y el tercio apical un tanto más claro, alas posteriores más claras con la venación destacable. Abdomen piloso más claro que el tórax. La hembra pone los huevos blancos (Figura 7.20 b) en gran cantidad, dispersos en grietas o en la superficie suelo, también en las hojas de las plantas. Las larvas nacen a los cinco o diez días, según la temperatura

promedio del ambiente, se introducen en el suelo y construyen una celda terrosa para protegerse, de la cual salen en la noche para comer raicillas, cortar el cuello de las plantas jóvenes y plántulas durante 25 días, período que se puede extender más de un mes a medida que baja la temperatura. La larva plenamente desarrollada mide hasta 4,5cm de largo con la cabeza café rojizo; cuerpo gris, opaco, de aspecto grasoso con una línea media dorsal amarillenta y dos bandas laterales menos notoria con el sector ventral verdoso amarillento, obscuro. Se enrosca cuando es molestada, (Figura 7.20 c). La pupa es café, desnuda, obtecta (Figura 7.20 d). Después de seis mudas comienzan a pupar, estado en el cual permanece alrededor de 15 días, para dar paso nuevamente, a la emergencia del adulto, que son más numerosos en verano. Son multigeneracionales o polivoltinos, es decir en el año se suceden entre tres a cinco generaciones, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Ají, alcachofa, alfalfa, algodón, apio, avena, betarraga, cebolla, coliflor, crisantemo, dalia, espárrago, frambueso, frutilla, lechuga, maíz, melón, papa, pimentón, poroto, raps, remolacha, repollo, tabaco, tomate, trigo, zanahoria, zapallo.

**Daños.** La larva del gusano cortador de las chacras causa daño cortando plantas de peonías que están emergiendo, además se han detectado larvas atacando externamente al rizoma, provocando lesiones en su superficie y en los tallos, (Figura 7.21). Es una plaga que se considera potencial para peonías y en algunas localidades puede adquirir la categoría de plaga secundaria.



Figura 7.21. Daño ocasionado en los tallos de peonías por el gusano cortador de las chacras (*Agrotis ipsilon*), (Aguilera, 2011).

**Control natural.** El control natural del gusano cortador está dado por las siguientes especies: *Architas cirphis*, *Bonnetia compta*, *Carcelia formosa*, *Chaetogaedia monticola*, *Eucelatoria armígera*, *Euphorocera claripennis*, *Gonia longipulvilli*, *Gonia sequax*, *Lespesia archippivora*, *Madremyia saundersii*, *Sysiropa eudryae*, *Tachinomyia panaetius*, *Prosopochaeta fidelis*, *Apanteles bourquini*, *Macrocentrus collaris*, *Meteorus rubens*, *Amblyteles sp.*, *Ophion sp.*

**Manejo integrado.** Si se notan plantas de peonías jóvenes cortadas es conveniente remover el suelo para ubicar la larva y retirarla del terreno. En ataques más intensos se debe recurrir al control químico para controlar las larvas, utilizando insecticidas de ingestión o de ingestión y contacto, fosforados de síntesis, carbamatos, piretroides, siendo bastante efectivo el cebo venenoso similar al descrito para el control de langostas, (Aguilera, 2011).

### Hormigas

Aún cuando las hormigas no son una plaga propiamente tal, deben ser consideradas perjudiciales al igual que todos aquellos insectos que no siendo estrictamente fitófagos provocan daño al botón floral o a la flor semiabierta, (Hostachy y Savio, 2001; Chahín et al., 2010; Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010; Aguilera, 2011).

Tal es el caso de las especies de hormigas *Brachymyrmex giardii*, *Lasiophanes valdiviensis* y *Solenenopsis latastei*, que provocan un daño cosmético al tratar de alimentarse de la secreción azucarada que exudan naturalmente los botones florales de las peonías, antes de la cosecha, (Figura 7.22 a).

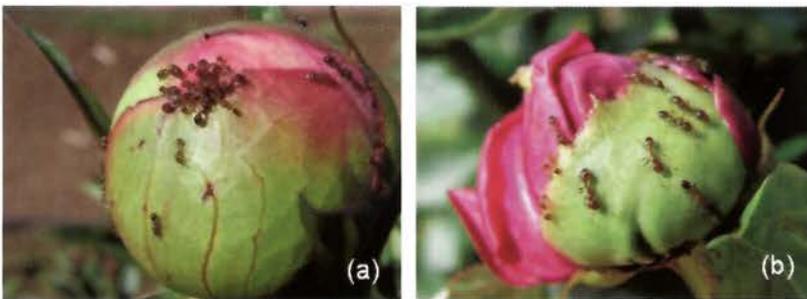


Figura 7.22. Hormigas sobre la superficie de un botón, a: alimentándose de néctar b: ejemplo de daño, (Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

**Distribución.** Las hormigas son insectos ampliamente conocidos y distribuidos por todo el mundo, considerándose como el grupo más exitoso de todos los insectos, (Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010; Chahín et al., 2010 y Aguilera, 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Viven en sociedad, formando grandes colonias con tres castas, cada una con una función específica, siendo las trabajadoras los ejemplares más numerosos y comúnmente visibles para las personas. Están presentes todo el año, pero se aprecian más en primavera y verano. En los países cálidos existen especies de hormigas que son fitófagas y devastadoras de cultivos, otras que conviven con otros insectos fitófagos como la relación mencionada entre el pulgón del melón y la hormiga argentina y otras, que tienen hábitos alimentarios omnívoros.

**Daños.** Las especies, (*Brachymyrmex giardii*, *Lasiophanes valdiviensis* y *Solenenopsis latastei*), que tienen un aparato bucal del tipo masticador fuertemente esclerotizado, logran dañar los sépalos y la superficie del botón (Figura 7.22 a), el cual presenta manchas necróticas oscuras que obligan a desechar la flor. Además producen raspaduras, cortes y orificios, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** En períodos con primaveras lluviosas, la presencia de estas especies de hormigas se reduce considerablemente. Al igual como ocurre con las moscas, aspersiones periódicas para otros insectos fitófagos contribuyen a aminorar el problema causado por las hormigas. En todo caso, sus visitas a los botones florales no son generalizadas y no justifican un control específico para ellas.

### **Langostas**

Son insectos comunes en verano. Tienen las antenas filiformes, por lo general más cortas que el largo del cuerpo, con sus órganos de la audición ubicados en los costados del primer segmento abdominal. Las patas posteriores se caracterizan por tener el fémur ensanchado, apto para saltar y los tarsos, de todas ellas, con tres segmentos. El macho atrae a la hembra con su canto, que emite frotando las patas posteriores con las alas anteriores que son coriáceas y angostas, denominadas tégmenes. Las alas posteriores son membranosas. Se alimentan de plantas y suelen ser muy voraces. Invernán al estado de huevo bajo la superficie del suelo, donde la hembra entierra los huevos con la ayuda de su oviscapto.

Las especies de langostas descritas por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011), en la Región de la Araucanía, son:

- *Dichroplous elongatus*
- *Dichroplus vittiger*

- *Trimerotropis ochraceipennis*
- *Cosmophylum pallidulum*

### ***Dichroplus elongatus* (langosta araucana)**

**Distribución.** La langosta araucana se distribuye desde la Región de Antofagasta a la Región de los Lagos.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** La langosta araucana mide 3,5cm de largo (Figura 7.23 a). Los machos son más pequeños y ambos ejemplares presentan tonalidades verdes en los lados. Dorso castaño claro. Patas del mismo color, con la cara interna del fémur pardo amarillento o verdoso. Las alas del estado adulto, sobrepasan el largo del abdomen cuando están en reposo. Abdomen castaño verdoso con algunas manchas oscuras. Abundante desde el comienzo del verano, especialmente cuando la primavera se presenta con escasas lluvias y algo calurosa. La hembra coloca sus huevos en el suelo con la ayuda de su oviscapto en febrero. Los estados ninfales se ven en octubre y el estado adulto desde fines de diciembre. Tiene un ciclo anual, por lo tanto se le considera un insecto unigeneracional o univoltino, (Aguilera, 2011).

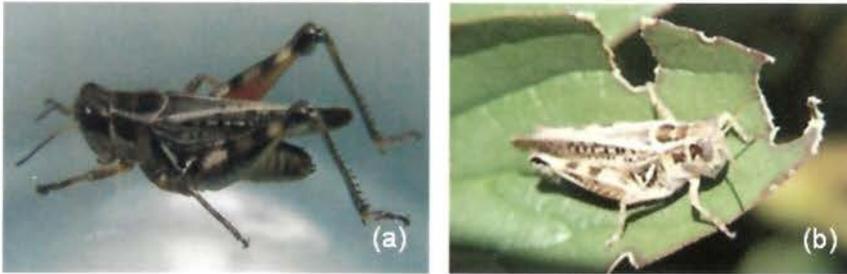


Figura 7.23. a: Langosta araucana (*Dichroplus spp.*), (Aguilera, 2011). b: Langosta ócrea (*Trimerothropis sp.*) y el daño causado en hojas de peonías, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Alfalfa, arroz, trébol, papa.

**Daños.** Los ejemplares de langosta araucana suelen atacar plantas jóvenes, cortándolas a escasos centímetros de la superficie del suelo, particularmente en períodos secos y calurosos, precedido de una primavera con escasas precipitaciones. En pleno verano los ejemplares adultos se alimentan del follaje ocasionando daños en los borde de las hojas. En periodos frescos y húmedos no suele causar daños en peonías. Es una plaga considerada secundaria, (Aguilera, 2011).

**Control natural.** El único enemigo natural entomófago conocido de langosta araucana corresponde a *Coptopteryyx gayi*.

**Manejo integrado.** Si fuese necesario controlar a la langosta araucana se puede recurrir al control químico tradicional, asperjando insecticidas del grupo organofosforados o carbamatos, sean éstos de ingestión o de ingestión y contacto, considerando el período de carencia de los productos a utilizar si aun se está cosechando la flor. También se puede preparar un cebo venenoso, elaborado con 50 kg de afrecho + 1 a 2 kg de insecticida de síntesis orgánica de formulación comercial WP + 1 kg azúcar o melaza+ agua, hasta formar grumos con el afrecho, insecticida y azúcar revueltos. Este preparado sirve para aplicar en una hectárea entre la hilera o en la hilera. Otra alternativa para preparar el cebo venenoso es reemplazando el insecticida órgano sintético por uno de origen inorgánico como el fluoaluminato de sodio conocido como criolita, que es exclusivamente de ingestión, aplicando cinco a 8 kg en la mezcla por hectárea, (Aguilera, 2011).

### ***Dichroplus vittiger* (langosta rayada)**

**Distribución.** Desde la Región de Coquimbo a la Región de Los Lagos. Además se registra su presencia en Argentina.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Los adultos de langosta rayada son pardo amarillentos, de 2 cm de largo. Presentan antenas café. Las alas se extienden un poco más allá del término del abdomen. Patas del mismo color del cuerpo, fémures de las patas posteriores rojizas por el lado interno y las tibias con gran cantidad de espinas. Abdomen castaño oscuro. Sobre el ciclo biológico de la langosta rayada no existen antecedentes, pero se asume que también las hembras ponen sus huevos enterrados en el suelo. Las ninfas nacerían en primavera y después de una quinta muda alcanzarían su pleno desarrollo en verano, con capacidad para volar. Los días secos y calurosos son óptimos para su actividad, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Alfalfa, arroz, avena, ballica, cebada, falaris, festuca, pasto ovilla, poroto, tréboles, trigo.

**Daños.** Los daños producidos por la langosta rayada son similares a los efectuados por la langosta araucana, por lo que también debe ser considerada como plaga secundaria. La langosta araucana es una especie simpátrida con la langosta araucana y la langosta ócrea.

**Control natural.** Como entomófago se menciona al díptero *Acridiophaga ebi* y al himenóptero *Pryonix spinola*.

**Manejo integrado.** Se sugiere utilizar el mismo procedimiento descrito para la langosta araucana.

### ***Trimerotropis achraceipes* (langosta ócrea)**

**Distribución.** Especie nativa, presente desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes, también existen registros en el archipiélago de Juan Fernández.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** La langosta ócrea mide hasta 3,5 cm de largo (Figura 7.23 b). Es parda amarillenta. Sus alas anteriores se caracterizan por presentar tres bandas transversales oscuras. Las antenas sobrepasan el protórax. Ejemplares de langosta araucana aparecen a inicios de primavera y los adultos sobreviven hasta el otoño. Sus hábitos son similares a los de las otras dos especies de langosta presentes en las peonías (araucana y rayada). En periodos secos y calurosos, las tres especies en conjunto causan daños en el cultivo, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Ñilhue, pasto miel, tabaco.

**Daños.** Como plaga secundaria en temporadas con sequía y calor, ejemplares de langosta ócrea provocan daños severos, cortando las plantas jóvenes. En verano se alimentan del follaje produciendo daños profundos en los bordes de las hojas.

**Control natural.** Los registros mencionan como enemigos naturales de langosta araucana a *Epicauta pilme*, *Acridiophaga caridei*, *Protodexia quaesita*, *Ceracia dentata*, *Sphex latreillei* y el Fungi *Entmophthora grilli*.

**Manejo integrado.** Lo señalado para langosta araucana y langosta rayada, cuando sea necesario.

### ***Cosmophyllum pallidulum* (langosta verde)**

**Distribución.** La distribución de la langosta verde se estima desde la Región de Coquimbo a la Región de La Araucanía.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Cuerpo de 3 a 4 cm de largo, verde, lateralmente deprimido. Antenas más largas que el cuerpo. Patas posteriores con el fémur alargado y las tibias tan largas como las patas anteriores y medias. La hembra con su oviscapto bastante desarrollado coloca sus huevos encastrándolos en hileras de cinco a diez en los márgenes de las hojas. Las ninfas se alimentan del área foliar, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Frambueso, limonero, naranjo.

**Daños.** Considerada plaga potencial en este cultivo. En la Región de la Araucanía no se han evidenciado daños de langosta verde en las hojas. Sólo se han observado adultos en Collipulli durante el mes de enero, posados en los brotes superiores de peonías.

**Control natural.** No hay registros de entomófagos para langosta verde.

**Manejo integrado.** No se justifica su control químico dada su categoría de plaga potencial.

### **Monroyes**

Se conoce con el nombre de monroyes a larvas grandes, cilíndricas, robustas, verdosas, glabras, con patas falsas o espuripedios desde el tercer al sexto segmento abdominal, con un cuerno o espina carnosa muy visible en el último segmento del abdomen. Los adultos corresponden a mariposas grandes de vuelos crepuscular o nocturno, aunque algunas especies son diurnas. Cuando se encuentra en vuelo se asemeja a un picaflores.

### ***Hyles euphorbiarum* (monroy del palqui)**

**Distribución.** Desde la Región de Atacama a La Región de La Araucanía. Presente en Argentina. En la Región de la Araucanía asociada al cultivo de peonías ha sido descrita por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y (Aguilera 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El adulto es una mariposa grande que llega a medir 10 cm de ancho con sus alas extendidas (Figura 7.24 a). Presenta el cuerpo cubierto por una densa pilosidad gris, con una línea blanca por los bordes del tórax que termina convergiendo en el extremo de la cabeza, pasando por sobre los ojos. Esta línea también converge desde su inicio hasta en centro del tórax. Antenas filiformes, grises y gruesas.

Alas anteriores con escamas del mismo color del tórax con una mancha, ancha y amarilla, que parte cerca de la base hasta la conjunción del margen anterior con el margen lateral; borde posterior y margen lateral blanco. Alas posteriores más pequeñas que las anteriores, con una mancha grande rosada y una más pequeña blanca; borde posterior blanco amarillento. Abdomen piloso, gris oscuro; dorso lateralmente con cuatro manchas negras, intercaladas con máculas blancas. Los adultos vuelan en primavera y colocan sus huevos aislados en el follaje de sus hospederos. La eclosión ocurre 15 días después de la postura. Las larvas crecen rápidamente, son verdes, glabras, con dos puntos negros, circundado por un halo blanco y éste encerrado por un círculo negro en cada segmento (Figura 7.24 b). Desde el tercer al sexto segmento presentan falsas patas o espuripedios, también en el último segmento. Dorsalmente presentan una línea amarilla y un cuerno rojizo carnososo al término del abdomen. La larva plenamente desarrollada migra hacia suelo para formar su cámara pupal con restos de vegetación. La pupa mide cerca de siete centímetros, café, con un cuerno en forma de bastón en la parte anterior, (Figura 7.24 c). Después de 30 días emerge el adulto en pleno verano. Es un insecto que presenta de dos a tres generaciones durante el año, (Aguilera, 2011).



Figura 7.24. Monroy del palqui (*Hyles euphorbiarum*), a: adulto y larva neonata, b: larva adulta, c: pupa, (Chahín et al., 2010; Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Ají, arveja, palqui, papa, verdolaga, vid.

**Daños.** La larva causa daños al comer parte de las hojas. Sin embargo no tiene una significación económica, debido a que se encuentra, habitualmente, aislada y a una densidad poblacional tan baja que a veces no suele ser detectada, a pesar que se presenta todos los años. Se considera una plaga potencial para las peonías.

**Control natural.** *Podosturnia milinari*, *Sturmia insignis*, *Apanteles sp.*, *Podisus chilensis*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Si se encuentra un ejemplar se puede coleccionar manualmente y retirarlo del cultivo. No se justifica el método químico de control.

### **Moscas**

Las moscas son numerosas en especies y cada especie abundante en ejemplares. Se distinguen de otros grupos de insectos porque los estados adultos solo tienen un par de alas anteriores membranosas aptas para el vuelo. Las alas posteriores están reducidas a un par de pequeños apéndices que se denominan balancines o halterios, que le sirven para mantener el equilibrio cuando están en vuelo, siendo las moscas el único grupo con dos alas que tienen estos apéndices en reemplazo de las alas funcionales. La mayoría de las moscas son insectos de tamaño mediano a muy pequeño, de variados colores, algunas glabras, otras con abundantes pelos y cerdas (Figura 7.25). En diversos países, principalmente en aquellos tropicales, son importantes transmisoras de enfermedades para el hombre como disenterías, del sueño y fiebre tifoidea. Otras, en diversas latitudes, son importantes plagas para la agricultura y la ganadería, causantes de grandes pérdidas económicas. Por otro lado, numerosas especies son importantes por el beneficio que aportan al hombre como agentes polinizadores de hortalizas, frutales y forrajeras y también como depredadoras y parasitoides de innumerables plagas.

Debido a la secreción azucarada que emiten los botones en estado pre-cosecha, las peonías se convierten en una gran atracción para muchos insectos, que aprovechan esta condición natural de la planta para alimentarse. Sin embargo, al defecar manchan el botón con pintas negras y la flor debe ser descartada para la exportación. Así ocurre con la mosca común, *Musca domestica* (Muscidae), *Incamiya chilensis* (Tachinidae) y otras moscas de las familias Sarcophagidae, Syrphidae y Calliphoridae. Curiosamente, *Incamiya chilensis* es una mosca benéfica entomófaga parasitoide de numerosas especies de cuncunillas, (Aguilera, 2011).

Las moscas en general, no son consideradas plagas agrícolas y por lo tanto no tienen una categorización como tal, pero producen un daño “cosmético” al botón floral. Las trampas adhesivas para trips, sirven también para apreciar las poblaciones de moscas, (Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010; Chahín et al., 2010, Aguilera, 2011).

**Control natural.** No hay registro de enemigos naturales en Chile.

**Manejo integrado.** En las peonías, dado el carácter de plaga ocasional muy esporádica, en cultivos de campo a cielo abierto no se justifica utilizar métodos artificiales de control. Aspersiones efectuadas en el cultivo para otros insectos fitófagos ayudan a disminuir el problema causado por las moscas. En condiciones de cultivos bajo invernadero la mosquita de los champiñones podría tener mayor incidencia por lo que se sugiere, mantener el cultivo libre de materia orgánica en descomposición y restos de cosecha y evitar el exceso de humedad ambiental. Si fuese necesario intervenir químicamente el cultivo se sugiere aplicar un insecticida orgánico de síntesis como un fosforado, carbamato, piretroide o neonicotinoide, (Aguilera, 2011).

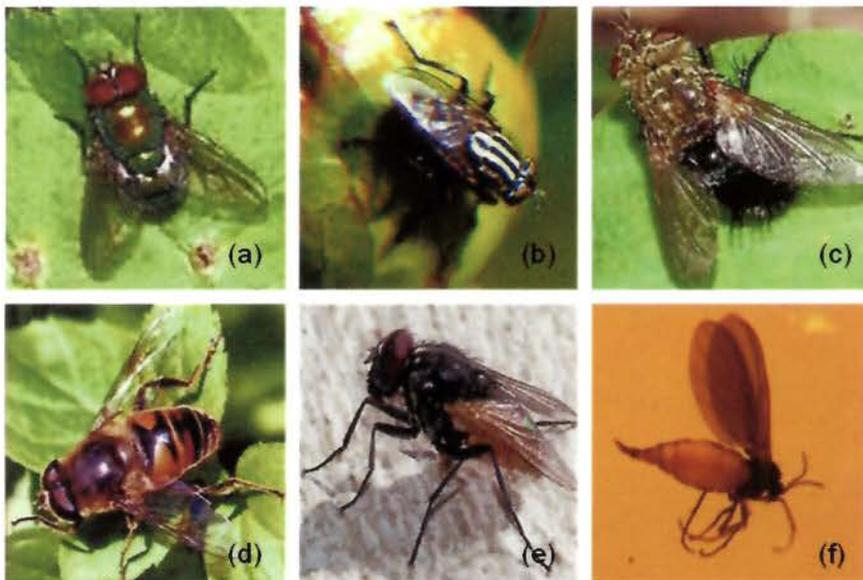


Figura 7.25. moscas y mosquitas encontradas en el cultivo de peonías en la Región de la Araucanía, a: Calliphoridae, b: Sarcophagidae, c: Tachinidae, d: Syrphidae, e: Muscidae, f: Sciaridae, (Aguilera, 2011).

### ***Bradisia coprophila* (mosquita de los champiñones)**

**Distribución.** Como un problema para las peonías se ha registrado en la Región de la Araucanía por Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Los ejemplares adultos de esta especie son moscas muy pequeñas de 0,3 cm de largo, negras o grises oscuras. Cabeza pequeña, con los ojos juntos sobre la base de las antenas. Las antenas

son cortas, gruesas y destacadas. Tórax encorvado. Alas algo ahumadas con venación simple. Patas largas comparadas con tamaño del cuerpo. La hembra pone más de 80 huevos y su ciclo vital se cumple entre 18 a 23 días, aunque puede acortarse a 15 días si las condiciones ambientales son óptimas para el insecto y cuenta con un sustrato que favorezca su desarrollo. La larva se desarrolla en ambientes húmedos y con abundancia de materia orgánica o vegetales en descomposición, (Figura 7.26 a y b). En plantas cultivadas su presencia está asociada a otros ataques de insectos que producen lesiones en el sistema radical o al inicio de enfermedades causados por diversos organismos patógenos, apresurando el proceso de alteración de los órganos atacados, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Trébol rosado, alium, iris, liatris.

**Daños.** La mosquita de los champiñones aparece en coronas de peonías cuando ya se ha iniciado un ataque por hongos o bacterias, favoreciendo y desarrollándose en la pudrición de los tejidos, (Figura 7.26 a y b). Por ello se considera una plaga ocasional y secundaria, (Aguilera, 2011).

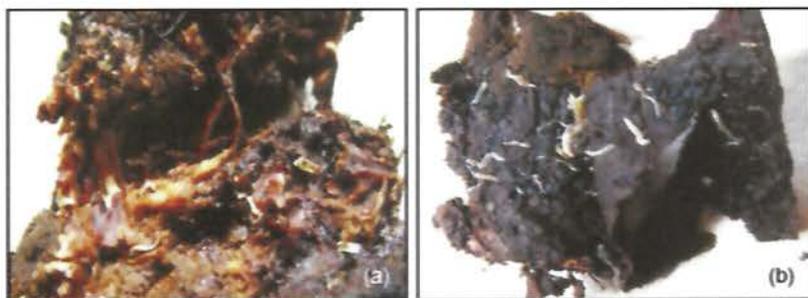


Figura 7.26. Larvas de la mosquita de los champiñones (*Bradisia coprophila*), presente en las coronas de peonías al inicio del ataque de hongos o bacterias, (Aguilera, 2011).

### **Pololos o gusanos blancos**

Estos insectos, que en su estado larvario se conocen como gusanos blancos, se caracterizan por sus alas anteriores endurecidas o esclerotizadas conocidas como élitros, que protegen las alas posteriores membranosas aptas para el vuelo. Los pololos son especies fitófagas reconocidas como plagas severas y enterradores de materia orgánica. Muchos adultos son de variados y hermosos colores con el dorso glabro o con pelos blancos ralos, ovalados o algo elongados, convexos, con antenas lameladas, con ocho a once segmentos. Las hembras presentan las tibias de sus patas anteriores dilatadas y los bordes dentados, adaptadas para cavar. De vuelo nocturno

que al ser atraídos por la luz, suelen volar alrededor de luminarias. En su estado larvario se conocen como gusanos blancos.

### ***Hylamorphia elegans* (San Juan o pololo verde)**

**Distribución.** El San Juan verde se encuentra presente desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos. Este insecto ha sido descrito asociado al cultivo de peonías en la Región de la Araucanía por Aguilera, Chahín y Luchsinger, (2010); Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El insecto adulto mide entre 1,5 y 1,8 cm de largo y 0,80 cm de ancho como máximo. Dorsalmente verde brillante con escasa pilosidad blanca, (Figura 7.27 a). Cabeza verde con un reborde oscuro en el sector anterior, antenas café claro. Tórax con el pronoto y escutelo del mismo color de la cabeza, élitros también verdes, algo dorados en el sector humeral y también en el sector posterior de los mismos. Patas verdes con dorado y pelos blancos, las hembras con las patas anteriores más oscuras, café y dentadas. Parte ventral del cuerpo con pilosidad blanca. Huevo prácticamente redondo, blanco cremoso, liso, brillante. Larva del tipo escarabaeiforme, en forma de la letra C cuando está en reposo, con pelos ralos y castaños, cabeza expuesta, notoria, café, con fuertes mandíbulas, patas blancas con pelos, (Figura 7.27 b). Cuerpo plumoso, algo transparente y abultado en su extremo posterior. Plenamente desarrollado y próximo a terminar su ciclo se presenta de color amarillo-cremoso, de 2,5 cm de largo y 1.0 cm de ancho. La larva se distingue por la abertura anal, ubicada en el sector del ráster, presentándose como una línea arqueada con sus extremos hacia el interior, rodeada de pelos largos y cortos bien destacables. Pupa del tipo exarata, ovalada, de 2,0 cm de largo, castaño clara, con su exuvia larval cubriendo su cuerpo, pero con el dorso semi-abierto en su largo. El ciclo vital del San Juan verde dura un año, por lo tanto es un insecto univoltino. Su vuelo cumbre en la Región de la Araucanía ocurre desde mediados de diciembre a la segunda semana de enero. Machos y hembras se congregan en los robles o hualles para alimentarse del follaje y copular. Las hembras fecundadas vuelan durante el crepúsculo y el anochecer para depositar sus huevos en el cultivo, enterrados a unos 5 cm en el suelo. Después de la postura, entre los 10 a 25 días ocurre la eclosión, iniciándose el estado larvario subterráneo, conocido como gusano blanco, el cual se desarrolla pasando por tres estadios a 10 o 15 cm, enterrados, alimentándose de las raicillas y raíces de sus hospederos, antes de pupar. A contar de fines de octubre comienza el período de pupación de los primeros ejemplares, el cual

se intensifica en noviembre. En diciembre emergen los adultos del suelo, para reiniciar el ciclo anual. Extraordinariamente, se han determinados vuelos de unos pocos ejemplares adultos en septiembre, (Aguilera, 2011).

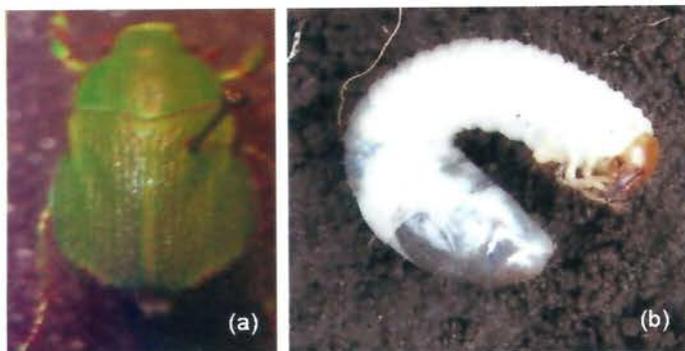


Figura 7.27. Pololo o San Juan verde (*Hylamorpha elegans*), a: adulto, c: larva, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Abedul, acacia, achicoria, alfilerillo, arándano, arvejilla, avellano europeo, avenilla, avena, ballica, cerezo, cebada, centeno, coigüe, cola de zorro, chamico, diente de león, duraznillo, frambueso, fresno, fromental, hierba del chancho, hualputra, pasto miel, pato ovilla, raps, raulí, roble, siete, venas, tréboles, trigo, (Aguilera, 2011).

**Daños.** No se han observado adultos del San Juan alimentándose del follaje de las peonías, aún cuando se registraron capturas en la trampa de luz instalada en las inmediaciones del cultivo de peonías en la IX Región. Sí se ha determinado la presencia del gusano blanco de tercer estadio en las coronas de peonías durante septiembre, al evidenciarse plantas no emergidas, (Figura 7.28 a y b). Este problema no se ha presentado, en todas las temporadas, por lo que se considera una plaga ocasional.

**Control natural.** Como agentes bióticos de control natural se mencionan a los entomófagos *Calosoma sp.*, *Ceroglossus sp.*, *Pterostichus sp.*, *Psilocephala sp.*, *Cratopoda sp.*, *Morphodexia barrosi* y *Elaphroptera sp.* Entre los entomopatógenos se menciona a los hongos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* y al nemátodo *Pristionchus sp.*, adaptado a suelos fríos de la Región de la Araucanía, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Ante un eventual control de gusanos blancos asociados a las peonías, se deben efectuar aplicaciones al suelo a fines del verano,

utilizando altos volúmenes de agua por hectárea. Aplicaciones más tardías no suelen dar los resultados esperados. Los gusanos blancos de segundo y tercer estadio generalmente huyen del insecticida, enterrándose más allá de su hábito normal. Dentro de las perspectivas futuras para el control de estos insectos al estado larvario, se visualiza el uso de entomopatógenos, con cepas seleccionadas de hongos de los Géneros *Metarhizium* y *Bacoveria*, además de nemátodos del Género *Pristionchus*.

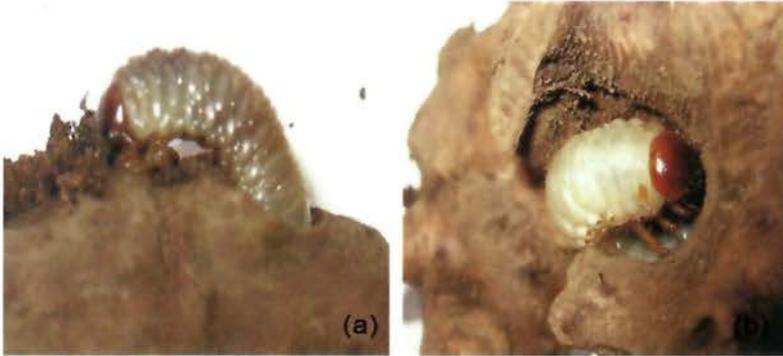


Figura 7.28. a y b: Galerías provocadas por larvas del pololo o San Juan en coronas de peonías, (Aguilera, 2011).

### Pulgones

Están distribuidos, principalmente, en las zonas templadas, habiéndose detectado unas 3.500 especies, de las cuales 500 son plagas de los cultivos. De todas ellas hay algunas que sólo afectan a un solo cultivo (monófagas) y otras a gran número de ellos (polífagas), (Pedigo y Rice, 2009).

Los pulgones o áfidos son insectos pequeños de cuerpo blando con aspecto globoso, con un tamaño medio entre 1 y 10 mm, presenta antenas largas igual a la longitud del cuerpo o cortas no alcanzando en longitud la mitad del cuerpo del insecto. Poseen cuatro alas membranosas, existiendo generaciones ápteras en una misma especie. Caracteres morfológicos típicos de los pulgones o áfidos lo constituyen, los sifones o cornículos y una estructura en el extremo del abdomen denominada cauda. A través de los dos tubitos, sifones o cornículos, de distinto tamaño y forma según la especie, segregan sustancias ceras como forma de protección. Por ejemplo, el pulgón harinoso o lanífero posee glándulas productoras de cera con la que se recubre. Hay pulgones ápteros (sin alas) que tienen el tórax y abdomen unidos y pulgones alados con tórax y abdomen perfectamente separados. Su color puede variar del blanco al negro, pasando por amarillo, verde y pardo.

Los áfidos presentan un ciclo de vida complejo debido a las diversas fases por las que pasan y a las formas que adoptan, tan diferentes entre sí que en algunos pulgones, se induce a ser considerados como especies distintas, (Figura 7.29).

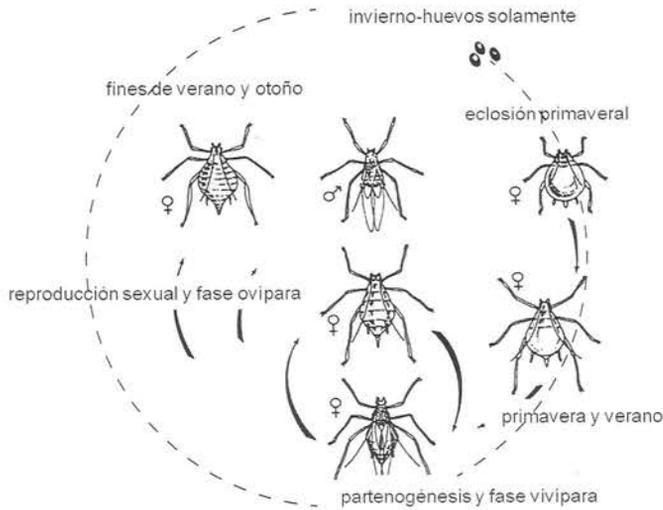


Figura 7.29. Esquema representativo del un ciclo estacional simplificado en áfidos, (Pedigo y Rice, 2009).

Los pulgones que realizan el ciclo completo se denominan holocíclicos y los que prescinden de la fase sexuada y en consecuencia no realizan el ciclo completo, se les llama anholocíclicos, es decir, si el invierno es benigno se reproducen solo por partenogénesis.

Según la planta hospedante pueden distinguirse, pulgones monoecios o especies que solo viven sobre una planta hospedante y heteroecios que alternan las plantas hospedantes, es decir, pasan el invierno en un tipo de planta y en primavera cambian a plantas herbáceas, generalmente cultivadas. Según la forma de reproducción, los pulgones pueden ser: vivíparos, que son aquellos que dan nacimiento a crías vivas y ovíparos, que son aquellos que ponen huevos, (Pedigo y Rice, 2009).

La presencia de áfidos asociados a problemas en el cultivo de peonías ha sido citada, entre otros autores, por Bailey (1993), Stevens et al. (1993), Stevens (1998), Carrillo (1999) y Fredes (1999), Rogers (1995), Page (2005), McGeorge (2006), Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010), Aguilera (2011).

Estos insectos pueden ocasionar distintos tipos de daños al cultivo. Los efectos directos se deben, a la alimentación de ninfas y adultos sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan del xilema) y porque el ataque de pulgones, con su aparato picador-chupador, incorpora toxinas a la savia produciendo decoloración, encarrujamiento de las hojas y limitación del crecimiento. Como la savia (floema) es pobre en proteínas y rica en azúcares, los áfidos deben tomar gran cantidad para conseguir suficientes proteínas pero al mismo tiempo deben excretar el exceso de azúcar como una sustancia líquida azucarada comúnmente conocida como melaza o mielecilla, que se deposita en el envés de las hojas y luego cae al haz de la hoja de abajo favoreciendo el desarrollo de fumagina o negrilla, que es un conjunto de hongos o mohos con aspecto de hollín o tizne (Capítulo 6), lo que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y un descenso de la producción.

Los daños indirectos, están dados porque pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos y por la proliferación de fumagina que resta calidad a las varas florales. Los pulgones o áfidos, constituyen el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de virosis, que normalmente es realizada por las formas aladas.

Con el fin de monitorear la presencia de especies de pulgones en las peonías, se utilizaron trampas Moerick amarillas, instaladas desde el inicio de la emergencia en cada temporada y las principales especies de pulgones asociadas al cultivo de peonías en la Región de la Araucanía, fueron: *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*, (Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010; Chahín et al., 2010 y Aguilera, 2011).

### ***Aphis gossypii* (pulgón del melón)**

**Distribución.** Desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de La Araucanía, también se encuentra en Isla de Pascua. Cosmopolita.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** La hembra alada mide entre 0,15 a 0,2 cm de largo. Cabeza negra con los ojos rojo oscuro con antenas negras, extendiéndose un poco más allá de la mitad del cuerpo sin alcanzar los sifones o cornículos. Protórax negro con una banda verde oscuro. Abdomen verde oscuro, por lo general con una o dos bandas negras delgadas en la mitad de los primeros segmentos. Sifones negros, cortos. Cauda pálida,

con tres cerdas en cada lado y más corta que los sifones. Las hembras no aladas son similares en tamaño y colorido a las aladas. El pulgón del melón es holocíclico y heteroecio. Inverna al estado de huevo y a inicios de primavera aparecen las ninfas que alcanzan su pleno desarrollo como hembras no aladas y cuando la población aumenta aparecen las hembras aladas migrantes, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Alcachofa, alcayota, alfalfa, algodón, apio, arándano, arveja, chirimoyo, ciruelo, cítricos, coliflor, espárrago, espinaca, guayabo, haba jazmín, lechuga maíz, malva, maravilla, melón, níspero, palto, papa, pimiento, rábano, repollo, sandía, sauce, tomate, trébol, zapallo.

**Daños.** Se han observado colonias del pulgón del melón con ejemplares alados y no alados en botones de peonías, asociados a la hormiga argentina (*Linepithema humile*= *Iridomyrmex humilis*), que se constituye en una protectora de pulgón, al cual traslada interfiriendo en la acción de los enemigos naturales. A cambio, las hormigas obtienen su alimento constituido por la mielecilla que expelen los pulgones. El pulgón del melón en el cultivo de peonías, es un insecto fitófago que se considera como una plaga ocasional, pero es vector de numerosas enfermedades provocadas por virus.

**Control natural.** En Chile se registran los siguientes entomófagos del pulgón del melón: *Chrysoperla sp.*, *Adalia bipunctata*, *Adalia deficiens*, *Cycloneda sanguinea*, *Eriopis connexa chilensis*, *Hippodamia convergens*, *Hyperaspis sphaeridioides*, *Scymnus bicolor*, *Aphidoletes, sp.*, *Aphidimiza*, *Allograpta hortensis*, *Alograpta pulchra*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae*, *Lysiphlebus testaceipes*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Por la condición de ser el pulgón del melón un transmisor de virus se debe controlar cuando aparecen los primeros ejemplares en la trampa Moerick. Para ello se sugiere utilizar insecticidas de acción sistémica o de reconocida acción translaminar si el pulgón del melón está ubicado en el envés de las hojas. Cuando el pulgón está asociado a la hormiga argentina es recomendable usar un insecticida sistémico en mezcla con un piretroide y repetir la aplicación después de 15 a 20 días.

### ***Aulacorthum solani* (pulgón de las solanáceas)**

**Distribución.** Aguilera, Chahín y Luchsinger, (2010), Chahín et al., (2010) y Aguilera (2011), lo describieron en las peonías de la Región de la

Araucanía, pero está distribuido desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos. Es un insecto cosmopolita.

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Las hembras aladas miden hasta 0,3cm de largo. Tanto la cabeza como el protórax son de color café-verdoso. Las antenas son más largas que el cuerpo con los tubérculos antenales paralelos y sus ápices oscuros, también el segundo segmento, tercero, cuarto y quinto. Las patas se presentan con los extremos anteriores del fémur, tibias y los tarsos oscuros. El abdomen es verde oscuro con cinco bandas transversales negras en el dorso. Sifones o cornículos largos, tanto como el doble del largo de la cauda y se angostan levemente desde la base al ápice, con la base de los mismos oscuros al igual que el ápice. Cauda en forma de lengua con cuatro cerdas en los costados. Los ejemplares no alados son más claros y carecen de las bandas negras transversales del abdomen. El ciclo biológico del pulgón de las solanáceas es complejo, como la mayoría de los áfidos o pulgones, por la diversidad de formas y hospederos, con ocurrencia de generaciones anholocíclicas y holocíclicas. Inverna al estado de huevo en diferentes especies vegetales, siendo heteroecio con hospederos primarios y secundarios. Esta especie es un activo transmisor de enfermedades virósas, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Alcachofa, alcayota, alfalfa, arveja, berries, betarraga, ciclamen, cineraria, cítricos, coliflor, gladiolo, lechuga, menta, papa, poroto, tomate, tréboles, zapallo.

**Daños.** En la Región de la Araucanía, Aguilera (2011), detectó algunos ejemplares alados en hojas de peonías durante la segunda quincena de octubre de 2010, sin establecimiento de colonias y sin observar daños atribuidos al pulgón de las solanáceas. Bajo estas condiciones se le atribuye la categoría de plaga ocasional.

**Control natural.** Los entomófagos registrados para el pulgón de las solanáceas corresponden a *Eriopis connexa chilensis*, *Scymnus bicolor*, *Aphidoletes sp.*, *Allograpta pulchra*, *Aphidius picipes*, *Praon volucre*.

**Manejo integrado.** Al igual que las otras especies de pulgones descritos en peonías, el pulgón de las solanáceas es un activo transmisor de virus por lo que al detectar su presencia en las trampas Moerick o alados en las hojas de las plantas, es recomendable, como control preventivo, efectuar aplicaciones a contar de octubre. Para ello, se sugiere aplicar un insecticida sistémico, sea éste fosforado, carbamato o neonicotenoide, repitiendo la aplicación a los 15 días, alternando el ingrediente activo, (Aguilera, 2011).

### ***Macrosiphum euphorbiae* (pulgón de la papa)**

**Distribución.** Esta especie está distribuída desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes. Ha sido descrito asociado al cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía por Aguilera, Chahín y Luchsinger, (2010); Chahín et al., (2010) y Aguilera, (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Pulgón de 0,4cm de largo, de color verde amarillento, brillante, a veces verde grisáceo o rosado. Cabeza amarilla, variable en intensidad. Ojos rojizos. Antenas casi tan largas como el largo del cuerpo, con tubérculos antenales bien desarrollados y divergentes, por lo general con el ápice oscuro, pero también suelen presentarse totalmente negras. Patas del mismo color del cuerpo, con los ápices del fémur y la tibia negros. Tarsos negros. Cauda alargada del mismo color del cuerpo con cinco cerdas en cada lado. Los sifones largos y cilíndricos. Estos últimos, sin embargo, pueden presentarse negros hacia el ápice. El pulgón de la papa es un pulgón heteroecio y holocíclico, que inverna al estado de huevo en rosales, los que al eclosionar dan origen a las ninfas que se transforman en adultas aladas a mediados de la primavera y comienzan a volar hacia otros vegetales que se consideran sus hospederos secundarios. Tienen varias generaciones en la temporada. A fines de verano las hembras aladas migran a los rosales para poner sus huevos invernantes, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Achicoria, ají, alcachofa, alcayota, arveja, berenjena, camote, cardo, cítricos, chamico, espárrago, gladiolo, haba, ibis, jojoba, kiwi, lechuga, maíz, manzano, maravilla, papa, pepino, dulce, pimentón, pistacho, poroto, remolacha, repollo, rosa, tomate, tréboles, tulipán, zapallo.

**Daños.** Aguilera (2011), indica unos pocos ejemplares alados del pulgón de la papa en las trampas Moerick durante la primera quincena de octubre de 2010 en la Araucanía y luego, en la segunda quincena, algunos ejemplares en las hojas de peonías y por ello es considerado una plaga ocasional. A nivel mundial en peonías, el pulgón de la papa es vector del virus latente de la fresa o Strawberry Latent Ring Spot Virus (SLRSV).

**Control natural.** Se tienen registro de los siguientes enemigos naturales entomófagos del pulgón de la papa: *Eriopsis connexa chilensis*, *Scymnus bicolor*, *Aphidoletes aphidomyza*, *Aphidoletes cucumis*, *Allograpta hortensis*, *Allograpta pulchra*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** Se sugiere recurrir al control químico, cuando sea necesario, utilizando los aficidas señalados para el pulgón de las solanáceas.

### ***Myzus persicae* (pulgón verde del duraznero)**

**Distribución.** Desde la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes, con presencia en Isla de Pascua. Es un insecto cosmopolita y ha sido descrito específicamente en peonías por Stevens et al., (1993), Stevens (1998), Hostachy y Savio (2001), Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al., (2010) y Aguilera (2010). *Myzus persicae* quizás sea el pulgón más importante, ya que tiene un rango muy amplio de especies hospederas secundarias incluyendo algunas especies cultivadas, ha sido detectado por el Servicio Agrícola y Ganadero incluso en las peonías en Punta Arenas, (Sáez, 2002).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** De tamaño pequeño a mediano entre 0,15 a 0,25cm de largo, (Figura 7.30 a, b y c). Los ejemplares adultos ápteros son verdosos, amarillo verdosos, gris verdosos, algo rosados o rojizos, no brillantes. Los pulgones alados tienen la cabeza oscura, los ojos algo rojizos y las antenas tan largas como el cuerpo con los tubérculos antenales convergentes, en los no alados las antenas son más cortas alcanzando algo más que la mitad del cuerpo. Tanto los alados como los no alados presentan el extremo anterior de las antenas oscuro. Protórax negro en ambas formas; patas claras, con los fémures negros en el extremo distal; también las tibias con el extremo anterior negro, tarsos negros. Abdomen en los costados con cuatro manchas oscuras y entre las manchas una línea tenue negra que alcanza la base de los sifones. Sifones largos con el extremo distal oscuro. Cauda más corta que los sifones. Su ciclo biológico se considera como holocíclico dioico, invernando al estado de huevo. En primavera aparecen las hembras ápteras y vivíparas, las cuales después de dos o tres generaciones dan origen a hembras aladas, que migran a otras plantas. En zonas templadas o bajo condiciones de invernadero, este pulgón como tantos otros, puede comportarse como un anholocíclico y monoecio; es decir, se reproduce en el mismo hospedero de manera partenogénica. En sus hospederos forma colonias con ejemplares adultos ápteros y alados, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Acelga, ají, alcayota, alfalfa, almendro, arveja, berenjena, camote ciruelo, coliflor, crisantemo, damasco, duraznero, jojoba, kiwi, lechuga, liliun, limonero, maravilla, papa, peonía, pimentón, pistacho, rábano, raps, remolacha, repollo, tabaco, tomate, tréboles, tulipán, zapallo.

**Daños.** El pulgón verde del duraznero aparece cuando las plantas están formando sus botones florales, causando su deshidratación. También sus colonias se alojan en los pétalos y en los tallos. Se le reconocen más de 200 especies vegetales como hospederos, entre ellos las especies bulbosas productoras de flores. Las colonias de estos pulgones se sitúan sobre los brotes tiernos, en hojas, pecíolos y guías, donde succionan la savia, inhiben el crecimiento de los brotes, encarrujan las hojas, curvan los tallos y en general, debilitan las plantas. Es vector de más de 40 virus no persistentes y 5 persistentes, el daño indirecto más importante es la trasmisión del virus del enrollamiento (PLRV). Según Aguilera (2011), en la Región de la Araucanía, este pulgón formó colonias abundantes en el año 2008, en los años siguientes no se presentó en las plantas y sólo fue detectado en las trampas Moerick, de tal modo que por ahora se considera una plaga ocasional. Junto a los pulgones, el SAG describió para las peonías de Magallanes larvas de Syrphidae que son insectos benéficos depredadores de los pulgones, lo que implica un cuidado especial en la elección de los insecticidas utilizados, (Sáez, 2002).



Figura 7.30. Pulgón verde del duraznero, (*Mysus persicae*), (Chahín, et al., 2010; Aguilera, 2011).

**Control natural.** En Chile para el pulgón verde del duraznero se han determinado como entomófagos a *Chrysoperla sp.*, *Adalia angulifera*, *Adalia bipunctata*, *Adalia deficiens*, *Eriopis connexa chilensis*, *Hippodamia variegata*,

*Scymnus bicolor*, *Aphidoletes aphidomyza*, *Allograpta hortensis*, *Allograpta pulchra*, *Toxomerus calceolatus*, *Toxomerus octoguttatus*, *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Ephedrus persicae*, *Entomophthora aphidis*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** A pesar del numeroso contingente de enemigos naturales entomófagos depredadores y parasitoides que atacan al pulgón verde del duraznero, éste es capaz de establecer colonias que rápidamente aumentan su población con el peligro de producir los daños descritos por su acción directa o como vector de enfermedades provocadas por virus. Por ello, el cultivo debe protegerse preventivamente, aplicándose aficidas selectivos de acción sistémica para no eliminar totalmente los insectos entomófagos. Lo más aconsejable, si se observa cierta actividad de enemigos naturales, es aplicar insecticidas sistémicos de formulación granulada los cuales son más lentos en su accionar inmediato, pero tienen un efecto residual más prolongado. Por la peligrosidad que reviste el pulgón verde del duraznero, los insecticidas deberían aplicarse tempranamente, cuando se detectan los primeros ejemplares alados en las trampas Moerick o en el cultivo.

### Tijeretas

Son insectos, por lo general de hábito nocturno, huyen de la luz rápidamente, ocultándose bajo piedras o escombros. Debido a su hábito alimentario saprófago, las tijeretas son conocidas, más bien, por ser visitadoras o convivientes de las casas en lugares urbanizados, pero también pueden actuar como fitófagas en diversos cultivos. Poseen cuatro alas con las anteriores cortas y duras. Las posteriores membranosas escondidas y plegadas bajo las anteriores en periodos de reposo. El abdomen es bastante móvil con apéndices al término del mismo, parecidos a tenazas denominados fórceps, los cuales en las hembras son rectos y en los machos arqueados.

#### *Forficula auricularia* (tijereta europea)

**Distribución.** Desde de la Región de Arica y Parinacota a la Región de Magallanes. Cosmopolita. Descrito asociado al cultivo de peonías por Hostachy y Savio (2001), Manzano (2004), Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010), Chahín et al. (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El estado adulto de la tijereta europea mide cerca de 2 cm de largo (Figura 7.31). Abdomen de 11 segmentos, con los cercos (prolongaciones abdominales) modificados en forma de tenazas lo

que de paso les otorga su nombre, llamadas también fórceps. La metamorfosis es incompleta, (Aguilera y Chahín, 2008). Su cuerpo se presenta deprimido dorsoventralmente de color café, con los apéndices algo amarillentos, excepto los fórceps con el mismo color del cuerpo. Las antenas de 15 segmentos no alcanzan la mitad del cuerpo. Con dimorfismo sexual, el macho tiene fórceps arqueados, (Figura 7.30 a) y la hembra los tiene casi rectos (Figura 7.30 b). En invierno, los ejemplares hembra depositan los huevos amarillentos en una cavidad que construyen como un nido bajo el suelo a escasos centímetros de la superficie o los ubican en grupos de 20 a 30 bajo las piedras y terrones, protegiéndolos maternalmente hasta su eclosión. Las ninfas nacen en primavera y se aprecia su abundancia en octubre, alcanzando la adultez en diciembre después de cuatro mudas. Por lo general, se comporta como un insecto monocíclico, pero es posible observar ejemplares de varias edades en un determinado periodo del año, con predominancia de alguno de ellos, por ejemplo a inicios del verano se observa una predominancia de ejemplares adultos. Hábito nocturno, (Aguilera, 2011).

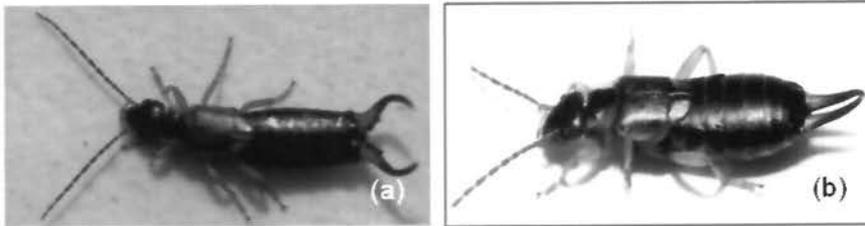


Figura 7.31. Adultos de tijeretas (*Forficula auricularia*), a: macho, b: hembra, (Aguilera, 2011).

**Hospederos.** Es un insecto omnívoro, por lo que pueden comportarse como depredadores de otros insectos o bien alimentarse de vegetales y frutos maduros.

**Daños.** Los ejemplares de tijereta europea suelen causar daño al botón floral, al horadar los sépalos para alimentarse o porque buscan refugio dada la necesidad de sentirse protegidos teniendo su dorso en contacto con alguna superficie. Se le considera como una plaga ocasional para el cultivo de peonías. Se refugian entre los pétalos y se alimentan del polen de las flores abiertas que quedan en el potrero después de la cosecha.

**Control natural.** Al presentar la hembra adulta cierto grado de canibalismo sobre las ninfas, aporta una cuota de control natural sobre la población. También es atacada por una mosca, *Bigonichaeta spinipennis* y se ha registrado

como parasitada por el hongo entomopatógeno, *Metarhizium anisopliae*, (Aguilera, 2011).

**Manejo integrado.** El aseo del campo después de la cosecha que ayuda a aminorar considerablemente la población de tijeretas, al eliminar los sitios donde suele refugiarse o poner sus huevos. En caso de ser necesario el control químico se puede recurrir los insecticidas órgano-sintéticos pertenecientes al grupo de los fosforados, carbamatos, piretroides o mezclas compatibles para aprovechar la potenciación de la misma. Se debe considerar el periodo de carencia establecido para cada uno de los productos utilizados. También es posible recurrir al uso de cebos venenosos como los sugeridos para las langostas, (Chahín et al., 2010).

### Trips

Son insectos pequeños de 0,05 a 0,5 cm de largo. Pueden o no presentar alas. Los alados tienen cuatro alas cuyos bordes presentan pelos finos dando la apariencia de tener flecos, tanto en las alas anteriores como en las posteriores. El aparato bucal es especial y se considera que es una transición entre un insecto con aparato bucal masticador y un insecto con aparato bucal chupador, debido a la deformación o carencia de la mandíbula derecha. Esta característica obliga a los trips a raspar la superficie de los órganos vegetales con la mandíbula izquierda, para sorber los jugos celulares que emergen con el raspado, provocando en las plantas, superficies corchosas o plateados. Las antenas son cortas con seis a diez segmentos. Los tarsos de las patas están conformados con uno o dos segmentos y provistos de una o dos uñas. Poseen metamorfosis intermedia entre una simple y otra compuesta, presentando varias generaciones durante el año. Los trips, que tienen un aparato ovipositor destacado y que son capaces de provocar daños en los tejidos vegetales corresponden a la categoría sistemática de sub-orden Terebrantia. Los Terebrantia, al cual pertenecen la mayoría de los trips de importancia agrícola, colocan sus huevos encostrándolos en el tejido vegetal, produciendo daños en flores, frutos, hojas y tallos. Algunas especies son importantes como vectores de virosis, otras, se alimentan de esporas de hongos y unas pocas, son depredadores de invertebrados menores. La primera especie de trips en el país asociada al cultivo de peonías en Magallanes fue *Thrips tabaci* (Sáez, 2002). Luego, en la Región de la Araucanía, las especies de trips asociados a problemas en el cultivo de peonías, según Aguilera y Chahín (2008); Chahín et al. (2010); Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010) y Aguilera (2011) fueron *Thrips australis*, *Frankliniella australis* (= *F. cecstrum*) y *Frankliniella occidentalis*.

### ***Thrips (Isoneurothrips) australis* (trips del eucalipto)**

**Distribución.** Presente desde la Región de Atacama a la Región de Aysén y descrito para la Región de la Araucanía por Chahín et al. (2010); Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** El adulto del trips del eucalipto mide 0,15cm de largo, es de color gris con tonos castaño-amarillentos. Cabeza más ancha que larga con antenas de siete segmentos, siendo el apical cónico y extremadamente corto; el tercero, cuarto y sexto con procesos bifurcados hacia el ápice. Ocelos presentes. Protórax más ancho que largo. Patas castañas amarillentas. Abdomen con sus últimos segmentos visibles provistos de cerdas claras, fuertes, largas y destacables. La hembra pone sus huevos en tejidos blandos y las ninfas se concentran, preferentemente, en las flores de sus hospederos.

**Hospederos.** Su principal hospedero es el eucalipto, pero se ha detectado en acacios, alfalfa, ciruelo, duraznero, espárrago, naranjo, nectarines, trigo, vid, zarzamora.

**Daños.** Ejemplares del trips del eucalipto solo se han detectado esporádicamente en flores de peonías, por lo tanto se considera una plaga ocasional.

**Control natural.** No se han determinado entomófagos para este trips.

**Manejo integrado.** No se justifica aplicar métodos de control dirigidos específicamente a esta especie, dado su carácter de plaga ocasional, sin incidencia económica al no causar daños de importancia, (Aguilera, 2011).

### ***Frankliniella australis = F.cestrum* (trips negro de las flores)**

**Distribución.** Es una especie nativa que se distribuye desde la Región de Atacama a la Región de Los Lagos y descrito para la Región de la Araucanía por Chahín et al. (2010); Aguilera, Chahín y Luchsinger (2010) y Aguilera (2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Entre los trips es considerado grande, mide 0,18 cm, casi negro a castaño oscuro (Figura 7.32). Su cabeza más bien redondeada presenta antenas de ocho segmentos; ojos compuestos,

groseramente facetados y entre ellos se ubican los tres ojos simples en un triángulo. Protórax rectangular, del mismo ancho que la cabeza, con cerdas prominentes en las esquinas; alas castaño obscura. Abdomen con el segmento terminal triangular y con cuatro setas destacables y largas. El ciclo de vida del trips negro de las flores no está absolutamente estudiado, desconociéndose las plantas donde se desarrolla, pero se conoce que coloca sus huevos en pétalos florales, tejidos blandos de tallos y pecíolos del palqui, también se encuentra en galega. Las ninfas se alimentan de la base de los pétalos y posteriormente migran hacia el envés de las hojas. Las formas pupoides se encuentran en el fondo de las flores. Inverna como hembra adulta en malezas. Otra característica biológica es, su gran poder de adaptación a la climatología mediterránea, teniendo una gran actividad fitófaga, tanto en cultivos protegidos como al aire libre, durante todo el año, (Aguilera, 2011).

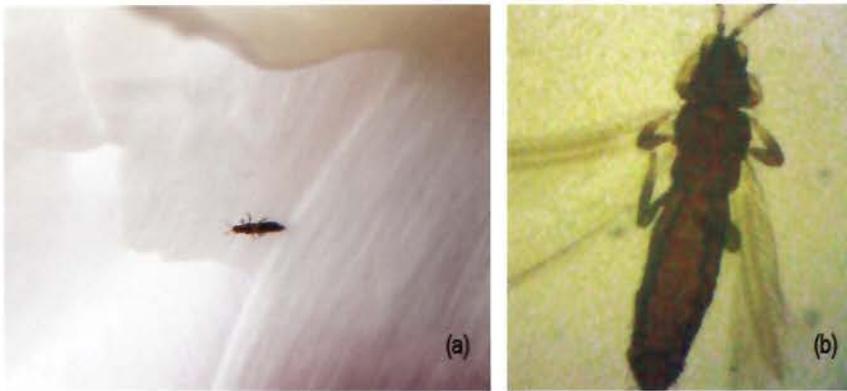


Figura 7.32. Trips negro de las flores (*Frankiniella australis* = *Fcestrum*), a: en pétalos de una peonía blanca, b: preparación microscópica del insecto, (Aguilera, Chahín y Luchsinger, 2010).

**Hospederos.** Alcachofa, alfalfa, boldo, cala, cicuta, culén, duraznero, espárrago, fresia, frutilla, frambueso, gladiolo, iris, junco, kiwi, lenteja, liliun, maíz, manzano, mimbre, naranjo, nectarinos, olivo, palqui, palto, papa, peumo, poroto, rábano, retamo, rosa, tomatillo, toronjil, trigo, vid, yuyo, zapallo, zarzamora.

**Daños.** Como en todas las plantas cultivadas, ejemplares de este trips no causan daños lesivos en las peonías, ya que, solo concurre a la flor cuando el botón floral permite que el insecto penetre a su interior. Sin embargo, como es una especie nativa se considera una plaga cuarentenaria para los mercados externos y por lo tanto, su presencia en las varas de peonías de exportación provoca rechazos en los mercados de destino. Para el mercado interno no hay restricción, teniendo

la categoría de plaga secundaria. El trips negro de las flores tiene preferencia por los cultivares de flores blancas, colores suaves o pálidos.

**Control natural.** No se tienen registros de enemigos naturales entomófagos.

**Manejo integrado.** El trips negro de las flores, al ser considerado una plaga cuarentenaria, requiere necesariamente ser controlado para evitar su presencia en las flores de peonías. Para dimensionar poblaciones se requiere de un monitoreo constante con el fin de detectar los momentos de mayor incidencia o vuelo de los adultos, utilizando para ello trampas adhesivas azules por la preferencia del insecto a este color. También se podrían utilizar trampas adhesivas blancas. En peonías, en ensayos experimentales de campo a cielo abierto, ambos colores no mostraron diferencia significativa entre ellos, incluyendo el celeste. En condiciones de la Región de la Araucanía, la mayor cantidad del trips negro de las flores concurre en noviembre, coincidiendo con el inicio de la cosecha de las peonías. En este caso, una cinta adhesiva perimetral debería colocarse durante la segunda quincena de octubre y mantenerla hasta el término de la cosecha, (Figura 7.33).



Figura 7.33. Cinta adhesiva de color azul rodeando el perímetro de una plantación de peonías en la Región de la Araucanía para el monitoreo del trips negro de las flores, (Aguilera, 2011).

Una medida, complementaria a la anterior, consiste en retirar las flores abiertas desde el cultivo y depositarlas en un recipiente con tapa hermética para evitar que los trips vuelen a infestar nuevamente la plantación. También se sugiere enterrar las flores retiradas del cultivo. Terminada la cosecha, el trips negro de las flores (*Frankliniella australis*) desaparece. En un cultivo de peonías protegido con malla raschel, la población del trips negro de las flores en el período de floración alcanzó una densidad de solo 0,02 trips/cm<sup>2</sup>, lo que constituye, dependiendo del costo, una alternativa de control, no tan solo para el trips negro de las flores, sino que también para otros insectos fitófagos que requieran la aplicación de algún método

de control. El control eficiente de malezas ayuda considerablemente a tener una baja población del trips negro de las flores en las peonías. Por otro lado, la alternativa del control químico debe considerar la carencia del producto debido a que la mayor población del trips negro de las flores coincide con el período de cosecha. Para el control químico es posible sugerir abamectina, acetamiprid o lamdacihalotrina con la dosis media recomendada por los fabricantes y formuladores de los productos. Otros productos recomendados para trips son la acrinatrina, fipronil, formetanato, metomilo, methiocarb, spinosad, (Aguilera, 2011).

### *Frankliniella occidentalis* (trips de California)

Actualmente en Chile se considera la especie de trips más importante, desplazando a otras especies fitófagas de importancia económica. Es destacado por ser un vector importante de virus, especialmente de los tospovirus, grupo al que pertenece el virus del bronceado del tomate o Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV), descrito en peonías por Sepúlveda, Rosales y Mora (2011).

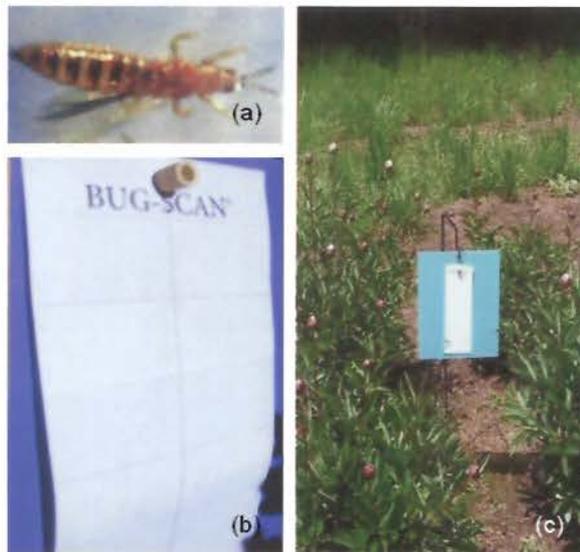


Figura 7.34. a: ejemplar adulto de *Frankliniella occidentalis*, b: trampa comercial de feromonas utilizada en el monitoreo del trips de California, c: trampa de feromona específica instalada en una plantación de peonías adultas, (Aguilera, 2011).

**Distribución.** Se encuentra presente, con certeza, desde la Región de Atacama a la Región del Biobío, pero su existencia en la Región de La

Araucanía es dudosa debido a que el monitoreo con la feromona específica para esta especie durante la temporada 2010-2011, no dio un resultado positivo, (Aguilera, 2011).

**Apariencia, ciclo biológico y hábitos.** Los adultos de *F. occidentalis* son alargados, de unos 1,2 mm las hembras y 0,9 mm de longitud los machos, con dos pares de alas plumosas replegadas sobre el dorso en estado de reposo. Las hembras son de color amarillento-ocre con manchas oscuras en la parte superior del abdomen. Esta coloración es más clara en verano y en los machos. Presentan un aparato bucal raspador-chupador por lo que los daños se observan en la epidermis de las hojas o los pétalos, (Aguilera y Chahín, 2011). Los huevos tienen forma arriñonada de color blanco hialino y de unas 200 micras de longitud, encontrándose insertados dentro de los tejidos de los vegetales. Las larvas pasan por dos estadios, siendo el primero muy pequeño, de color blanco o amarillo pálido. El segundo estadio es de tamaño parecido al de los adultos y de color amarillo dorado. En las ninfas a su vez se distinguen dos estadios, son inmóviles y comienzan a presentar los esbozos alares que se desarrollarán en los adultos. Las hembras insertan los huevos de forma aislada dentro de los tejidos vegetales (hojas, pétalos de las flores y partes tiernas del tallo), en un número medio de entre 40 y 300 a lo largo de su vida. El tiempo de incubación varía según la temperatura, siendo de unos 4 días a 26° C, presentando una mortalidad alta con temperaturas elevadas y baja higrometría. Del huevo emergen las larvas neonatas que comienzan enseguida su alimentación en el lugar donde se realizó la puesta. Con el desarrollo de las larvas, siguen su alimentación en lugares protegidos en las hojas, flores o frutos. En los estadios ninfales siguientes, dejan de alimentarse, pasando a un estado de inmovilidad que se desarrolla preferentemente en el suelo, en lugares húmedos o en grietas naturales de hasta 15 mm bajo el nivel del suelo. Desde su aparición los adultos empiezan a colonizar las partes superiores de las plantas, teniendo gran apetencia por las flores y el polen de las mismas, del que se alimentan. El ciclo de vida de *F. occidentalis* depende de la temperatura ya que se desarrollan más rápido a 30° C, mientras que por encima de 35° C no hay desarrollo en absoluto. Por debajo de los 28° C hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo y a 18 °C el desarrollo es dos veces más largo que a 25,5 °C. A una temperatura de 25° C, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días, (Aguilera y Chahín, 2008).

**Hospederos.** En Chile existen más de 80 plantas hospederas, entre cultivos, frutales, pasto, flores y malezas.

**Daños.** Se encuentran generalmente en las partes altas de la planta, es poco común en las hojas y se puede localizar oculto en puntos de crecimiento, yemas florales y flores. A primera hora de la mañana se hacen más activos y abandonan sus refugios. Durante el día pueden verse a muchos adultos entre las flores. Los daños provocados por el trips de California, pueden clasificarse en daños directos y en daños indirectos. Los daños directos son producidos por larvas y adultos al raspar y succionar el contenido celular de los tejidos, ocasionando lesiones superficiales de color blanquecino en forma de una placa plateada en la epidermis de hojas y frutos, que más tarde se necrosa, pudiendo afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en los meristemas y al desarrollarse las hojas, en la epidermis, aparecen manchas cloróticas que luego se arrugan. Las yemas florales infestadas severamente pueden quedar cerradas o dar lugar a flores deformadas, lo que disminuye su valor comercial considerablemente. También destaca la formación de agallas, punteaduras o abultamientos en los lugares en que se depositaron los huevos. Los daños indirectos son los producidos por la transmisión de virosis, (Aguilera y Chahín, 2008).

### ***Thrips tabaci* (trips de la cebolla)**

El Laboratorio del Servicio Agrícola y Ganadero detectó *Thrips tabaci*, conocido como trips de la cebolla, en la plantación de peonías de la Universidad de Magallanes en el año 2001, (Sáez, 2002). Su principal daño en las flores de corte es causar distorsión en los pigmentos que le dan el color, (Fredes, 1999).

En condiciones climáticas distintas a las de Magallanes, los trips pueden ser incluso más importantes que los pulgones, debido a su pequeño tamaño y a la gran cantidad de tejidos que caracterizan a las peonías, aún cuando el daño producido muchas veces no es visible, (Stevens, 1998).

**Características generales y ciclo de vida.** El adulto mide entre 1 y 1.2 mm de largo, cuerpo amarillo pálido con manchas oscuras en el tórax y el abdomen, ojos rojizos, antenas café pálido con 7 segmentos. Huevos arriñonados, blancos, ninfas blancas al comienzo y posteriormente se

tornan amarillentas. Pupas del mismo color con fuertes muñones alares. A 15 °C el ciclo vital desde la postura del huevo a la emergencia de un nuevo adulto se cumple en 35 días requiriendo el huevo para eclosar entre 4 y 6 días, 14 días para el desarrollo ninfal y 7 días en promedio para la aparición de la pupa. También se pueden reproducir por partenogénesis, apareciendo en primavera los ejemplares machos, pudiendo producir en el año 10 generaciones. En el caso de la reproducción por partenogénesis, el huevo se desarrolla aún cuando no haya sido fecundado dando origen a machos o individuos haploides, si el huevo es fecundado nacen hembras (diploides), (Pedigo y Rice, 2009).

**Daños.** Poseen una gran cantidad de hospederos vegetales entre ellos malezas y plantas bulbosas (Fredes, 1999). El daño se manifiesta inicialmente como un plateado de las hojas, por su hábito alimentario y posteriormente se produce un amarillamiento y un secado del follaje. Además este trips es transmisor de enfermedades virosas.

## Control Químico

### Insecticidas

Los insecticidas de acuerdo a su composición química pueden dividirse en los siguientes grupos químicos:

- organofosforados
- carbamatos
- piretroides
- neonicotinoides
- origen biológico

En el Cuadro 7.1, se muestran el modo de acción, los ingredientes activos, los distintos grupos químicos de los insecticidas y sus correspondientes productos comerciales. Los grupos químicos fenilurea, benzoilurea y acylurea, son reguladores del crecimiento que actúan como inhibidores de la hormona juvenil.

Cuadro 7.1. Modo de acción, grupo químico, ingredientes activos de los insecticidas utilizados en peonías, (adaptado de Aguilera y Chahin, 2008).

Modo de acción	Grupo químico	Ingrediente activo	Productos comerciales	
contacto e ingestión	organofosforado	azinfos metil	Acifon, Cotnion	
		clorfenvinfos	Birlane	
		triclorfon	Dipterex, Furia	
		malatión	Fayfanone	
		acephato	Orthene	
	piretroide	fenvalerate	Belmark	
		cipermetrina	Arrivo, Cipolytrina	
		deltametrina	Decis, K-Ortrina	
		alfacipermetrina	Fastac, Fendona	
		esfenvalerate	Halmark	
		lambdacihalotrina	Karate Zeon	
		permetrina	Pounce, Rayo	
		acrinatrina	Rufast	
	carbamato	carbaril	Sevin	
		formetane	Dicarzol	
thiodicarb		Larvin		
contacto, ingestión y fumigante	origen biológico	abamectina	Fast, Vertimec	
	organofosforado	diazinon	Basudin, Diazol	
		clorpirifos	Lorsban, Cyren, Fantom, Pointer	
		diclorvos	DDVP	
	piretroide	treflutin	Force	
	carbamato	metomil	Lannate, Nudrin, Methomex	
	fumigante	organofosforado	pirimifos metil	Actellic
		piretroide	permetrina	Permetrina Fumate
	contacto, ingestión y translaminar	regulador crec.	pyriproxyfen	Admiral
		carbamato	pirimicarb	Pirimor, Paton
sistémico	carbamoiltriazol	triazamato	Aztec	
	neonicotinoide	imidacloprid	Confidor, Punto	
	organofosforado	terbufos	Counter	
ingestión	origen biológico	dimetoato	Dimetoato, Perfektion	
		<i>Bacillus thuringiensis</i>	Agree, Dipel, Javelin	
		azadirachtina	Neem	
	fenilurea	triflumuron	Alsystin	
	benzoilurea	diflumuron	Dimilin	
		teflubenzuron	Nomolt	
		novaluron	Rimon	
acylurea	lufenuron	Sorba		

La mayoría de los ingredientes activos presentan una acción de contacto e ingestión, algunos como el diazinón, teflutrina o metomil, muestran también una acción fumigante. Los neonicotinoides junto a

organofosforados, metadimifos y dimetoato, muestran una acción de contacto y sistémica. También se encuentran productos comerciales que combinan dos diferentes ingredientes activos, que permiten una acción sistémica y de contacto (Cuadro 7.2):

Cuadro 7.2. Insecticidas con acción combinada. (Aguilera y Chahín, 2008).

Grupos químicos	Ingredientes activos	Productos comerciales
neonicotinoide+piretroide	imidacloprid+cyflutrin	Confidor Supra
organofosforados+piretroide	dimetoato+permetrina	Dimetop
	oxydemeton metil+fenvarelato	Maral
	thiamethoxan+lambdacihalotrina	Engeo, Muralla
piretroide+carbamato	lambdacihalotrina+pirimicarb	Karate-K
organofosforado+organofosforado	dimetoato+clorpirifos	Proton, Salut

### **Insecticidas y hábitos alimentarios de los insectos**

Los productos químicos aplicados para el control de las plagas dependen de las características tanto del sistema alimentario de los insectos como del modo de acción de los insecticidas. Así, los pulgones por sus hábitos alimentarios chupan desde la savia de los tejidos de las hojas los insecticidas sistémicos y por eso, estos productos son los más eficientes. Por otra parte, los trips por su movilidad y hábitos alimentarios requieren de un herbicida de ingestión y contacto.

En el Cuadro 7.3, se presenta el modo de acción y tipo del producto químico de acuerdo a la plaga que se quiere controlar.

Cuadro 7.3. Guía para el control químico de plagas en especies florales de bulbo. (Aguilera y Chahín, 2008).

Plaga	Modo acción insecticidas, acaricidas y cebos
tijeretas	ingestión y contacto, cebo
trips	ingestión y contacto
pulgones	sistémico
cuncunillas del follaje	ingestión
arañitas	ingestión y contacto (acaricida)
ácaros	ingestión y contacto (acaricida)
gusanos cortadores	ingestión, cebo
gusanos blancos	ingestión, contacto y fumigante
cabritos, burritos y pololos	ingestión y contacto
babosas y caracoles	cebos limacidas

En el caso de las cuncunillas y gusanos, su característica alimentaria de masticadores y baja movilidad, el efecto tóxico se presenta principalmente en

el proceso de ingestión de los tejidos vegetales en los estados larvarios. En los estados adultos los insecticidas sistémicos y de contacto son los más eficientes.

### **Resistencia a los insecticidas**

Los insecticidas, al igual que los fungicidas presentan resistencia a los insecticidas de un mismo modo de acción, aplicados en forma repetida. Los mecanismos de como se genera la resistencia ya fueron señalados en el caso de los fungicidas. Las estrategia para evitar la resistencia de los insectos a los insecticidas son también:

- alternar insecticidas de distinto modo de acción (distintos ingredientes activos)
- aplicar una mezcla de insecticidas de distintos modos de acción
- aplicar insecticidas compuestos de dos ingredientes activos de distinto modo de acción

### **Programación de las aplicaciones de insectidas**

El monitoreo, que debe establecerse mediante trampas de detección y cuantificación, determinará el momento de intervención. Este deber ser acompañado de observaciones en la plantación que permitirán una eficiente toma de decisiones de control químico. Ante un ataque de pulgones se puede utilizar el ingrediente activo imidacloprid del grupo de los neonicotinoides. Es un insecticida de amplio espectro y sistémico y de contacto e ingestión y de largo efecto residual. Si es necesario, a los 15 a 20 días se puede aplicar una segunda aplicación con fenveralato que es del grupo de los piretroides, siguiendo con ingredientes activos fosforados como el dimetoato, todos ellos sistémicos. Un ingrediente activo no puede aplicarse más de dos veces en la estación de crecimiento, (Aguilera y Chahín, 2008).

En el caso de una infestación de trips, se puede aplicar un producto de ingestión y contacto como la lambdacihalotrina del grupo de los piretroides seguido si es necesario por ingredientes del grupo fosforado y de los carbamatos de ingestión y contacto. Si aparecen conjuntamente dos o más plagas se pueden aplicar insecticidas de amplio espectro o bien insecticidas que combinen dos ingredientes activos de diferente modo de acción como imidacloprid + cyflutrin (Confidor) o lambdacihalotrina + pirimicarb (Karate).

### **Toxicidad de los insecticidas: Modo de acción**

El modo de acción de los insecticidas considera todas las respuestas anatómicas, físicas y bioquímicas de un producto químico y su acción en

el organismo. Todos los insecticidas bloquean procesos metabólicos de los insectos, pero cada uno de los compuestos lo hace de forma diferente. De acuerdo a su modo de acción, los insecticidas usados frecuentemente tienen tres tipos de veneno, (Pedigo y Rice, 2009):

- neuronales
- metabólicos
- alquilicos

Los venenos neuronales o para los nervios se pueden dividir en narcóticos, venenos axomáticos y sinápticos. Todos los insecticidas dehidracarbonados y piretroides se consideran que rompen las transmisiones moleculares a lo largo del axón induciendo cambios en la permeabilidad de la membrana axónica. Los venenos sinápticos interrumpen la transmisión normal sináptica del sistema nervioso. Los productos organofosforados y carbamatos inhiben la acción de la enzima acetilcolinesterasa, lo que produce una disfuncionalidad del sistema de transmisión. Otros venenos sinápticos son los insecticidas neonicotinamidas, que sustituyen en la sinapsis la acetilcolina por la nicotina, por sus estructuras químicas similares. Los síntomas son parecidos a la inhibición de la acetilcolinesterasa.

La acción de los venenos metabólicos es interrumpir el proceso de producción de energía o ATP para el funcionamiento de la cadena de transporte de electrones para las reacciones bioquímicas en las mitocondrias. Estos venenos bloquean la respiración y causan la muerte del insecto. Los insecticidas que actúan de esta forma incluyen rotenonas, pirroles, pirazoles y piridazinonas. Los venenos que reemplazan el hidrógeno por un grupo alquilo, actúan en el núcleo de la célula, desactivan enzimas e impiden la síntesis de ácidos nucleicos. Algunos insecticidas que tienen este modo de acción, son el bromuro de metilo y el dibromuro de etileno.

### **Acaricidas**

Los acaricidas se clasifican por su modo de acción en, de contacto y de contacto e ingestión. Los productos de contacto se pueden aplicar en plantaciones con alta presión de infestación con presencia de huevos de invierno que presentan tempranamente estados móviles de ácaros. Se deben aplicar como tratamiento preventivo y al inicio de las infestaciones con arañas, (Cuadro 7.4).

Cuadro 7.4. Modo de acción, grupo químico, ingrediente activo y productos comerciales de los principales acaricidas, (Aguilera y Chahin, 2008).

Modo de acción	Grupo químico	Ingrediente activo	Productos comerciales
contacto	tetrazina	clofentezine	Acaristop
	derivado del estaño	xyhextin	Cyhexatin, Pennstyl
	organoclorado	dicofol	Dicofol, Kelthane
	quinazolinás	fenazaquin	Magister
contacto e ingestión	fenoxipirazol	enpiroximato	Acaban
	acylurea	flufenoxuron	Cascade
	derivado biológico	abamectina	Fast
	piridazinona	pyridaben	Sanmite
	thiazolidinonas	hexyiazox	Stopper
contacto, ingestión, fumigante	organosulfuroso	propargite	Propargite

### Limacidas y cebos

Como limacidas se utilizan los productos comerciales Clartex, Metarex, Mesurol cebo y Toximol, que tienen metaldehído como ingrediente activo.

Cuadro 7.5. Ingredientes y cantidades para la preparación de cebo por hectárea, (Aguilera y Chahín, 2008).

Ingredientes	Cantidades kg/ha
insecticida formulación polvo mojable (PM/WP): azinfos metil, triclofon o clorpirifos	1
azúcar	1
afrecho	50
agua hasta formar grumos	

El cebo se distribuye dentro de la plantación y especialmente en las cabeceras de las hileras y los ingredientes y sus cantidades para su preparación para una hectárea se presentan en el Cuadro 7.5.

## Control de las malezas

---

Las malezas se han definido en el contexto ecológico como plantas que crecen espontáneamente en un medio modificado por el hombre. En el marco de la ciencia de las malezas, se consideran plantas no deseadas, (Zimdahl, 2007).

Pimentel et al. (2000), estimaron que los costos del control de malezas en Estados Unidos eran de alrededor de un 46% del total de los costos de producción debido a los daños que producen las malezas en los cultivos agrícolas y por consiguiente en los resultados económicos de la agricultura (Rosales y Esqueda, 2005). Así, el conocimiento de los efectos perjudiciales que ocasionan las malezas es de vital importancia:

- reducen el crecimiento y producción de los cultivos por la competencia por luz, agua y nutrientes,
- son hospederos de un gran número plagas y enfermedades, por lo que su control aumenta los costos de producción,
- impiden el crecimiento de los cultivos debido a que muchas presentan reacciones alelopáticas o antagonismos biológicos,
- desvalorizan el valor de una plantación, especialmente si el problema está dado por malezas perennes de difícil control,
- interfieren en la calidad de las cosechas de granos y de otros cultivos,
- algunas de ellas son dañinas para el ganado.

El manejo de las malezas debe integrar prácticas para el control de las malezas existentes, prevenir la producción de nuevos individuos por propágulos, reducir la emergencia de semillas malezas en los cultivos y maximizar la competencia del cultivo hacia la maleza. El manejo integrado

hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de malezas, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan fuertes infestaciones, (Rosales y Esqueda, 2005).

Las malezas pueden ser controladas en forma mecánica, cultural, biológica o química. El control químico de las malezas se realiza por medio de la aplicación de herbicidas, que son una de las principales herramientas en la agricultura moderna. Sin embargo, el uso de herbicidas requiere de conocimientos técnicos para la elección correcta y una aplicación eficiente y oportuna.

## **Competencia entre malezas y plantas cultivadas**

Se ha establecido claramente que el crecimiento de las plantas es influido por la presencia de plantas adyacentes, especialmente cuando las plantas vecinas son malezas que están adaptadas para competir, de tal forma que reducen el rendimiento y la calidad de los cultivos. Esta competencia entre las malezas y los cultivos explica la necesidad de que las malezas sean controladas, porque este fenómeno ocurre cuando el cultivo y las malezas buscan satisfacer de inmediato un factor de competencia, pero el suministro de dicho factor se encuentra por debajo de la demanda. Los principales factores de competencia son:

- nutrientes
- agua
- luz

La competencia por nutrientes no se basa en que las malezas requieran más nutrientes que los cultivos, ya que la realidad indica que sus demandas son similares, el punto es que las malezas requieren los mismos nutrientes y al mismo tiempo, pero lo más importante es que son más eficientes en obtenerlos. En un cultivo infestado de malezas parecería lógico que mas fertilizado se reduciría la competencia por nutrientes, sin embargo eso no es así, ya que la fertilización usualmente estimula el crecimiento de las malezas en detrimento del crecimiento del cultivo.

Las malezas también compiten por agua con los cultivos, ellas requieren igual o más cantidad de agua. Para competir, las malezas tienen una mayor tasa de crecimiento radicular y largos sistemas radicales, de tal forma que rápidamente pueden ser capaces de explorar un gran volumen

de suelo. Si las plantas cultivadas tienen un sistema radicular similar, las malezas cuentan con una mayor capacidad de profundización a través de sistemas radiculares menos ramificados, obteniendo así, una mayor ventaja comparativa para obtener el agua.

Con sus hojas, las malezas compiten por la luz, disminuyendo el suministro a los cultivos por intercepción directa y por la diferencia en la tolerancia al sombreado. Muchas malezas se aclimatan a una baja radiación con un crecimiento plástico, que reduce el efecto de la baja luminosidad con altas tasas de fotosíntesis con una pequeña dosis de luz interceptada. Así mismo, se ha demostrado que la arquitectura de las plantas, la ubicación en las ramas y la altura de la máxima área foliar, determina la competencia por la luz y su efecto sobre el rendimiento de los cultivos. Plantas con hojas dispuestas horizontalmente a la superficie del suelo son más eficientes que aquellas que tienen hojas dispuestas más o menos en sentido perpendicular y a su vez, plantas altas y erectas tienen una ventaja competitiva por la luz con respecto a plantas pequeñas y postradas. Competidoras exitosas no requieren tener más follaje, sino que su follaje presente una posición ventajosa para la intercepción de la luz, como es el caso de la correhuela, que presenta un sistema de crecimiento trepador, (Zimdahl, 2007).

Además de su gran competitividad por nutrientes, agua y luz, en general, las malezas presentan un conjunto de características que explican su alta eficiencia para desarrollarse donde no se desean y la dificultad para ser controladas, (Kogan, 1993; Caseley, 1996; Fuentes, 1999; Rosales y Esqueda, 2005; Zimdahl, 2007; Espinoza, 2010):

- tienen un rápido crecimiento inicial,
- gran capacidad de reproducción cuando jóvenes,
- rápida maduración después de un corto período vegetativo,
- distintos tipos de reproducción en un mismo individuo,
- reproductivamente son auto-suficientes,
- polinización por visitantes no especializados o por el viento,
- resisten factores ambientales adversos, sobreviviendo, por ejemplo, como semillas por largos períodos en el suelo,
- no tienen requerimientos ambientales especiales,
- algunas semillas de malezas son similares a las de las plantas cultivadas en que están insertas, por lo que a la cosecha se hace muy difícil su separación,

- pueden producir semillas más de una vez al año y presentan variados mecanismos de diseminación,
- algunas malezas tienen raíces especialmente adaptadas para penetrar y emerger desde zonas profundas del perfil del suelo,
- en las malezas perennes, las raíces y otros órganos vegetativos, como tallos modificados (estolones, rizomas, coronas, tubérculos), son vigorosos con una gran cantidad de reservas, lo que les permite superar el estrés ambiental y el cultivo intensivo,
- si los órganos de reproducción vegetativa son fraccionados por la maquinaria por ejemplo, cada fracción dará origen rápidamente al total de la planta,
- muchas malezas tienen adaptaciones para repeler el pastoreo, como espinas y olores desagradables para el ganado, las malezas son ubicuas, es decir se presentan en cualquier parte donde se desarrolle la agricultura,
- desarrollan sistemas muy eficientes de resistencia a los herbicidas.

La presión de competencia que las malezas ejercen sobre los factores de producción en un cultivo de peonías es mayor en las plantaciones recién establecidas, especialmente en las dos primeras temporadas cuando la entre hilera queda descubierta. No hay que olvidar que el daño por competencia es mucho más importante en las plantas jóvenes, (Kogan, 1993). En la Figura 8.1, se ilustra el efecto que las malezas ejercieron sobre el crecimiento, en altura (cm) de plantas de vivero de árboles frutales que fueron sometidas a tres tratamientos: aplicación de herbicidas, control mecánico-manual y sin control de malezas.

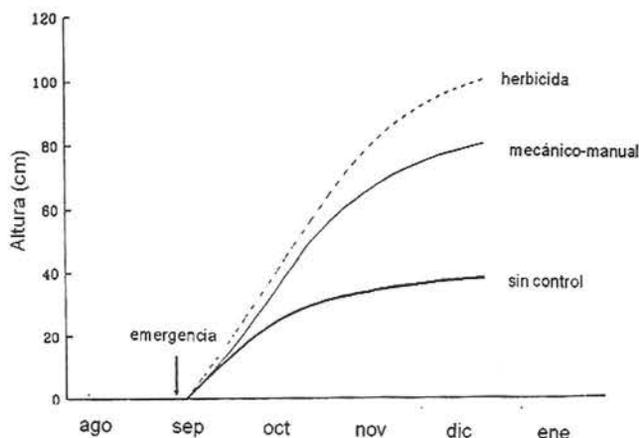


Figura 8.1. Efecto de la competencia de malezas en el crecimiento en altura (cm) de plantas en vivero, (Adaptado de Kogan, 1993).

El herbicida se aplicó luego de la emergencia (septiembre) y se incorporó con el riego, el control mecánico-manual consistió en tres pasadas de rotavator entre hileras (octubre, noviembre y diciembre).

## Clasificación de las malezas

Una forma de clasificar las malezas es por su ciclo de vida, ya que éste determina las situaciones del cultivo en que pueden ser un problema y que métodos de manejo se deben adoptar, en este caso se clasifican en malezas anuales, bianuales y perennes. Otra forma de clasificación es de acuerdo a su morfología o tipo de planta, clasificándose en malezas de hoja ancha (dicotiledóneas) y malezas de hoja angosta (monocotiledóneas), (Kogan, 1993; Caseley, 1996; Zimdahl, 2007; Espinoza, 2010).

### Malezas anuales y bianuales

Las malezas anuales completan su ciclo de vida, de semilla a semilla en una estación de crecimiento. Por ejemplo, las malezas anuales de verano germinan en primavera, crecen, florecen, producen semillas en verano y mueren en otoño y así completan su ciclo. Las características más importantes de las malezas anuales son su gran producción de semillas y su sistema radicular. En la Figura 8.2, se presenta el ciclo de vida de las malezas anuales:

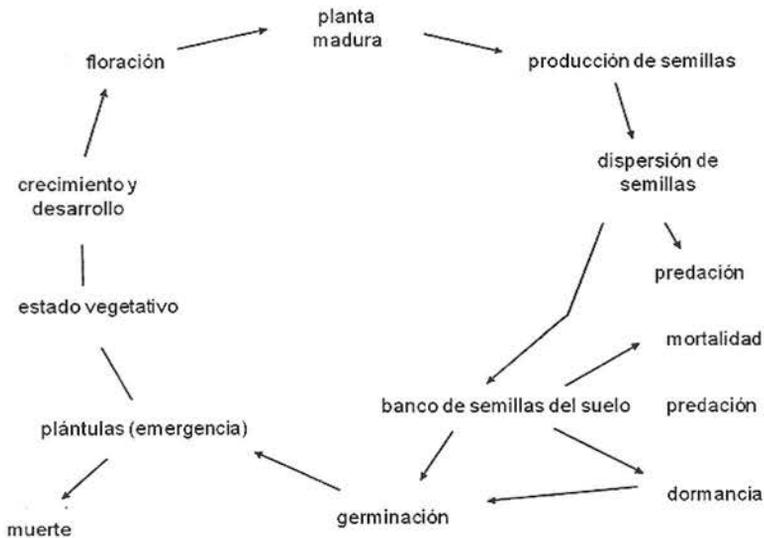


Figura 8.2. Ciclo de vida de una maleza anual, (Zimdahl, 2007).

Las malezas bianuales permanecen el primer año en estado vegetativo y durante el segundo año pasan a la etapa reproductiva, multiplicándose exclusivamente por semilla.

Lo más importante en el control de malezas anuales y bianuales es impedir su producción de semillas, es decir siempre el control debe ser con malezas con el mínimo desarrollo posible.

### Reproducción y diseminación: Banco de semillas

El número de semillas de malezas en el suelo arable es significativamente importante y por lo mismo, el control debe ser constante. Por ejemplo, Kogan (1993), estimó en 30.000 a 350.000 semillas de malezas/m<sup>2</sup>, (300 millones a 3.5 billones/ha) en un suelo arable de la zona centro norte y en una rotación de avena, maíz y remolacha, el número total de semillas de malezas disminuyó un 96.4%, desde 1.4 billones a 50 millones/ha a 25 cm de profundidad, después de 6 años de control.

Zimdahl (2007) por su parte indica que después de un año de cultivo la disminución en el número de semillas de *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium glauca* fue de 34 y 22% respectivamente. Luego, una nueva disminución significativa, ocurrió al cuarto año de cultivo y al cabo de 6 años, la disminución en el número de semillas de *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium glauca* fue de 99 y 91% respectivamente, (Figura 8.3).

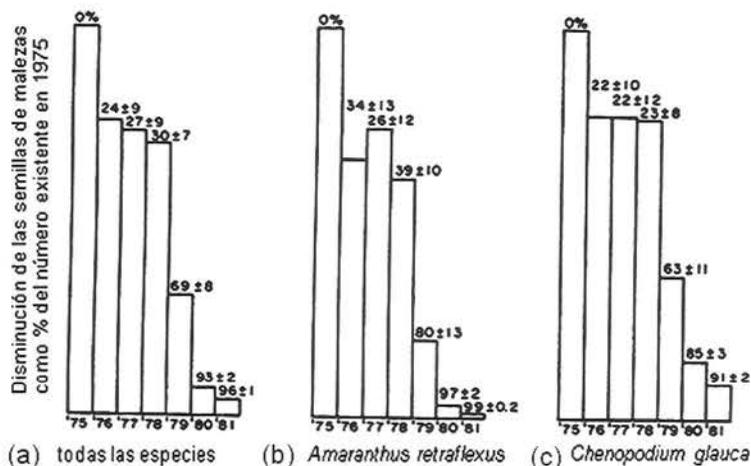


Figura 8.3. Porcentaje promedio de disminución de semillas de malezas después de 6 años (1975-1981) de una rotación cebada, maíz y remolacha. a: todas las especies de malezas, b: *Amaranthus retroflexus*, c: *Chenopodium glauca*, (Zimdahl, 2007).

Estos datos ilustran que la población de semillas de malezas puede ser reducida, pero una vez que el control se hace evidente es necesario seguir con el manejo sostenido, para impedir un rápido incremento a partir de unas pocas plantas sobrevivientes. En este sentido hay que destacar que en el caso de las peonías es posible llegar a un control antes de las 6 temporadas necesarias en la rotación estudiada por Zimdahl (2007), ya que como es un monocultivo siempre se utilizan herbicidas para un cultivo en particular. En una rotación, los herbicidas también deben rotarse de acuerdo al cultivo que corresponde y por lo tanto, siempre hay un porcentaje de malezas que son tolerantes en cada etapa y sobreviven para la etapa siguiente.

Los distintos tipos de control mecánico de las malezas también afectan la población y distribución del banco de semillas. Ball (1992), muestra como el uso del arado de vertedera y del arado cincel, afecta la distribución del banco de semillas, (Figura 8.4).

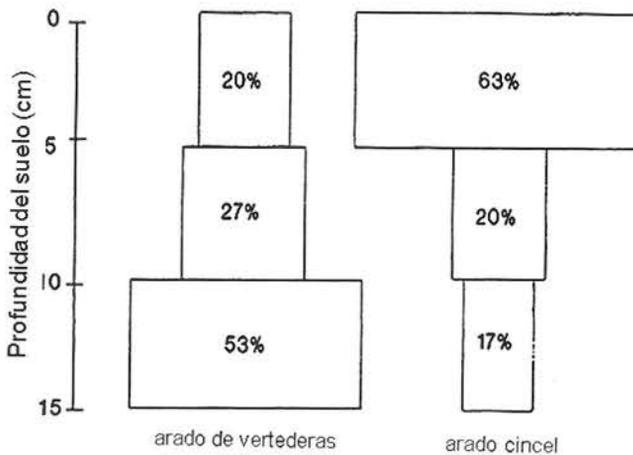


Figura 8.4. Influencia del tipo de arado en la distribución vertical del total de semillas a 15 cm de profundidad en el suelo después de un cultivo de poroto, (Ball, 1992).

En la Figura 8.4, se puede observar que en cultivos escardados, en la hilera regada las especies dominantes fueron más prevalentes cerca de la superficie después de usar arado cincel, en comparación al uso del arado de vertederas, es decir, el número de semillas en la superficie aumentó después de arar con el arado cincel y hubo una disminución después del uso del arado de vertedera, (Ball, 1992). En todo caso, en todos los sistemas de cultivo si se descuida el manejo, las cantidades de semillas de malezas en el suelo y la población anual se multiplican rápidamente.

## Malezas perennes

Las malezas perennes normalmente, se dividen en simples y complejas o rastreras, aún cuando la característica más importante de las malezas perennes es que cuentan con eficientes sistemas de reproducción vegetativa. Las perennes simples se diseminan fundamentalmente por semillas, pero también por reproducción vegetativa, así, en el caso que el tallo o la raíz sean divididos por las labores de cultivo, cada división puede regenerar una nueva planta, (Figura 8.5).



Figura 8.5. Ciclo de vida de una maleza perenne que produce semillas y que se reproduce vegetativamente, (Zimdahl, 2007).

Las malezas perennes complejas se reproducen por semillas, pero son mucho más eficientes en su reproducción vegetativa ya que presentan órganos vegetativos que incluyen tallos aéreos (estolones), tallos subterráneos (rizomas, coronas, tubérculos), bulbos, cormos y raíces con yemas latentes como en el caso de la correhuela (*Convolvulus arvensis*).

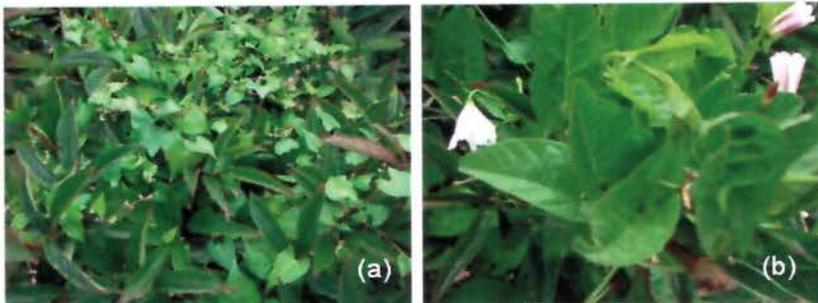


Figura 8.6. Correhuela (*Convolvulus arvensis*) a: “ahogando” una planta de peonía debido a su hábito de crecimiento trepador, b: detalle de hojas y flores, (Espinoza, 2010).

La correhuela también es trepadora, con lo que además de reproducirse muy rápidamente, su hábito de crecimiento hace que literalmente, “ahogue” al cultivo, (Figura, 8.6).

### Malezas de hoja angosta (monocotiledóneas)

Según el tipo de planta y el grupo botánico a que pertenecen, las malezas se clasifican también, en malezas de hoja angosta y malezas de hoja ancha. Se han denominado malezas de hoja angosta a las plantas pertenecientes a la Clase Monocotiledónea, que se caracteriza porque sus embriones presentan una sola hoja embrionaria o cotiledón y sus hojas adultas se caracterizan por su nervadura paralela y una disposición perpendicular a la superficie del suelo. Dentro de las malezas de hoja angosta, las más conocidas son las gramíneas (Poaceas), pero hay otras familias representativas como Cyperaceae, Juncaceae, Liliaceae y Commelinaceae, (Zimdahl, 2007). Las malezas de hoja angosta pueden ser anuales o perennes y dentro de las más persistentes dentro del cultivo de peonías están: avenilla (*Avena fatua*), ballica (*Lolium spp.*), piojillo (*Poa annua*), cola de zorro (*Hordeum vulgare*), quila (*Chusquea quila*), pasto quila (*Agrostis sp.*) chépica (*Paspalum spp.*), chépica o pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius*) y vulpia (*Vulpia sp.*), (Espinoza, 2011).



Figura 8.7. a: pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius*) ubicada sobre la hilera de plantación recién establecida (Sáez, 2002), b: bromo (*Bromus sp.*) en una plantación en producción, (Espinoza, 2010).

### Malezas de hoja ancha (dicotiledóneas)

Se han denominado malezas de hoja ancha a las especies de malezas pertenecientes a la Clase Dicotiledóneas que se caracterizan porque su

embrión presenta dos hojas embrionarias o cotiledones dispuestos en forma opuesta y sus hojas adultas presentan una disposición paralela a la superficie del suelo. Al igual que las malezas de hoja angosta o gramíneas, las malezas de hoja ancha pueden ser anuales o perennes.

Dentro de las familias representativas citadas por Zimdahl (2007), están: Polygonaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Asteraceae, Onagraceae y Solanaceae. Debido a que las peonías son plantas de hoja ancha, el control con herbicidas de este tipo de malezas, una vez que las plantas de peonías han emergido, se hace más delicado.

Espinoza (2011) y Noguer y Manzano (2011) indican, que las malezas de hoja ancha encontradas en el cultivo de peonías han sido: trébol (*Trifolium spp.*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), vinagrillo (*Rumex acetocella*), hierba del paño (*Verbascum thapsus*), hierba mora (*Prunella vulgaris*), limpia plata (*Equisetum spp.*), epilobium (*Epilobium ciliatum*), mil en rama (*Achillea millefolium*), alfilerillo (*Erodium spp.*), duraznillo (*Polygonum persicaria*), siete venas (*Plantago lanceolata*), crepis (*Crepis capillaris*), don diego de la noche (*Oenothera stricta*), sanguinaria (*Polygonum aviculare*), arvejilla (*Vicia sativa*), hierba azul (*Echium vulgare*), quilloi-quilloi (*Stellaria media*), chinilla (*Leontodon saxatilis*), diente de león (*Taraxacum officinale*), hierba del chancho (*Hypochaeris radicata*), senecio (*Senecio vulgaris*), rábano (*Raphanus sativus*), viola (*Viola arvensis*), verónica (*Veronica persica*), pasto pinito (*Spergula arvensis*), entre otras.



Figura 8.8. a: *Senecio vulgaris* compitiendo con una planta joven de peonía, b: detalle del desarrollo del sistema radicular de la maleza, (Sáez, 2002).

Un número importante de estas especies corresponden a malezas anuales invernales lo que Espinoza (2010), atribuye a la época en que se realizó el diagnóstico en la Región de la Araucanía (Chahín et al., 2010). Sin embargo, se ha constatado que durante el período de crecimiento de las

plantas, las plantaciones también pueden ser infestados por malezas anuales de verano como pasto de la perdiz (*Panicum capillare*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y enredadera (*Fallopia convolvulus*).

## Herbicidas y fisiología de sus efectos

Un herbicida es un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. En la agricultura, los herbicidas han sido una herramienta importante para el manejo de malezas por muchos años, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de las malezas a un bajo costo, pero por otro lado, si no son aplicados correctamente pueden causar daños a las plantas cultivadas, al medio ambiente e incluso a las personas que los aplican, (Peterson et al., 2001). Sin embargo, a pesar que los herbicidas son aplicados extensivamente, son probablemente el componente menos entendido de un sistema de manejo integrado de malezas, (Rosales y Esqueda, 2005). En general, la máxima eficiencia de un herbicida o el herbicida ideal, debería tener las siguientes características, (Zimdahl, 2007):

- habilidad para penetrar a la planta por varios sitios, sin un daño local,
- capacidad para translocar rápidamente, hacia sitios de acción apropiados,
- degradación suficientemente lenta para permitir la completa expresión de su actividad,
- adsorción por el suelo para evitar la lixiviación, pero lo suficientemente moderada para no inactivarlo,

## Nomenclatura de los herbicidas

Generalmente existe confusión al referirse al nombre de un herbicida. La etiqueta de un herbicida contiene tres nombres: el nombre químico, el nombre común o ingrediente activo y el nombre comercial. Por ejemplo, el herbicida vendido con el nombre comercial de Gesaprim, tiene el nombre común de atrazina que es su ingrediente activo y el nombre químico, 6-cloro-N-etil-N'-(1-metiletil)-1, 3, 5, triazina-2, 4-diamina. El nombre comercial es usado por la empresa de agroquímicos para promocionar la venta de su marca y comúnmente, es el nombre más conocido de un herbicida. El nombre común, es el nombre genérico dado al ingrediente activo aprobado

por las autoridades apropiadas, como la Sociedad Americana de la Ciencia de la Maleza (WSSA) y la International Organization for Standardization (ISO) y el nombre químico describe la composición química del compuesto herbicida, (Caseley, 1996; Rosales y Esqueda, 2005).

Los herbicidas se comercializan en formulaciones líquidas o sólidas dependiendo de la solubilidad en agua del ingrediente activo y de su forma de aplicación. La formulación del herbicida se indica en la etiqueta del producto y se designa por una o varias letras después del nombre comercial, (WG, granulado dispersable; EC, concentrado emulsionable; WP, polvo mojable; SC, suspensión concentrada; SL, concentrado soluble; CS, suspensión de encapsulado; FG, gránulo soluble; FL, suspensión concentrada). En la etiqueta del herbicida también se indica la cantidad de ingrediente activo en porcentaje o en gramos de ingrediente activo por litro o kilogramo del producto comercial.

### **Clasificación de los herbicidas**

Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su método de uso, época de aplicación, selectividad, tipo, familia química, modo y mecanismo de acción.

#### **Método de uso**

Los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo y luego son clasificados según su tipo de acción. Los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada se describen como herbicidas de contacto, mientras que aquellos que se trasladan desde el follaje tratado hacia un punto de acción en otro lugar de la planta se denominan herbicidas sistémicos. Los herbicidas de aplicación al suelo, que son los que generalmente afectan la germinación de las malezas, tienen que persistir por algún tiempo para ser efectivos y se denominan herbicidas residuales. Algunos herbicidas residuales tienen acción de contacto y afectan las raíces y los tallos en la medida en que emergen de la semilla, mientras que otros entran en la raíz y las partes subterráneas de la planta y se translocan a su punto de acción, (Rosales y Esqueda, 2005).

#### **Época de aplicación**

De acuerdo a su época de aplicación los herbicidas pueden clasificarse como pre-emergentes y pos-emergentes. Por lo general, los herbicidas pre-emergentes se aplican antes o después de la plantación pero antes de que emerjan

las malezas y el cultivo. Este tipo de productos requieren de un riego o una lluvia para situarse, como mínimo, en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde se ubica la mayoría de las semillas de malezas, eliminándolas en la germinación o recién emergidas lo que evita la competencia temprana con el cultivo. Por lo general, las raíces de las peonías se encuentran por debajo de la zona del suelo con alta concentración de herbicida y la selectividad al cultivo puede ser tanto posicional como fisiológica.

Los herbicidas de pos-emergencia se aplican después de la emergencia del cultivo y en la mayoría de los casos, la aplicación debe realizarse sobre malezas en sus primeros estados de desarrollo cuando son más susceptibles y su competencia con el cultivo es mínima. Los herbicidas de pos-emergencia pueden ser más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza.

### **Selectividad**

De acuerdo a su selectividad los herbicidas pueden ser clasificados como: selectivos y no selectivos. Selectivos son aquellos productos que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar significativamente a otras, por ejemplo, la atrazina es un herbicida selectivo en maíz y sorgo. No selectivos son aquellos herbicidas que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo o bien evitando el contacto con las plantas cultivadas. El glifosato es un ejemplo de herbicida no selectivo (Caseley, 1996).

### **Tipo de acción**

Por su tipo de acción los herbicidas pueden ser de contacto y sistémicos. De contacto son aquellos herbicidas que eliminan sólo las partes de la planta con las que entran en contacto y prácticamente no se translocan dentro de ella por lo que se recomiendan para el control de maleza anual y sistémicos son aquellos herbicidas que se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos. Debido a lo anterior, los herbicidas sistémicos son utilizados para el control de malezas perennes, (Rosales y Esqueda, 2005).

### **Familia química**

La clasificación de los herbicidas en familias químicas se basa en la composición de los diferentes compuestos usados como herbicidas. Los herbicidas dentro de una familia química tienen propiedades químicas

similares y generalmente tienen el mismo modo de acción, (Caseley, 1996). Algunos ejemplos de las principales familias químicas de herbicidas son las triazinas, las dinitroanilinas, los fenoxiacéticos, las cloroacetamidas, las ciclohexanodionas, las sulfonilureas y los bipiridilos.

### **Modo y mecanismo de acción**

Aún cuando se usan como sinónimos, el modo de acción se refiere a los eventos que provocan la aplicación de herbicidas en las malezas y el mecanismo de acción, al sitio o proceso bioquímico específico que es afectado. Rosales y Esqueda (2005) y Zimdahl (2007), señalan que la clasificación de los herbicidas más útil es según su modo de acción, ya que los herbicidas con igual modo de acción tienen el mismo comportamiento de absorción y transporte y producen síntomas similares en las plantas tratadas. Además esta agrupación de los herbicidas permite predecir, en forma general, su espectro de control de malezas, época de aplicación, selectividad a determinados cultivos y persistencia en el suelo, (Kogan, 1993). Finalmente, el modo de acción permite diseñar los programas de control químico de malezas más eficientes y evitar los posibles efectos negativos del uso de herbicidas como son la residualidad en el suelo, el cambio de especies de malezas y el desarrollo de biotipos resistentes a herbicidas, (Heap, 2001).

## **Clasificación de los herbicidas usados en el control de las malezas en el cultivo de peonías**

Con el objeto de hacer más fácil la elección de un herbicida desde el punto de vista práctico, Kogan (1993) y Caseley (1996), proponen la siguiente clasificación que puede ser utilizada en el caso de los productos que han sido recomendados para el control de malezas en el cultivo de peonías.

### **Herbicidas aplicados al follaje (pos-emergencia)**

Los herbicidas aplicados al follaje, se pueden dividir, según la forma en que actúan o afectan a las malezas, como herbicidas sistémicos o de translocación y herbicidas de contacto. A su vez, los herbicidas sistémicos se subdividen en aquellos con actividad reguladora del crecimiento y en aquellos que no presentan este tipo de actividad y estos últimos pueden ser, selectivos y no selectivos. El hecho de que los herbicidas actúen y se apliquen en el follaje de las malezas, no excluye que algunos de ellos al

llegar al suelo presenten cierta actividad, pudiendo ser absorbidos por las raíces de los cultivos y malezas. De ahí, que se deberán usar solamente en los cultivos para los cuales son recomendados y que lógicamente, muestran un grado de tolerancia aceptable, (Kogan, 1993; Caseley, 1996).

### **Herbicidas sistémicos o de translocación**

Los herbicidas sistémicos una vez que llegan a la superficie de las hojas de las malezas, difunden a través de la cutícula y entran al tejido vivo, al penetrar la membrana citoplasmática y una vez en el simplasto, se mueven vía floema hacia los puntos de crecimiento. El movimiento ocurre junto con los azúcares, desde las hojas que están fotosintetizando activamente a los sitios de utilización de los hidratos de carbono como puntos de crecimiento del tallo, raíces, tubérculos, rizomas y coronas. Por esta razón, es necesario un activo crecimiento para lograr una rápida translocación y distribución uniforme, en una concentración suficiente para afectar los procesos metabólicos vitales para la célula.

Entonces, un herbicida es sistémico o de translocación si luego de aplicado, penetra a la planta y es movilizado para ejercer su efecto lejos del sitio de aplicación, ya sea en las raíces u órganos aéreos. Los derivados fenoxiácidos (2,4-D y MCPA) y el glifosato son excelentes ejemplos de este tipo de herbicidas, ya que se trasladan desde los puntos de aplicación hacia los puntos de activa demanda de carbohidratos donde ejercen su toxicidad, (Zimdahl, 2007).

### **Herbicidas con actividad reguladora de crecimiento**

Se ha demostrado, que los herbicidas con actividad reguladora del crecimiento inducen a las células a producir cantidades excesivas de ácido ribonucleico, lo que hace que las células pasen a un estado meristemático, entren en división y crezcan descontroladamente sin obtención de la energía necesaria para sustentar este crecimiento. Por lo tanto, el efecto de este tipo de herbicidas radica en agotar las reservas de la planta. De esta forma, el crecimiento de hojas, tallos y raíces es distorsionado, el tejido vascular se bloquea o rompe y el tiempo requerido para que las malezas perennes sean destruidas va a depender de la cantidad de carbohidratos de reserva que deban degradar, (Sterling, Namuth y Hernández-Ríos, 2005).

Kogan (1993) y Peterson et al. (2001), indican que se necesitan 1 a 2 horas para que el herbicida penetre la cutícula, se movilice en el mesófilo y una vez que llegue al floema se traslade a una velocidad entre 20 y 160 cm/hora, con un valor promedio de velocidad de translocación

de 50 cm/hora. Esto significa que el producto puede llegar a las raíces más profundas de las malezas perennes en algunas horas, siempre que presenten un crecimiento activo.

Estos herbicidas producen efectos parecidos a los producidos por la auxina AIA (ácido indolacético) y el efecto visual más obvio en las especies susceptibles, es la curvatura hacia debajo de tallo y hojas (epinastia). Estos síntomas pueden observarse al cabo de pocas horas después de la aplicación, pero las plantas mueren lentamente en un proceso que puede durar entre 3 y 4 semanas. Dentro de este tipo de productos se encuentran las siguientes familias químicas: fenoxiácidos, benzoicos y piridincarboxílicos, (Rosales y Esqueda, 2005).

## Fenoxiácidos

**Modo de acción y mecanismo de acción.** El 2,4-D al igual que el MCPA, es efectivo sobre un gran número de malezas dicotiledóneas y perennes complejas como correhuella (*Convolvulus arvensis*), hierba del té (*Bidens aurea*), zarzamora (*Rubus spp.*), diente de león (*Taraxacum officinale*), siete venas (*Plantago lanceolata*) y achicoria (*Cichorium intybus*), sin embargo existe también, un número importante de dicotiledóneas relativamente resistentes a estos dos herbicidas, como sanguinaria (*Polygonum aviculare*), quilloy-quilloy (*Stellaria media*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), pasto pinito (*Spergula arvensis*), verónica (*Veronica spp.*), duraznillo (*Polygonum persicaria*), margarita (*Anthemis cotula*), mil en rama (*Achillea millefolium*), gallito (*Lamium amplexicaule*) y hierba mora (*Prunella vulgaris*). El 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y el MCPA (ácido 2 metil, 4-cloro-fenoxiacético) no son solubles en agua y debido a esto, es necesario producirlos como sales y como ésteres emulsionables. Como sales se pueden encontrar, inorgánicas: de sodio, de potasio y de amonio y orgánicas (dimetilamina, trietilamina y trietanolamina) que son solubles en agua y por lo tanto forman soluciones verdaderas. Como ésteres emulsionables se pueden encontrar como isopropílico y butoxietílico, entre otros, los cuales, al no formar soluciones verdaderas se asperjan utilizando agua como acarreador. Se estima que para las sales se requiere un período libre de precipitación (PLP) de 6 horas luego de la aplicación y de 4 horas para los ésteres. Con relación a la fitotoxicidad, el poder herbicida aumenta en el siguiente orden: éster > sales orgánicas o aminas > sal inorgánica, (Kogan, 1993). En el caso de estos ingredientes activos (2,4-D y MCPA), la volatilidad y deriva están directamente relacionadas con el tipo de producto usado, así, las sales inorgánicas y las aminas son consideradas no volátiles mientras que los ésteres son considerados volátiles,

a pesar que existen ésteres de baja volatilidad. Estos herbicidas están sujetos a deriva si se aplican con viento a temperaturas mayores de 25 °C, por lo que estas condiciones de aplicación deben ser evitadas. El efecto potencial de la gasificación, volatilización y posterior deriva, puede evitarse al usar las sales aminas, ya que su volatilidad es menor a un 10% después de 48 horas en condiciones normales y en ese período, la mayor parte del herbicida que impactó el follaje de las malezas, ya ha sido absorbido. Por otro lado, en el caso de estos herbicidas, la deriva provoca un daño muy notorio debido a sus características de reguladores de crecimiento con actividad hormonal (auxínica), lo que significa que son necesarias cantidades muy pequeñas para que estos productos provoquen respuestas de crecimiento en plantas o cultivos distantes al punto de aplicación del herbicida, (Sterling, Namuth y Hernández-Ríos, 2005). Con respecto a la persistencia y movilidad en el suelo, el 2,4-D normalmente no permanece activo por más de 20 a 25 días, en cambio la persistencia del MCPA puede ser de 2 a 3 meses. Las sales de 2,4-D, tanto inorgánicas como las aminas, son lixiviables, especialmente en suelos arenosos pobres en materia orgánica y por el contrario, los ésteres no están sujetos a lixiviación. En todo caso, las sales de 2,4-D solo pueden causar daño al ser absorbidas por las raíces del cultivo si el suelo es arenoso, es pobre en materia orgánica o si luego de la aplicación ocurre una lluvia de más de 25 mm o un riego con una alta carga de agua en la zona donde se asperjó el herbicida, lo mismo ocurre con el MCPA, (Caseley, 1996).

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

2,4-D éster: Esterón Ten-Ten

2,4-D amina: 2,4-D Amina, Butyrac

### **Benzoicos y piridíncarboxílicos**

**Modo y mecanismo de acción.** Tanto los ingredientes activos pertenecientes a la familia de los piridíncarboxílicos (picloram, clopiralid, fluroxipir y triclopir) como el dicamba (benzoico), son herbicidas muy activos sobre una amplia gama de malezas dicotiledóneas (hoja ancha) tanto anuales como bianuales y perennes, incluyendo las arbustivas leñosas. Por otra parte, estos productos al igual que el 2,4-D y el MCPA, son de carácter ácido por lo que al caer al suelo se presentarán cargados negativamente, lo que hace que sean fácilmente lixiviados, en especial en suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica donde pueden alcanzar las raíces del cultivo, (Rosales y Esqueda, 2005).

## **Ingredientes activos y productos comerciales**

dicamba: Caimán 70 WG, Banvel, Fortune

clopiralid: Lontrel 3AA

fluroxipir: Starane

triclopir: Garlon 4

### **Herbicidas sistémicos no selectivos**

Los herbicidas sistémicos sin actividad reguladora del crecimiento se clasifican en selectivos y no selectivos. El principal herbicida sistémico, sin actividad reguladora del crecimiento y no selectivo, es el glifosato, que controla la mayoría de las especies consideradas malezas, (Kogan, 1993; Fuentes, 1999; Nissen, Namuth y Hernández-Ríos, 2005; Zimdahl, 2007; Espinoza, 2010).

### **Glifosato**

**Modo y mecanismo de acción.** El glifosato es un herbicida de pos-emergencia, no selectivo, que posee una alta actividad herbicida al presentar una gran capacidad de translocación y destrucción de las malezas tratadas. Por sus características sistémicas está especialmente indicado para controlar las malezas perennes con reproducción vegetativa, (Nissen, Namuth y Hernández-Ríos, 2005), además de las anuales. Presenta una estructura molecular simple, relativamente alta solubilidad (12.000 ppm) y un pequeño peso molecular comparado con el de la mayoría de los herbicidas. Comúnmente se denomina glifosato, pero corresponde a la sal isopropilamina de N (fosfometil) glicina, (sal isopropilamina del glifosato). De acuerdo a su mecanismo de acción, el glifosato es un inhibidor de la síntesis de los aminoácidos aromáticos, tirosina, fenilalanina y triptofano. Fuentes (1999), señala que la acción de las sales de glifosato, está directamente relacionada con el catión acompañante en su formulación, siendo la sal potásica la más adecuada para barbecho químico. El grupo químico al que pertenecen las distintas formulaciones de glifosato es el de las glicinas y de acuerdo al catión acompañante pueden ser glicinas ácidas, glicinas y fosfoglicinas. En el Cuadro 8.1, se presentan los distintos productos comerciales, nombres químicos y concentraciones de ingrediente activo en las distintas formulaciones en que se presenta el glifosato.

Las hojas y partes fotosintéticamente activas constituyen los principales órganos de intercepción y absorción de los herbicidas de este tipo. La presencia de cutícula y en particular de ceras externas (ceras epicuticulares), constituyen un impedimento para la absorción. Sin embargo,

Cuadro 8.1. Nombre comercial, nombre químico, concentración y tipo de formulación de las distintas sales de glifosato que se encuentran a la venta en el país, (AFIPA, 2009/2010).

Producto comercial	Nombre químico*	Concentración (g/kg/L)	Formulación
Roundup Amonio	sal MA	396 g/L	concentrado soluble
Roundup FG	sal MA	792 g/kg	gránulo soluble
Roundup Full II	sal K	662 g/L	concentrado soluble
Roundup Ultramax	sal MA	747 g/kg	gránulo soluble
Panzer	sal IPA	480 g/L	concentrado soluble
Panzer Gold	sal DMA	608 g/L	concentrado soluble
Glifosato DuPont	sal IPA	480 g/L	concentrado soluble
Glifosato DuPont Pro	sal MA	405 g/L	concentrado soluble

\*sal MA: sal monoamónica, sal K: sal potásica, sal IPA: sal isopropilamina, sal DMA: sal dimetilamina

la presencia de surfactantes en la formulación comercial del producto ayuda al paso del glifosato por esa barrera. Las moléculas activas de los herbicidas aplicados al follaje y absorbidas por el simplasto se translocan vía floema en la corriente de asimilados o fotosintatos desde las hojas fotosintéticamente activas, convirtiéndose en sistémicas al moverse a través de la planta hacia los sitios de alta actividad metabólica o sitios de acción, donde expresan su efectividad a la forma de toxicidad. Esto favorece el control de las malezas difíciles de eliminar que presentan arraigamiento profundo o que producen propágulos vegetativos a partir de rizomas, tubérculos y en algunos casos, de raíces con yemas endógenas, como es el caso de la correhuela (*Convolvulus arvensis*). Después de ser aplicados al follaje, son necesarias apenas 24 horas para que ocurra la acumulación de glifosato a niveles tóxicos en el sistema subterráneo de malezas perennes como *Sorghum halepense* (maicillo) y *Cynodon dactilon* (pasto bermuda o chépica), (Zimdahl, 2007). Para su acción, el glifosato necesita tejidos verdes por lo que su vida en el suelo es muy corta, siendo rápidamente degradado por los microorganismos del suelo. Esto significa que no tiene efecto residual o actividad en el suelo sobre semillas en germinación y de ahí que no hay problema al usarlo, incluso inmediatamente antes de la plantación de las peonías para el control de las malezas perennes. La presión de vapor y la fotodescomposición son negligibles. El momento adecuado de aplicación, en general, será cuando mayor sea la relación hojas/parte subterránea. Se ha visto que muchas veces en aplicaciones al rebrote de las malezas perennes el control no es adecuado, debido precisamente a una baja relación hojas/parte subterránea. Una adecuada superficie foliar asegura una buena intercepción, absorción y posterior translocación del glifosato

que funciona mejor con una humedad relativa alta, Esto se debería a una cutícula mas hidratada y a una disminución de la evaporación de las gotas depositadas en las hojas de las malezas permitiendo que una mayor cantidad del herbicida sea absorbida y translocada. La humedad del suelo influye en la eficiencia de la aplicación, ya que las limitaciones hídricas alteran la turgencia de las hojas de las malezas y por consiguiente la absorción. Sin embargo, una lluvia que ocurra dentro de las 6 horas después de la aplicación puede reducir la efectividad de la aplicación. Sin embargo, el período libre de precipitación (PLP) dependerá de la sensibilidad de la maleza tratada al glifosato y en algunos casos puede extenderse hasta 12 y 24 horas. La aplicación de glifosato necesita de una temperatura promedio mayor a 5 °C, lo que limita su uso en el período de receso invernal en la Región de Magallanes y si después de la aplicación, la temperatura es menor de 10 °C y los días son nublados, el efecto visual de control se atrasa. Los síntomas de toxicidad en las malezas son un marchitamiento y clorosis gradual de las plantas, para terminar con una desecación de la parte aérea y deterioro de los órganos subterráneos. Los síntomas aparecen entre 2 y 4 días en malezas anuales y en las malezas perennes aparecen como mínimo a los 7 días y son más evidentes después de la segunda a cuarta semana desde su aplicación. Espinoza (2010), indica que la debilidad del glifosato es que no controla eficientemente plantas viejas de tréboles (*Trifolium spp.*), epilobium (*Epilobium angustifolium*), don diego de la noche (*Oenothera acaulis*), siete venas (*Plantago lanceolata*), alfilerillo, hierba del chanco y mil en rama (*Aquillea millefolium*) y tampoco tiene un efecto sobre el pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius*).

## Glufosinato

**Modo de acción.** El glufosinato es un herbicida no selectivo, con acción pos-emergente de malezas de hoja ancha y angosta, que no tiene actividad en el suelo. Este herbicida causa clorosis en tres a cinco días, que se transforma en necrosis de las plantas tratadas en una a dos semanas. El glufosinato tiene un transporte limitado dentro de la planta y su acción es básicamente de contacto. Su mecanismo de acción es la inhibición de la enzima glutamina sintetasa en el metabolismo del nitrógeno. Al bloquear esta enzima se acumula amoniaco en las plantas lo que destruye las membranas celulares, (Vencill, 2002).

## Ingredientes activos y productos comerciales

glufosinato de amonio: Basta 14 SL

### Herbicidas sistémicos selectivos

Los herbicidas selectivos actúan sobre las malezas sin dañar el cultivo. Lo más utilizado, es la selectividad de los herbicidas que controlan malezas de hoja angosta en cultivos de hoja ancha y viceversa. Sin embargo, también existen ingredientes activos selectivos para malezas de hoja ancha en cultivo de hoja ancha, como el linurón en el cultivo de las papas y el metamitrón en la remolacha. Stevens et al. (1993), señalan que existen solamente dos ingredientes activos registrados como selectivos para peonías en el mercado estadounidenses, uno con efecto sobre el follaje: fenoxaprop-etil (Acclaim) y otro, un suelo-activo: dimetil-tetra-cloro-tereftalato o DCPA (Dacthal), productos que no se comercializan en el país, (Sáez, 2002).

### Ariloxifenoxipropionatos y ciclohexanodionas

**Modo y mecanismo de acción.** Dentro de los herbicidas sistémicos selectivos (sin actividad reguladora del crecimiento), los más numerosos son los productos utilizados para el control selectivo de malezas gramíneas, anuales o perennes, conocidos también como graminicidas. Estos herbicidas, que actúan inhibiendo la síntesis de lípidos, no tienen efecto sobre las dicotiledóneas o malezas de hoja ancha y su selectividad es tal que pueden ser aplicados sobre los árboles frutales, incluso recién plantados, sin ocasionar daño. Incluso, algunos de ellos pueden ser utilizados para controlar malezas gramíneas en cultivos de cereales. Estos productos son absorbidos por las malezas entre 1 y 2 horas y se mueven por el simplasto a los puntos de crecimiento, incluyendo estructuras subterráneas, donde ejercen una acción inhibitoria de la actividad meristemática, produciéndose la detención del crecimiento a las 48 horas luego de la aplicación, (Vencill, 2002). El primer efecto a nivel de la parte aérea de las malezas gramíneas, es la muerte de los puntos de crecimiento y de la parte interna de las hojas que aún no han abierto. Las hojas más externas pueden verse saludables por algunos días, pero paulatinamente se marchitan y luego se secan totalmente, observándose el máximo efecto visual entre 10 y 21 días después de la aplicación. Al igual que todos los productos sistémicos, el resultado de la aplicación está relacionado con un crecimiento activo para una rápida absorción y una máxima translocación. Los graminicidas una vez dentro de la planta deben hidrolizarse para ser translocados, por ejemplo el halozifop-metil debe hidrolizarse a halozifop, que es la molécula que ejercerá la acción herbicida, proceso que es impedido en condiciones de estrés hídrico. Todos estos compuestos presentan una cierta actividad en el suelo, a pesar que

la vida media de ellos es relativamente corta, así, el halozifop-metil, que es el más persistente presenta un valor promedio de 55 días, dependiendo del suelo y las condiciones ambientales. Dentro de los productos de este tipo que han sido utilizados en las peonías y que se encuentran en el país, se pueden citar fluazifop, quizalofop, propaquizafop y haloxifop, (Stevens, 1998; Fuentes, 1999; Allemand, 2001 y Espinoza, 2010).

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

fluazifop-P-butil: Hache Uno 2000  
haloxifop-R-metil: Galant Plus, Flecha 9.6 EC  
quizalofop-etil: Assure Plus  
propaquizafop: Agil 100 EC  
sethoxidim: Poast  
clethodim: Centurion Super, Centurion 240 EC  
trepaloxidim: Aramo

### **Herbicidas de contacto**

Un herbicida de contacto es aquel que afecta solo a las partes de las plantas que han sido cubiertas por la aspersión, presentando una acción muy tóxica al penetrar y tomar contacto con los tejidos vivos lo que ocurre a las pocas horas de efectuada la aplicación. Los productos de contacto no selectivos que se comercializan en el país pertenecen al grupo de los amonio-bipiridilo-cuaternarios y los productos utilizados de esta serie son el paraquat y el diquat, (Kogan, 1993).

### **Bipiridilos**

**Modo y mecanismo de acción.** Son productos eficientes en el control de las malezas anuales, debiéndose aplicar siempre que haya emergencia. En caso de malezas perennes se requieren aplicaciones repetidas, hasta agotar los centros de crecimiento. El paraquat y el diquat, son herbicidas muy solubles y de muy baja volatilidad y al actuar por contacto, son absorbidos por el simplasto el cual es destruido limitándose la translocación. El mecanismo de acción del paraquat (Gramoxone), está ligado a la fotosíntesis, aún cuando específicamente es un destructor de membranas. Son productos activados al exponerse a la luz para formar compuestos a partir del oxígeno, como oxígeno simple, el radical libre de hidroxilo y el peróxido de hidrógeno, (Duke y Dayan, 2001). Este peróxido se acumula en cantidades fitotóxicas en las células y provoca una ruptura de las membranas citoplasmáticas con la consiguiente pérdida

de la compartimentalización, lo que lleva a una rápida deshidratación de los tejidos fotosintéticamente activos, (Kogan, 1993), (Figura 8.9).

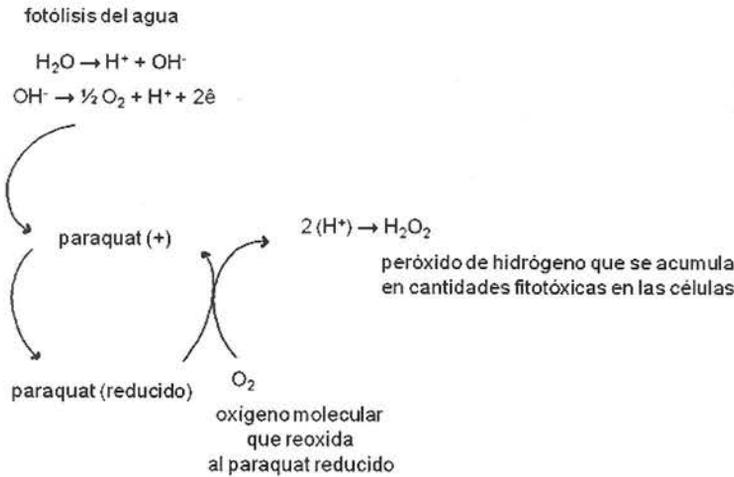


Figura 8.9. Oxidorreducción del paraquat en células fotosintéticamente activas, (Kogan, 1993).

Por ser productos que actúan por contacto, son eficientes en el control de malezas ya emergidas, constituyéndose en el complemento en el tratamiento con herbicidas suelo-activo, lo que es especialmente útil cuando se decide utilizar un herbicida de este tipo en otoño o invierno con malezas ya emergidas. Se pueden usar durante todo el año con el objeto de controlar gramíneas y dicotiledóneas anuales o perennes, aún cuando no basta una aplicación por temporada, sino que lo normal pueden ser entre 6 y 11 aplicaciones. Debido a su estructura química, son adsorbidos por el suelo, especialmente en aquellos con niveles altos de arcilla y materia orgánica y en general, todos los suelos presentan una gran capacidad para inactivar este tipo de herbicidas.

### **Ingredientes activos y productos comerciales.**

paraquat: Gramoxone Super  
 diquat: Reglone

### **Eficiencia de los herbicidas aplicados al follaje**

Los factores que afectan la eficiencia de los herbicidas aplicados al follaje de las malezas o pos-emergentes son: dosis y oportunidad de

aplicación, período libre de precipitación, calibración del aspersor, deriva, volatilidad (evaporación), absorción de la solución asperjante, condiciones ambientales, fundamentalmente, humedad y temperatura y coadyuvantes.

### **Dosis y oportunidad de aplicación**

Las dosis y el estado de la maleza al momento de la aplicación determinan, sin lugar a dudas, el nivel de control. Con relación al momento de aplicación, se puede indicar que, en general, las malezas anuales son más sensibles a un determinado producto en sus primeros estados de desarrollo, 2 a 4 hojas. En la medida que las malezas se acercan a la etapa reproductiva son más resistentes y por lo tanto, se requerirá de una dosis mayor. En el caso de las malezas bianuales el control con herbicidas sistémicos debería realizarse durante el primer estado (roseta), antes que emitan el tallo floral. Finalmente para controlar malezas perennes, los herbicidas sistémicos deben aplicarse cuando ocurre el mayor movimiento de hidratos de carbono hacia los órganos subterráneos y exista suficiente superficie foliar para asegurar la entrada de la mayor cantidad posible del herbicida asperjado.

### **Período libre de precipitaciones**

El período libre de precipitaciones (PLP), luego de la aplicación de herbicidas al follaje de las malezas es sumamente importante ya que lluvias que acurran después de aplicación pueden producir un lavado de los productos. La importancia del fenómeno estará relacionada con el tipo de herbicidas, grado de tolerancia de la maleza al herbicida y de la intensidad de la lluvia, entre otros factores. El tiempo de efectividad para los distintos herbicidas varía entre media hora y 8 horas, por lo que lo ideal, es aplicarlos en días soleados con escasas probabilidades de lluvia dentro de 24 horas.

### **Calibración del aspersor**

Cada tipo de aspersor se puede calibrar con la misma técnica básica, por ejemplo, al usar una bomba de espalda se lleva al operador a un área conocida y se mide la salida de agua (para no usar la solución con herbicida en la prueba) o bien se mide la cantidad de agua descargada en una determinada superficie (Contreras y Zapata, 2000).

Reichenberger (1980), señala que en Nebraska de cada tres aplicaciones de herbicidas, en una se han cometido errores por una calibración inadecuada, mezcla incorrecta o falla en la lectura de recomendaciones del producto. Asociada a la calibración del aspersor, se encuentra el problema de deriva

de los herbicidas aplicados al follaje ya que una forma de controlarla es a través del peso de la gota.

### Deriva

La deriva, corresponde al movimiento físico de las gotas por acción del viento y está influenciada por la velocidad de éste, corrientes ascendentes de aire y tamaño de las gotas. Este último factor es el más importante ya que es el factor controlable, es decir con el tamaño de la gota se regula su peso de tal manera de no dejarlas a merced del viento, (Kogan, 1993). En lugares donde el viento siempre está presente a velocidades mayores a 5 km/hra como es el caso de Magallanes, es necesario aplicar los herbicidas muy temprano en la mañana o después del atardecer ya que siempre existe el peligro que la deriva dañe al cultivo, especialmente en el caso de la aplicación de productos sistémicos, como el glifosato, con las plantas de peonías emergidas, (Figura 8.10 a y b).



Figura 8.10. Plantas de peonías dañadas por la deriva de glifosato. a: daño inicial, b: etapa final, (Sáez, 2002).

El equipo, la calibración y la presión de aplicación están íntimamente relacionados con el tamaño de las gotas que salen a través de los orificios de la tobera. Para minimizar la deriva, se pueden tomar las siguientes precauciones al aplicar:

- en horas sin viento (< 8 km/hra)
- muy cerca de las plantas (malezas)
- con la presión mínima posible, nunca mayor de 40 lb/pulgada<sup>2</sup>
- utilizando una campana apropiada

Se deben utilizar gotas uniformes entre 500  $\mu$ , que corresponde al tamaño de gotas de una lluvia moderada y 1 mm (1.000  $\mu$  = lluvia fuerte). La boquilla, a partir de un patrón de tamaño, divide la solución en pequeñas partículas produciendo un rango de tamaños de partículas, más que partículas de un solo tamaño, siendo el tamaño de la gota, función del tamaño del orificio de salida de la boquilla, presión de aplicación y tensión superficial de la solución asperjante. Un orificio pequeño, alta presión y baja tensión superficial, produce mayor cantidad de gotas pequeñas y por el contrario con baja presión, se produce una mayor proporción de gotas grandes. Toda boquilla produce una distribución normal de tamaños de gotas, (Figura 8.11).

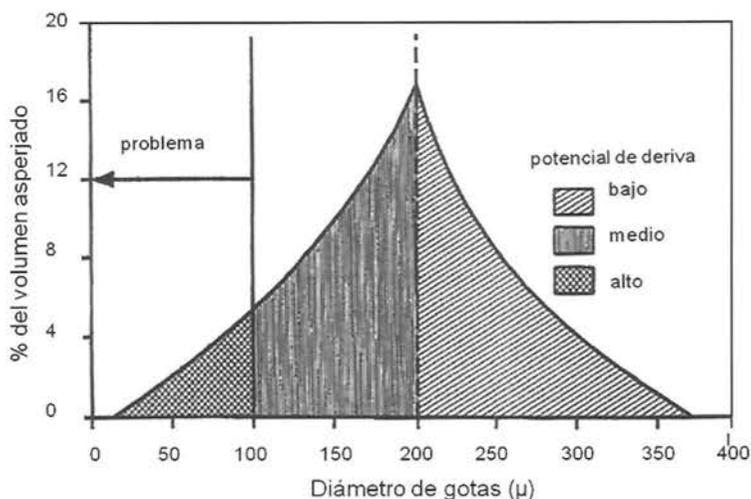


Figura 8.11. Distribución normal del tamaño de las gotas desde una boquilla marca Delavan N°8 a 40 psi, (Zimdahl, 2007).

Debido a que la deriva es un problema inevitable, se han desarrollado ciertas técnicas para manejarla. La más simple, es reducir la presión de aspersión para tener una baja proporción de gotas pequeñas ya que aumentando el tamaño de la gota de 20 a 200  $\mu$ , la distancia recorrida por la gota disminuye 200 veces y su tiempo de duración aumenta de 0.7 a 65 segundos. Las gotas pequeñas, tienen una trayectoria horizontal y el agua puede evaporarse antes que la gota tome contacto con la planta, gotas de un tamaño mayor a 150  $\mu$  normalmente resisten la evaporación y duran lo suficiente para que el herbicida haga su efecto, (Kogan, 1993).

### **Volatilidad**

La evaporación o volatilización es la tendencia de un compuesto químico a vaporizarse y la volatilidad determina el movimiento como gas desde las gotas sobre la superficie asperjada, a diferencia de la deriva que es el movimiento como líquido. Los herbicidas volatilizados pueden causar daño en otro lugar o disminuyen su eficiencia en el punto de aplicación, (Caseley, 2001; Zimdahl, 2007).

### **Absorción de la solución asperjante**

Si los herbicidas no derivan y no se volatilizan, el próximo factor que afecta su eficiencia es la absorción de la solución asperjante. Este factor, está condicionado por el tiempo necesario para que el herbicida penetre los tejidos foliares, por la posición de las hojas en la arquitectura de la planta, siendo más eficientes las hojas paralelas a la superficie del suelo, planas y anchas y por las características anatómicas de las hojas, debido a que la cutícula es una barrera para la entrada de los herbicidas. En todo caso, la penetración de la solución asperjante está más relacionada con la hidratación y la composición de la cutícula que con su grosor.

Los estomas constituyen otro punto de entrada de los herbicidas, pero la solución también debe atravesar la fina cutícula de las cavidades subestomáticas. La barrera establecida por la cutícula, es minimizada por el uso de surfactantes, que son productos químicos inocuos que bajan la tensión superficial de los sistemas líquidos disminuyendo la resistencia de las gotas a mojar y aumentando su capacidad de humedecer la superficie al formar una lámina sobre las hojas, favoreciendo la absorción.

### **Factores ambientales (humedad y temperatura)**

Si una molécula de herbicida alcanza su objetivo y es retenida en la superficie de las hojas, su actividad se ve afectada por los factores ambientales. En un día caluroso las cutículas de las hojas están más fluídas y más fácilmente penetrables. Algunos herbicidas compuestos de ácidos grasos, como los ésteres, en días calurosos presentan una mayor penetración y actividad.

En general, altas temperaturas y baja humedad relativa son factores adversos a la absorción cuticular, ya que las plantas que crecen en estas condiciones producen cutículas gruesas menos penetrables, las aspersiones se secan rápidamente y el estrés hídrico determina el cierre de los estomas, (Rosales y Esqueda, 2005; Zimdhal, 2007).

### **Coadyuvantes**

Los coadyuvantes son sustancias que facilitan la acción de un herbicida o modifican las características de la formulación del mismo. Dentro de los coadyuvantes, los mas nombrados son los surfactantes, que son agentes hipotensores y como tales actúan a nivel de la superficie foliar y de la gota de agua, produciendo el acercamiento de ambas, (Kogan, 1993).

Los surfactantes incluyen muchas clases de formulaciones, incluyendo agentes que aumentan la humectabilidad y esparcimiento de la gota de la solución aplicada, aumentando la fitotoxicidad y realzando la penetración. Según Zimdahl (2007), la acción de un surfactante es reducir la energía necesaria para que los herbicidas pasen a través de la cutícula y otras barreras exteriores. De acuerdo a su propiedad predominante, Caseley (1996), clasifica los surfactantes en:

- humectantes/hipotensores
- extensores
- adherentes
- estabilizadores (emulsificadores y dispersantes)
- detergentes

Sin embargo, en general, cualquier surfactante exhibe más de una o todas las propiedades indicadas, siendo todos hipotensores, pero caracterizándose por una de las propiedades que sobresale. A su vez, según la naturaleza electroquímica pueden ser aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfotéricos, debiéndose tener claro que para una mejor penetración a través de la cutícula debieran ser productos anfotéricos, es decir con una parte de su molécula asociada al agua y la otra a las moléculas no iónicas de la cutícula, (Kogan, 1993; Powell y Lindquist, 1994). Debido a que el uso inadecuado de los surfactantes puede inducir a pérdidas de la selectividad y de la eficiencia de los herbicidas utilizados debido al escurrimiento superficial, se debe tener claro cuando usarlos, (Kogan, 1993; Caseley, 2001; Rosales y Esqueda, 2005; Zimdahl, 2007):

- cuando las recomendaciones provenientes de la empresa productora del herbicida indican específicamente el uso de un determinado coadyuvante,
- si al examinar las malezas luego de una correcta aplicación, se observa un cubrimiento pobre debido a falta de mojamiento a la superficie de las hojas,

- cuando las malezas que se desee controlar poseen superficies foliares cerosas, pubescentes o con depositaciones de sales, que las hacen difíciles de mojar,
- cuando se dispone de resultados de investigación científica que lleven a la conclusión de que un determinado adyuvante es importante para la actividad de un herbicida.

Cuadro 8.2. Algunos surfactantes y sus dosis de aplicación (AFIPA, 2009/2010).

Surfactante	Dosis (ml/100 litros de solución herbicida)
Silwet L-77 AG	50 – 100
Stick	10 – 20
Induce pH 900 SL	25 – 50

## Herbicidas suelo-activos (pre-emergencia)

Los herbicidas suelo-activos incluyen compuestos que pueden ejercer un efecto a nivel de las raíces al entrar directamente en contacto con ellas, pero también, son productos que se pueden movilizar desde las raíces a otros órganos de las malezas luego de ser absorbidos desde el suelo. En general, los herbicidas aplicados al suelo, ejercen su acción sobre las malezas en germinación o en estado de plántula por un período relativamente largo dependiendo de la rapidez con que son disipados luego de su aplicación. Sin embargo, hay algunos que presentan acción en el follaje de las malezas y luego ejercen el resto de su actividad en el suelo, (Kogan, 1993).

A todos los herbicidas que presentan principalmente su actividad en el suelo, se les ha llamado suelo-activos y según si ellos presentan o no alguna acción de importancia al follaje de las malezas, se les subdivide en dos grandes grupos, herbicidas suelo-activos con actividad en el follaje y herbicidas suelo-activos sin o con escasa actividad en el follaje. A su vez, los herbicidas suelo-activos con actividad al follaje se subdividen de acuerdo al efecto que provoca su toxicidad, en inhibidores de la fotosíntesis (triazinas, ureas sustituidas y uracilos) y en destructores de la permeabilidad de las membranas (difenil-éter). Por otra parte, los herbicidas suelo-activos sin o con escasa actividad en el follaje actúan inhibiendo la actividad meristemática (amidas sustituidas y dinitroanilinas).

### Inhibidores de la fotosíntesis

Dentro de esta categoría se encuentran grupos de gran importancia para el control de malezas en el cultivo de peonías como son, triazinas,

triazinonas, ureas sustituidas (fenilureas), uracilos, benzotiadizoles, nitrilos y amidas y piridazinonas, aún cuando estos últimos difieren en su mecanismo de inhibir la fotosíntesis, (Markwell, Namuth y Hernández-Ríos, 2005).

La gran mayoría de los herbicidas pertenecientes a estos grupos presentan efecto de contacto con el follaje de malezas recién emergidas y hasta con un par de hojas, sin embargo, su mayor acción es a nivel del suelo. Como excepción se encuentra la simazina que no presenta acción al follaje de malezas recién emergidas.

Una vez que estos herbicidas son aplicados y activados en el suelo, las malezas los absorben a través de las raíces y las transportan vía apoplasto, en la corriente transpiratoria (xilema), hacia las hojas. Así, los síntomas de daño se manifiestan en forma más severa en las hojas maduras y expandidas que están activamente transpirando.

Exceptuando al norflurazon, el mecanismo de acción de estos herbicidas es la inhibición de la fotosíntesis y específicamente de la reacción de Hill. Así, las malezas crecen hasta que se agotan las reservas de los cotiledones y luego empiezan a exhibir una clorosis que termina en necrosis, con muerte de las plántulas, (Duke y Dayan, 2001).

### **Triazinas y triazinonas**

**Modo y mecanismo de acción.** Dentro de las atrazinas, la simazina es un producto muy poco soluble (3.5 a 5 ppm) y a diferencia de los otros herbicidas de este grupo, no presenta acción en el follaje de las malezas, debido a su baja solubilidad en los lípidos de la cutícula. Los demás herbicidas suelo-activos tienen efecto sobre la fotosíntesis si poseen acción sobre el follaje y pueden usarse para el control de malezas en proceso de germinación o que se encuentran en sus primeros estados de desarrollo. Una vez que estos herbicidas llegan al suelo son absorbidos por las raíces de las malezas en emergencia o recién emergidas, las que se tornan cloróticas y mueren. Debido a su limitada movilidad en el suelo, no presentan efecto sobre malezas de arraigamiento profundo. Estos productos controlan una amplia gama de especies dicotiledóneas y también varias gramíneas de invierno. En general se localizan en los primeros 5 a 10 cm, dependiendo de la textura y del contenido de materia orgánica del suelo. La simazina y la terbutilazina se pueden emplear para el control de malezas anuales.

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

atrazina: Gesaprim

simazina: Gesatop 90 WG

metribuzina: Sencor 480 SC

metamitrón: Metamitron 70 WG

terbutilazina: Terbutilazina 500 SC, Tyllanex 50% SC

### **Ureas sustituidas (fenilureas)**

**Modo y mecanismo de acción.** Los herbicidas derivados de la urea son absorbidos por las raíces y también por el follaje de las malezas. Al llegar al suelo son absorbidos por las raíces y son translocados vía apoplasto a la parte aérea. Al igual que las triazinas, las raíces de las malezas las absorben de tal manera que las plántulas de las malezas emergen y luego empiezan a mostrar clorosis hasta morir completamente necrosadas. El linurón que es el representante de las ureas sustituidas de mayor importancia, puede aplicarse al suelo previo a la emergencia de las malezas para controlar plántulas de especies susceptibles durante un período de tiempo prolongado. El grado de control y duración del efecto podrán variar con la cantidad de producto aplicado, textura, contenido de materia orgánica y humedad del suelo, entre otros factores. Suelos con alto contenido de materia orgánica, requieren dosis mayores que los suelos livianos o con menos contenido de materia orgánica para obtener un efecto equivalente. La humedad es necesaria para activar el producto, los mejores resultados se obtienen si llueve o se riega dentro de las dos semanas de realizada la aplicación. El linurón también puede ser usado para controlar malezas emergidas y los resultados variarán con la dosis aplicada y con las condiciones ambientales. Los mejores resultados se obtienen cuando se aplica sobre malezas en activo crecimiento, con alta humedad y con temperatura de 21 °C o más. La adición de un tensioactivo (surfactante) aumenta el efecto de contacto. El linurón es absorbido principalmente por las raíces de las plantas y en menor proporción por el follaje, inhibiendo el proceso de fotosíntesis en las malezas susceptibles. Los tratamientos se efectúan simultáneamente con la plantación de las peonías o después de ésta, pero antes que el cultivo brote. Al ser aplicado sobre el suelo, el linurón se fija en la capa superficial y actúa en la zona donde germinan la mayoría de las malezas, durante 1 a 4 meses. Se recomienda aplicar las dosis menores en suelos livianos y las mayores en suelos pesados y con malezas más resistentes. Una precipitación moderada, dentro de los primeros días siguientes a la aplicación, favorece el resultado y si no llueve

y el suelo se seca, se debe regar con moderación. Por el contrario, fuertes precipitaciones o riegos abundantes inmediatamente después del tratamiento, pueden producir daños al cultivo, por arrastre del herbicida hacia capas más profundas. En la pos-emergencia de las malezas los tratamientos se efectúan cuando las malezas han germinado recientemente. El linurón se ha utilizado con éxito en el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de papas.

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

linurón: Linurex, Lorox, Afalon

diurón: Karmex 80 WG, Diurex 50% SC

### **Uracilos**

**Modo y mecanismo de acción.** Estos productos presentan propiedades muy semejantes a las fenilureas y aún cuando son más lixiviables, presentan también cierta acción de contacto sobre malezas recién emergidas. Estos herbicidas presentan una vida media de 4 a 5 meses, mayor que las triazinas o ureas. El bromacil es un herbicida bastante soluble en agua (815 ppm a 25 °C). Su acción foliar es leve siendo principalmente absorbido por las raíces y así translocado vía apoplasto hacia la parte aérea. De ahí que su mayor acción se manifiesta al aplicarlo en la pre-emergencia de las malezas o con malezas recién emergidas.

### **Ingredientes activos**

bromacil: Bromacil 80% WP, HyvarX

terbacil: Terbacil 80% WP

### **Piridazinonas**

**Modo y mecanismo de acción.** Norfluorazon es el único producto perteneciente a este grupo que tiene importancia. Es también un inhibidor de la fotosíntesis, pero su mecanismo de acción está ligado a la inhibición de la síntesis de carotenoides, los que normalmente protegen a los cloroplastos de la fotodestrucción. De ahí que su efecto se manifiesta primero a través de una clorosis que llega al albinismo. Su principal acción se produce a nivel del suelo, desde donde es absorbido por las raíces de las malezas y luego translocado a la parte aérea, (Rosales y Esqueda, 2005).

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

norfluorazon: Norfluorazon

## Destructores de la permeabilidad de las membranas

El grupo de los difeniléteres con su representante oxifluorfen, se caracteriza por alterar el normal funcionamiento de las membranas celulares.

### Difeniléteres

**Modo y mecanismo de acción.** El oxifluorfen es un herbicida de muy baja solubilidad (0.1 ppm), fuertemente adsorbido en el suelo y por lo tanto de muy baja lixiviación. Presenta principalmente actividad de pre-emergencia sobre malezas dicotiledóneas y algunas gramíneas anuales, a pesar que también presenta cierta acción sobre el follaje de malezas en sus estados juveniles. La absorción radical por parte de de las malezas es rápida, pero la translocación vía xilema (apoplasto) a la parte aérea es limitada y de igual forma, luego de la absorción foliar el transporte vía simplasto es limitado. Zimdahl (2007), indica que el oxifluorfen es mucho más activo debido a la absorción a través del coleoptilo y epicotilo que a través del sistema radical, debido a que forma una barrera química en la superficie del suelo controlando las malezas a medida que emergen.

### Ingredientes activos y productos comerciales

oxifluorfen: Goal 2 EC

### Inhibidores de la actividad meristemática

Como los anteriores, los herbicidas sin o con escasa actividad en el follaje son productos suelo-activos o pre-emergentes, pero su mecanismo de acción es inhibir la actividad meristemática, tanto de las raíces como de los brotes.

### Acetamidas, cloroacetamidas y ácidos benzoicos

**Modo y mecanismo de acción.** En este grupo, la napropamida es un herbicida altamente selectivo que actúa inhibiendo el desarrollo de los brotes. No es un producto volátil ya que su presión de vapor es de  $4 \times 10^{-6}$  mm deHg a 25 °C, sin embargo, se disipa rápidamente desde la superficie del suelo por efecto de la luz (fotodegradación). Si no ocurren lluvias dentro de un plazo prudente, máximo 7 días luego de su aplicación, se pierde gran parte de su actividad. La napropamida presenta una solubilidad de 73 ppm, pero es fuertemente adsorbida por los coloides del suelo, de ahí que su lixiviación sea escasa. Su espectro de control es amplio sobre malezas gramíneas anuales

y sobre algunas decotiledóneas, ya que no controla malezas pertenecientes a las familias Asteraceae, Brassicaceae y Polygonaceae. La napropamida es absorbida por las raíces de las malezas, donde inhibe la actividad meristemática, con lo que se afecta el crecimiento radical. Dentro de los ácidos benzoicos de encuentra el clortal-dimetil, ingrediente activo registrado bajo el nombre comercial de Dacthal, como selectivo para peonías en Estados Unidos.

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

napropamida: Devrinol  
metolaclor: Dual Gold 960 EC  
clortal-dimetil: Dacthal

### **Dinitroanilinas**

**Modo y mecanismo de acción.** Las dinitroanilinas son inhibidores del crecimiento de las plántulas, a través de la inhibición del crecimiento de la radícula, (Rosales y Esqueda, 2005). La trifluralina es un herbicida que controla la mayoría de las gramíneas y algunas malezas de hoja ancha anuales, pero no controla crucíferas. Es un producto altamente volátil ( $1.99 \times 10^{-4}$  mm de Hg) y además es fotolábil, de ahí que luego de su aplicación debe ser inmediatamente incorporado al suelo. Debido a que es altamente insoluble ( $< 1$  ppm), prácticamente no se mueve en el suelo. Normalmente en las peonías, se aplica con el último rastraje antes de levantar los camellones o las platabandas, antes de la plantación. El oryzalin y la pendimentalina, controlan principalmente malezas gramíneas anuales, de ahí que normalmente deben mezclarse con otro producto suelo-activo que controle dicotiledóneas. A pesar de que estos herbicidas son principalmente graminicidas controlan algunas malezas dicotiledóneas importantes como sanguinaria o pasto del pollo (*Polygonum persicaria*). Son productos poco solubles, adsorbidos por el suelo y no volátiles, siendo la pendimentalina la menos móvil, estas características hacen que la pendimentalina no requiera de incorporación inmediata después de su aplicación. Estos herbicidas son fuertemente adsorbidos a las partículas coloidales, especialmente por la materia orgánica.

### **Ingredientes activos y productos comerciales**

trifluralina: Treflan, Trifluralina  
oryzalin: Surflan  
pendimentalina: Espada, Herbadox 45CS

## Dinámica de los herbicidas aplicados al suelo

Cualquier herbicida que se utilice, independiente del objetivo de su uso llegará al suelo. En el caso de los herbicidas suelo-activos, gran parte del herbicida aplicado llegará directamente, en cambio los herbicidas sistémicos aplicados al follaje llegarán en una pequeña proporción.

La persistencia o el efecto residual, es la característica más importante que ofrecen los herbicidas suelo-activos. Estos productos son generalmente de una baja solubilidad relativa, están sujetos al fenómeno de adsorción por los coloides del suelo y su degradación microbiológica es relativamente lenta. Estos factores hacen que ellos se mantengan actuando en el suelo por períodos de tiempo que van desde semanas a meses, dependiendo del producto, dosis y de la condición del suelo, (Kogan, 1993; Caseley, 2001; Zimdahl, 2007).

En la Figura 8.12, se presentan los principales procesos que determinan la persistencia de los herbicidas suelo-activos o pre-emergentes en el suelo:

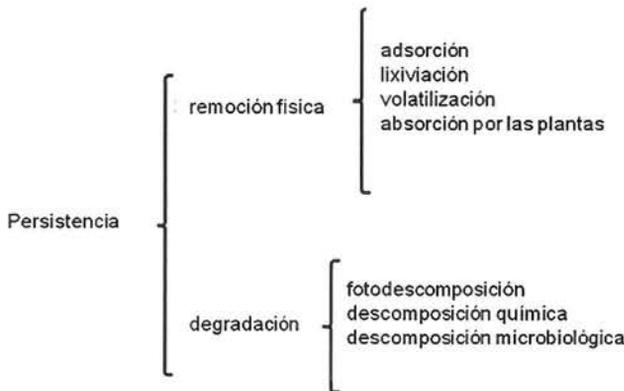


Figura 8.12. Principales procesos que determinan la persistencia de los herbicidas en el suelo, (Kogan, 1993).

### Adsorción

La adsorción de los herbicidas por los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo es el proceso que influye en mayor grado en el movimiento de los herbicidas en el suelo y cuando no hay adsorción, existe el riesgo de lixiviación. La movilización de un herbicida en el perfil del suelo depende directamente de la solubilidad, de la cantidad de agua aplicada o caída y está inversamente relacionada con la capacidad de adsorción o de retención del suelo, que a su vez depende del contenido de materia orgánica y del porcentaje de arcilla. Por lo tanto, la dosis de herbicida necesaria para producir fitotoxicidad depende de las características físico-químicas del suelo,

la frecuencia e intensidad de las lluvias y de la solubilidad del herbicida. A través del intercambio de cationes y la adsorción, los herbicidas pueden concentrarse en las superficies adsorbentes y ser removidos para la absorción por las plantas. Los herbicidas comerciales consideran dosis de aplicación que compensan la adsorción, para mantener suficiente cantidad desorbida (en solución) para su actividad. El equilibrio adsorción-desorción determina la cantidad adsorbida, la cantidad en solución y la cantidad disponible para la absorción por las plantas. En la adsorción hay dos factores a considerar, la intensidad de la unión y la extensión de la unión. En el Cuadro 8.3, se presenta la intensidad de la adsorción de distintos herbicidas, expresada como  $K_d$  que es el coeficiente de adsorción del carbono orgánico expresado en ml/g.

Cuadro 8.3. Fuerza de adsorción para algunos herbicidas expresada como  $K_d$  expresado en ml/g, (Zimdahl, 2007).

Fuerza de adsorción	Ingrediente activo
muy fuerte , $K_d > 5.000$ ml/g	benefin, bipiridilos, bromoxynil, DCPA, diclofop, DSMA, fluazifop, glifosato, MSMA, oxyfluorfen, pendimetalin, prodiamine, trifluralina.
fuerte, $K_d 600$ a $4.999$ ml/g	bensulide, butacloro, cycloate, desmedifan, etalfuralin, fluridone, napropamide, norfluorazon, oryzalin, oxadiazon, tibencarb.
moderada, $K_d 100$ a $599$ ml/g	actifluorfen, alaclor, amitrole, bensulfuron, butachlor, clomazone, sichlobenil, diuron, EPTC, fluometuron, glufosinate, isoxaben, quizalofop, mayoría de las triazinas, vernolate.
débil, $K_d 0.5$ a $99$ ml/g	acrolein, bentazon, bromacil, clorsulfuron, clopiralid, dicamba, halaxifop, hexazinone, mayoría de imidazolinones, mecoprop, metribuzin, nicosulfuron, picloram, pirimisulfuron, sulfometuron, tebutiuron, terbacil, tribenuron, triclopyr.

Suelos con altos contenidos de materia orgánica y arcilla requieren normalmente concentraciones más altas de herbicidas para una misma actividad comparados con suelos con bajos contenidos de arcilla y materia orgánica (suelos arenosos). Altos niveles de materia orgánica y arcilla adsorben una mayor proporción del producto y los residuos persisten más que en suelos arenosos. En el Cuadro 8.4, muestra la relación entre superficie específica de la fracción coloidal y capacidad de intercambio.

Cuadro 8.4. Relación entre superficie específica de la fracción coloidal y capacidad de intercambio. (Kogan, 1993).

Fracción coloidal	Capacidad de intercambio (mes/100 g suelo)	Superficie específica (m <sup>2</sup> /g)
<b>orgánica</b>		
humus	100 – 300	500 – 800
<b>inorgánica</b>		
montmorillonita	100	600 – 800
illita	30	65 – 100
caolinita	10	7 – 30

Dado que los suelos están compuestos por mezclas de partículas inorgánicas (arena, limo y distintos tipos de arcilla), constituyentes orgánicos no vivos (aire, agua) y microorganismos, todos estos componentes interactúan con los herbicidas depositados en él. Las enormes superficies específicas de las partículas coloidales permiten una gran capacidad de intercambio, factor responsable del proceso de adsorción. Habría que añadir también, los procesos de adsorción relacionados con aluminio estructural y con los óxidos de hierro y aluminio.

### Lixiviación

Los herbicidas suelo-activos deben quedar incorporados en los primeros centímetros del suelo donde germinarán la mayoría de las malezas anuales. El movimiento de un herbicida con el agua más allá de la profundidad de las raíces del cultivo se denomina lixiviación y está relacionada en forma inversa con el porcentaje de arcilla y materia orgánica del suelo o sea, con la capacidad de adsorción. La intensidad de la lixiviación está determinada por los siguientes factores:

- interacciones de adsorción entre el herbicida y el suelo,
- solubilidad en agua, a mayor solubilidad del herbicida en agua, mayor potencial de lixiviación,
- pH del suelo, la adsorción aumenta cuando el pH disminuye o sea, a un menor pH del suelo hay menos lixiviación,
- la cantidad de agua que se mueve a través del perfil del suelo.

Sin embargo, se requiere de una lluvia de por lo menos 15 mm para que se produzca la incorporación y activación de los herbicidas suelo-activos, lluvias de 25 mm luego de la aplicación han mostrado ser óptimas

para su actividad. La movilidad relativa de los herbicidas en el suelo se presenta en el Cuadro 8.5.

Cuadro 8.5. Movilidad relativa de los herbicidas en el suelo. (Zimdahl, 2007).

Clase de movilidad				
5	4	3	2	1
bromacil	amitrole	atrazine	acifluorfenlor	benefin
clopiralid	clorsulfuron	alaclor	bensulide	bromoxinil
dicamba	2,4-D	ametryne	butaclor	DCPA
haloxyfop	metribuzin	bensulfuron	clomazone	diclofop
mecoprop	MCPA	dichlobenil	diuron	difenzoquat
picloram	nicosulfuron	fluometuron	EPTC	diquat
	tribenuron	glufosinate	imazapyr	fluazifop
		isoxaben	imazaquin	glifosato
		prometon	imazethapyr	MSMA
		quizalofop	linuron	paraquat
		simazina	napropamide	trifluralina
		terbacil	norfluorazon	
			oxifluorfen	
			prometryn	
			propanol	
			pyrazon	
			siduron	

En el Cuadro 8.5, se muestra que los herbicidas con una débil adsorción están en la clase 5 y aquellos con una fuerte adsorción en la clase 1. La movilidad también está relacionada con la humedad del suelo, así, si el suelo está húmedo y el aire está seco, las plantas transpiran más y las raíces absorben agua desde el suelo para reemplazar el agua transpirada y los herbicidas en el suelo se movilizan hacia las raíces por flujo de masas, mientras más herbicida sea absorbido mayor es la fitotoxicidad, (Zimdahl, 2007). En algunas ocasiones, el aire seco y el viento causan una gran pérdida de agua por transpiración y si el suelo no tiene suficiente agua para el reemplazo, las plantas se marchitan, los estomas se cierran y el movimiento del agua y los herbicidas hacia las raíces se hace más lento. El secado del suelo puede incrementar la adsorción y disminuir la absorción radicular.

### **Volatilización**

Volatilización o evaporación, es el cambio de una molécula desde el estado físico a gas, pero no causa un cambio químico o degradación molecular. La tendencia a la volatilización aumenta con la temperatura y se expresa como presión de vapor medida en milímetros de mercurio (mm Hg) a una determinada temperatura, generalmente 25 °C. Con respecto a

su grado de volatilización, los herbicidas pre-emergentes se han dividido en grupos de alta, media y baja volatilización. Los herbicidas con una alta capacidad de volatilizarse tienen una baja presión de vapor y una alta tendencia a cambiar de estado líquido a gas a presión atmosférica normal, en todo caso la mayoría de los herbicidas tienen una baja presión de vapor, igual o menor a  $10^{-7}$  mm Hg. La volatilización relativa de algunos herbicidas se muestra en el Cuadro 8.6.

Cuadro 8.6. Relativa volatilidad de algunos herbicidas, (Zimdahl, 2007).

Volatilidad	Herbicidas
alta, presión de vapor $10^{-2}$ a $10^{-4}$ mm Hg	mayoría de los carbamatoates-butilate, EPTC, clomazone, trifluralina, cadenas cortas de ésteres de derivados fenoxiácidos
media presión de vapor $10^{-5}$ a $10^{-6}$ mm Hg	alaclor, benefin, bromoxinil, butacloro, clopiralid, DCPA, dicamba, etalfluralin, linuron, napronamide, oxyfluorfen, pendimentalina, pronamide, largas cadenas de ésteres de derivados fenoxiácidos
baja presión de vapor $> 10^{-7}$ mm Hg	acetoclor, atrazine y la mayoría de las atrazinas, amitrole, bentazon, bromacilo, cianazine, diclofop, bipiridilos, etofumesate, fluazifop, fluometuron, glifosato, hexazinone, mayoría de los imidazolinones, oryzalin, picloram, setoxidim, mayoría de las sulfonilureas

La aplicación de herbicidas a la superficie de un suelo seco, seguida de un humedecimiento y después un tiempo caluroso, puede movilizar a los herbicidas volátiles hacia la superficie del suelo e incrementar la volatilización. La medida para reducir o eliminar la volatilización después de una aplicación es la incorporación del herbicida al suelo, ya que en este caso la adsorción aumenta y coloca los herbicidas cerca de las raíces de las plantas.

### Absorción desde el suelo por las raíces

Los herbicidas entran a las raíces vía los pelos radiculares, al igual que los nutrientes o iones inorgánicos. La mayoría de los herbicidas tienen una absorción pasiva, es decir a través del apoplasto y siguen la corriente de la transpiración, pero también puede ser activa, es decir que puede requerir energía para entrar a las células (simplasto).

### Fotodescomposición

Muchos herbicidas se descomponen al ser expuestos a la luz ultravioleta, aunque en la mayoría de los casos la máxima tasa de descomposición se

produce en longitudes de onda más cortas que las que llegan desde el sol a la tierra. En general, en los herbicidas adsorbidos o incorporados al suelo, la fotodescomposición es mínima. Por ejemplo, napronamida es un herbicida que sufre pérdidas importantes por fotodescomposición si luego de su aplicación, permanece por más de una a dos semanas sobre la superficie del suelo dependiendo de las condiciones de luminosidad.

### **Descomposición química**

La descomposición química de los herbicidas en el suelo se realiza normalmente a través de los procesos de reducción, oxidación y/o hidrólisis de la molécula original. A pH normal la hidrólisis podría ser lenta e insignificante, pero con pH bajos este proceso podría adquirir importancia.

### **Descomposición microbiológica**

Las transformaciones microbiológicas, son un factor crítico en el destino de los herbicidas en el medio ambiente y en el comportamiento de estos productos en el suelo. La población y la actividad de los microorganismos en el suelo, estar determinada por el contenido de materia orgánica, contenido de humedad, temperatura, pH y aireación, factores que a su vez afectan el comportamiento de los herbicidas en el suelo. Por lo tanto, si se considera que tanto las reacciones no biológicas como los procesos biológicos son alterados por cambios de temperatura y humedad, la degradación de los herbicidas será mayor con una mayor temperatura y mayor humedad, siendo el óptimo para los procesos microbiológicos una temperatura de 25 °C y humedad a capacidad de campo.

### **Vida media**

Kogan (1993), señala que desde un punto de vista práctico, en condiciones de plantaciones frutales, es difícil conseguir un control adecuado de malezas, mayor al 85% por períodos mayores a 120 días, siendo la actividad real de los herbicidas suelo-activos, a nivel de campo de 60 a 120 días. Un buen índice para comparar la resistencia relativa de los herbicidas en el suelo, es la vida media. Este concepto define el tiempo necesario para que se produzca un 50% de la degradación del herbicida aplicado. La vida media, es independiente de la concentración inicial, pero se verá alterada por las condiciones de suelo y clima.

Por otro lado, Caseley (1996) indica que no hay acumulación de residuos como consecuencia de aplicaciones de herbicidas suelo-activos repetidas anualmente, al ser usados en sus dosis normales recomendadas.

En el Cuadro 8.7, se muestra el efecto de la temperatura y el contenido de humedad del suelo sobre la vida media de algunos herbicidas suelo-activos.

Cuadro 8.7. Vida media de herbicidas suelo-activos, efecto de la temperatura y humedad del suelo. (Kogan, 1993).

Herbicidas	Vida media (días)					
	10 °C		20 °C		25 °C	30 °C
	húmedo	seco	húmedo	seco	seco	seco
propizamida	110	350	38	121	73	44
simazina	120	454	49	186	122	88
linurón	116	232	75	150	122	100

La menor vida media se obtiene en condiciones de suelos húmedos y temperaturas moderadas. También influyen las características del herbicida, por ejemplo, en suelos húmedos a 20°C la vida media (días) de propizamida es la mitad que la del linurón.

En la Figura 8.13 se presenta un esquema resumen de la clasificación de los herbicidas que han sido utilizados en el cultivo de las peonías

## Resistencia de las malezas a los herbicidas

La resistencia de las malezas a los herbicidas, es definida como la disminución de la respuesta de la población de una especie de malezas a un herbicida. Existen situaciones, en que la resistencia a los herbicidas es un fenómeno tan importante como en los hongos con los fungicidas, por lo que debe existir una rotación de herbicidas con distintos sitios de acción y también con herbicidas de corto y largo efecto residual. Sin embargo, es incorrecto pensar que ocurre con todos los herbicidas, ya que la resistencia se presenta cuando algunos o todos estos factores están presentes, (Zimdahl, 2007):

- el herbicida tiene una larga persistencia en el suelo
- es usado anualmente muchas veces o más de una vez por muchos años
- no se practica una rotación anual de herbicidas
- el herbicida tiene solo un sitio de acción
- la dosis utilizada es siempre alta

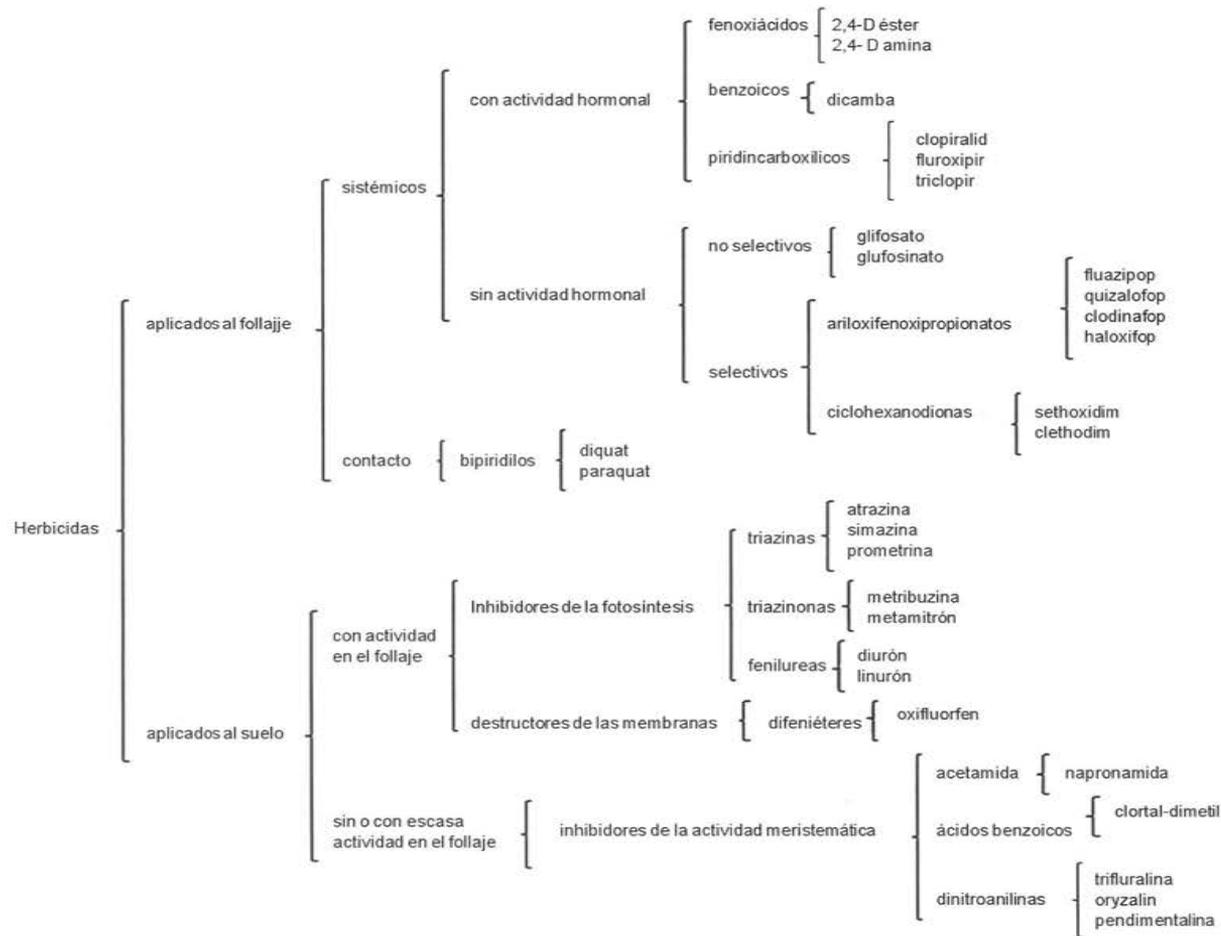


Figura 8.13 Esquema resumen de la clasificación de los ingredientes activos presentes en los herbicidas que han sido utilizados en el cultivo de las peonías.

El conocimiento de los sitios y tipo de acción de los herbicidas permite hacer más eficiente su uso al poder alternarlos. Por esta razón, en la Figura 8.13 se presenta un esquema resumen de los herbicidas que han sido utilizados en el cultivo de peonías.

## Control de las malezas en el cultivo de peonías

Una de las grandes limitaciones en la producción de plantas bulbosas ornamentales lo constituye la interferencia causada por las malezas. Las plantaciones de peonías no son una excepción y por lo tanto, deben mantenerse absolutamente libres de ellas, (Smith, 1988; Stevens et al., 1993; Kim et al., 1999; Fuentes, 1999; Allemand, 2001; Kamenetsky, 2006; Espinoza, 2011).

El manejo de malezas en la producción de las peonías se hace principalmente a través de la preparación del suelo, rotaciones, cultivos manuales y mecanizados y en algunos casos, con el uso de acolchados además del control químico. Pero la determinación de la mejor estrategia de manejo de las malezas requiere necesariamente de una identificación o estimación, lo más precisa posible, de las principales especies invasoras, (Espinoza, 2010).

El control químico, aunque se le reconoce una mayor eficiencia respecto a los demás métodos, está limitado por la reducida disponibilidad de herbicidas con selectividad comprobada en las especies bulbosas donde se incluyen las peonías. Fuentes (1999), recomienda en pre-plantación aplicar metolaclo y pendimetalina y en pre-emergencia, linurón y napropamida. Sin embargo aún cuando fenoxaprop-ethyl (Acclaim), DCPA (clortal-dimetil o Dacthal) e isoxaben (Gallery), son herbicidas selectivos para peonías, (Stevens et al., 1993), no se comercializan en el país, (Sáez, 2002).

Espinoza (2010), indica que las características de los herbicidas suelo-activos o residuales, son útiles en el control de malezas de hoja ancha y angosta en peonías en el proceso de germinación de las semillas en el suelo. Así, se logra que el cultivo permanezca sin malezas o con pocas malezas desde el reinicio del crecimiento en primavera hasta la cosecha y disminuye el número de intervenciones al cultivo durante la primavera. Estos herbicidas no controlan malezas ya emergidas, rizomas, bulbos, estolones y raíces.

De acuerdo a Allemand (2001), herbicidas de contacto (Gramoxone) y sistémicos (Roundup), solo pueden ser utilizados durante la dormancia

de las peonías y los herbicidas de pre-emergencia de las malezas, solamente en caso de plantas muy bien arraigadas.

Smith y Treaster (1988), concluyeron que las peonías (variedad Felix Crousse), mostró un rango de tolerancia de adecuado a muy bueno a los herbicidas suelo-activos, oryzalin, napropamide y trifluralina, en ese orden. Kim et al. (1999), testearon a nivel de campo los siguientes tratamientos: mulch de paja de trigo y un control manual, una aplicación de una mezcla de pendimentalina y napropamida, dos aplicaciones de la mezcla (pendimentalina + napropamida) y control manual. Estos tratamientos fueron contrastados con un testigo sin control y los resultados indicaron que el mejor tratamiento fue el de dos aplicaciones de la mezcla.

Las barreras físicas o mulches previenen el crecimiento de las malezas mientras las plantas están en proceso de establecimiento y presentan beneficios adicionales protegiendo el suelo del impacto de las gotas de lluvia cuando las plantas están pequeñas, (Stevens, 1998; Sansone, 2000).

Para el control de malezas sobre la hilera, Askew y Holland (1994) y Rogers (1995), recomiendan el cultivo manual, sin embargo el costo de esta labor puede llegar a ser prohibitivo, además las peonías desarrollan su sistema de raíces absorbentes muy cerca de la superficie del suelo, por lo que el control de malezas debe ser muy cuidadoso a no más que cinco centímetros de profundidad desde la corona, (Stevens, 1998).

Espinoza (2011), en su estudio sobre control de malezas en el cultivo de peonías en la Región de la Araucanía, propone una estrategia con las siguientes etapas:

- antes de la plantación
  - durante la preparación del sitio de plantación
- después de la plantación (en cada temporada de cultivo)
  - durante el receso invernal
  - desde inicio de brotación a cosecha
  - después de la cosecha

### **Control de las malezas antes de la plantación**

El control de las malezas antes de la plantación forma parte de la preparación del sitio para el establecimiento de las peonías. Se desarrolla en

dos etapas y tiene como objetivo lograr un buen establecimiento del cultivo y disminuir la incidencia de las malezas posteriormente en el tiempo. La primera etapa persigue el control de las malezas emergidas (nuevas y viejas, anuales y perennes) y la segunda etapa considera el control de una o más generaciones de malezas nuevas originadas de las semillas, disminuyendo así, el banco de semillas del suelo.

Para lograr los objetivos propuestos, en primer lugar se debe realizar un barbecho químico para obtener un control más eficaz y rápido de las malezas viejas presentes, cuyo resultado se puede observar a los 30 días. Luego, con las actividades de labranza para dar profundidad, facilitar el drenaje y en caso necesario formar los camellones de plantación, el movimiento del suelo estimulará la germinación de las semillas de malezas que quedan cerca de la superficie del suelo. Así, después del último rastraje o una vez formados los camellones, se deben realizar a lo menos, con intervalos de 60 días, dos controles de malezas nuevas provenientes de semillas mediante herbicidas sistémicos (barbecho químico), sin mover el suelo para no sacar a la superficie nuevas semillas de malezas.

En la Figura 8.14, se presenta un esquema de la disminución de las semillas de malezas conseguida con esta estrategia, proceso que dura 5 a 6 meses antes de la plantación.

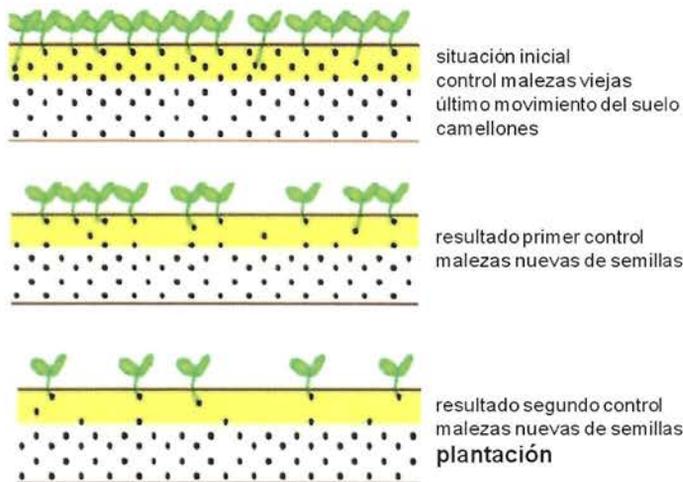


Figura 8.14. Esquema del efecto del control de malezas antes de la plantación: control de malezas viejas, última labranza, control de malezas nuevas de semillas (2) sin mover el suelo, (Espinoza, 2010).

El control químico de las malezas nuevas emergidas evita que una nueva labranza lleve a la superficie semillas que se encuentran a una mayor profundidad, con lo que se va disminuyendo la población de malezas. Para el barbecho químico se utiliza un herbicida sistémico no selectivo como glifosato en dosis de 4 a 6 l/ha y en el último rastraje o último movimiento del suelo se recomienda incorporar trifluralina (4 kg/ha), un inhibidor de la actividad meristemática que actúa específicamente sobre el crecimiento de las radículas de las plántulas de malezas durante su germinación.

### **Control de las malezas después de la plantación**

Dentro de la estrategia de control de malezas propuesta por Espinoza (2011), posteriormente al establecimiento de las plantas de peonías, cada temporada existen tres etapas: receso invernal desde abril a agosto, inicio de brotación a cosecha desde agosto/septiembre a octubre (VI y VII Región), septiembre a noviembre (IX y X Región), septiembre a diciembre (XI Región) y septiembre a enero en la Región de Magallanes, (XII Región) y poscosecha. Dentro de cada etapa las alternativas de control que se pueden manejar son, el control de malezas emergidas ( hoja ancha, gramíneas y de hoja ancha tolerantes al glifosato) y el control de malezas no emergidas.

#### **Control de malezas emergidas**

Para el control de malezas emergidas de hoja ancha, gramíneas y malezas de hoja ancha tolerantes al glifosato, Espinoza (2011) ha utilizado glifosato y glifosato en mezclas con otros herbicidas específicos para malezas de hoja ancha. El glifosato es muy eficaz en malezas gramíneas, excepto en el pasto cebolla (VI Región) y en muchas malezas de hoja ancha. Sin embargo, también hay muchas especies de hoja ancha que son tolerantes a su efecto, como trébol, hierba azul, vinagrillo, hierba del paño, hierba mora, limpia plata, epilobium, mil en rama, alfilerillo, don diego de la noche y correhuela.

Espinoza (2011), realizó un ensayo de campo utilizando la variedad Sarah Bernhardt, para evaluar la acción del glifosato y mezclas de éste con otros productos para complementar el efecto sobre las malezas de hoja ancha tolerantes al glifosato. Los tratamientos herbicidas utilizados se presentan en el Cuadro 8.8.

Cuadro 8.8. Tratamientos herbicidas evaluados por Espinoza (2011) durante tres temporadas de cultivo en la variedad Sarah Bernhardt. Las épocas de aplicación fueron, principios de agosto (1 vez), principios de septiembre (1 vez), principios de agosto y principios de septiembre (2 veces), las evaluaciones fueron realizadas a la cosecha (mediados de noviembre).

Herbicidas	Concentración herbicida (g/l-g/kg)	Nombres comerciales	Dosis aplicada (kg/ha-l/ha)
testigo			
glifosato	480	Panzer	4
glifosato	480	Panzer	8
glifosato + fluroxypir	480 + 200	Pamzer + Starane	4 + 0.60
glifosato + dicamba	480 + 700	Panzer + Caimán	4 + 0.25
glifosato + 2,4-D éster	480 + 440	Panzer + Esterón Ten-Ten	4 + 0.80
glifosato + 2,4-D amina	480 + 670	Panzer + 2,4-D amina	4 + 1.00

Los resultados obtenidos en la altura (cm) de las plantas a la cosecha indicaron que no hubo un efecto significativo de ninguno de los tratamientos herbicidas. Sin embargo, el efecto de los tratamientos herbicidas sobre el número de varas comerciales/planta fue significativamente diferente, lo que se presenta en la Figura 8.15.

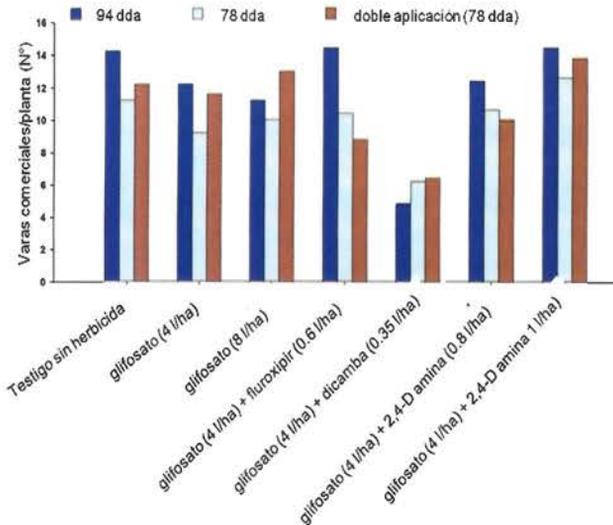


Figura 8.15. Efecto de los tratamientos herbicidas con glifosato y con glifosato en mezcla con otro producto, aplicados 1 vez (principios de agosto), 1 vez (principios de septiembre) y dos veces (principios de agosto y principios de septiembre) sobre el número de varas comerciales/planta, evaluados a la cosecha, 94 y 78 dda (días después de la aplicación), (Espinoza, 2011).

En la Figura 8.15, se puede observar que de los tratamientos de doble aplicación, solamente el tratamiento de dos aplicaciones de glifosato con un total de 8 l/ha, logra un mejor control sobre el total de las malezas excepto en el caso de epilobium, para el cual presenta un efecto calificado solo como bueno (Cuadro 8.9). Por otro lado, se puede afirmar que en general la aplicación más temprana (principios de agosto), es la más efectiva para obtener un mejor rendimiento expresado como el número de varas comerciales/planta.

Cuadro 8.9. Efecto de los herbicidas aplicados a principios de agosto, antes de la emergencia de las peonías (tercera temporada), en la altura de las varas (cm), rendimiento (varas comerciales/planta) y eficacia de control, a los 94 días después de la aplicación, (Adaptado de Espinoza, 2010 y Espinoza, 2011).

Herbicida	Dosis (l/ha)	Varas/pta (Nº)	Altura (cm)	Eficacia del control de las malezas
testigo sin herbicida		16.2 a	87.4 a	ballica, epilobium, bromo, crepis, arvejilla, pasto de la perdiz, hierba del chanco y sonchus
glifosato	4	8.0 ab	82.0 a	control total de todas las malezas control deficiente de epilobium
glifosato	8	7.2 ab	75.6 a	control total de todas las malezas control solo bueno de epilobium
glifosato+fluroxypir	4+0.6	12.8 ab	83.2 a	control total de todas las malezas incluido epilobium
glifosato+dicamba	4+0.25	4.2 b	82.4 a	control total de todas las malezas incluido epilobium
glifosato+2,4-D éster	4+0.8	15.6 a	86.4 a	control total de todas las malezas incluido epilobium
glifosato+2,4-D amina	4+1.0	13.6 a	86.4 a	control total de todas las malezas incluido epilobium

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 8.9, los mejores resultados fueron obtenidos con las mezclas de 4 l/ha de glifosato y 0.8 l/ha de 2,4-D éster y de 4 l/ha de glifosato y 1 l/ha de 2,4-D amina.

### **Control de malezas gramíneas**

Especialmente cuando las peonías son establecidas sobre el desmonte de una pradera natural o de una pradera artificial mixta, las malezas gramíneas perennes pasan a ser un problema que es necesario controlar a través de cada estación de cultivo.

Para el control de malezas gramíneas emergidas se utilizan herbicidas selectivos que no dañan a las peonías, por lo tanto se pueden aplicar en todo estado de desarrollo de las flores. Los productos utilizados por Espinoza (2011), y sus resultados se presentan en el Cuadro 8.10.

Cuadro 8.10. Herbicidas selectivos para peonías y las dosis correspondientes para el control de las distintas malezas gramíneas, (Espinoza, 2011).

Nombre común	Nombre (s) comercial (es)	Malezas controladas	Dosis (l/ha)
clethodim	Centurion Super	avenilla, ballica, colade zorro, chépica, pasto cebolla	1 – 1.2
		vulpia	2 – 2.6
fluazifop-metil	Hache Uno 2000	avenilla, ballica, cola de zorro	0.75 -1
		chépica, pasto cebolla	1 – 1.5
haloxyfop-metil	Galant Plus	avenilla, ballica, cola de zorro	1 – 1.5
		chépica, pasto cebolla	1.5 – 2
propaquizafof	Agil 100 EC	avenilla, ballica, cola de zorro, chépica, pasto cebolla	0.5 – 1
quizalofop-etil	Assure Plus	avenilla, ballica, colade zorro	0.8 – 1
	Flecha 9.6 EC	chépica, pasto cebolla	1 – 1.2
trepaloxidim	Aramo	avenilla, ballica	0.8 – 1
		cola de zorro, chépica, pasto cebolla	1

### Control de malezas no emergidas

Durante la temporada 2010/2011, Espinoza (2011), estableció un ensayo de campo en un cultivo de peonías de primer año, aplicando los tratamientos de herbicidas pre-emergentes sobre un suelo húmedo y sin malezas a fines de invierno, es decir, antes de la emergencia de los brotes.

Los objetivos del uso de herbicidas de pre-emergencia de las malezas fueron, controlar malezas gramíneas y de hoja ancha originadas de las semillas existentes en el suelo y mantener el cultivo sin malezas desde el inicio de brotación a la cosecha.

Cuadro 8.11. Evaluación del control de malezas de hoja ancha 85 días después de la aplicación (dda) a fines del receso invernal antes de la brotación de las peonías, (Espinoza, 2011).

Nombre común	Nombre comercial	Dosis kg/ha-l/ha	Control (%)
testigo sin herbicida			0
diurón	Karmex 80WG	3	86
		5	96
linurón	Linurex 50SC	3	60
		5	88
simazina	Gesatop 90WG	2	91
		4	93
pendimentalina	Espada	4	47
		6	72
metamitrón	Metamitron 50WG	5	17
		10	15
diurón+pendimentalina	Karmex 80WG+Espada	3+4	72
diurón+metamitron	Karmex 80WG+Metamitron 70WG	3+5	69
		3+10	64
diurón+linurón	Karmex 80WG+Linurex 50SC	3+3	92
diurón+simazina	Karmex 80WG+Gesatop 90WG	3+2	96

Las malezas de hoja ancha presentes fueron: duraznillo, siete venas, viola, crepis y vinagrillo, lográndose sobre un 95% de su control con diurón (5 l/ha) y con la mezcla de diurón (3 l/ha) con simazina (2 l/ha). Previamente Espinoza (2010), evaluó la toxicidad sobre las peonías de un cierto número de herbicidas, encontrando que no existe fitotoxicidad con los productos aplicados y presentados en el Cuadro 8.11.

## Manejo de las malezas durante el ciclo anual

### Control durante el receso invernal

El receso invernal se caracteriza por ser un largo período en que el suelo está descubierto y por lo tanto, más susceptible de enmalezarse. Sin embargo al mismo tiempo, como las plantas de peonías no tienen follaje existe la posibilidad de un control eficaz a través del uso de herbicidas de pre-emergencia o suelo-activos, con la ventaja adicional que las plantas de peonías corresponden botánicamente a una corona y por lo tanto, presentan una alta tolerancia a los herbicidas, (Espinoza, 2011).

En esta etapa, el objetivo del control es permitir que el suelo esté libre de malezas durante el receso, lo que disminuye las aplicaciones de herbicidas

en primavera hasta la cosecha y de esta forma, se evita intervenir el cultivo. Este control durante el receso invernal de las plantas de peonías, se realiza cada temporada entre abril y principios de septiembre, dependiendo de la zona productora. Las opciones que existen para el control de malezas en esta etapa son: el control manual, prohibitivo por su costo y por el riesgo que significa para las yemas y el control químico con glifosato, mezclas de glifosato con otros herbicidas para controlar malezas de hoja ancha tolerantes al glifosato, herbicidas de pre-emergencia o residuales y graminicidas.

La condición óptima para aplicar el control con herbicidas de pre-emergencia o suelo-activos, es cuando el suelo está descubierto pero cuenta con bastante humedad, (Figura 8.16).



Figura 8.16. Situación óptima para aplicar el control con herbicidas de pre-emergencia, (Espinoza, 2010).

En la Figura 8.16, se puede observar que el suelo está descubierto pero con bastante humedad para evitar la adsorción, es decir la humedad del suelo debe asegurar que el herbicida de pre-emergencia profundizará más allá de los primeros 5 cm del suelo. La oportunidad de aplicación de este tipo de herbicidas será tarde si las malezas han emergido o las yemas de las plantas de peonías han aparecido en la superficie del suelo.

La característica más importante de los herbicidas de pre-emergencia (suelo-activos o residuales), es que controlan malezas de hoja ancha y gramíneas en el proceso de germinación de las semillas en el suelo pero no

controlan malezas emergidas, rizomas, coronas, bulbos, estolones ni otras estructuras de propagación vegetativa, lo que constituye una ventaja con respecto a las plantas de peonías.

### **Manejo de las malezas en primavera**

Desde fines de invierno y durante la primavera, las peonías inician su crecimiento y desarrollo desde la brotación hasta la cosecha. En esta etapa, el control manual además del costo de la mano de obra, tiene la limitación del daño que se puede ocasionar a las yemas y por consiguiente, disminuir el rendimiento expresado como número de varas comerciales/planta. Tampoco se pueden aplicar herbicidas pos-emergentes para controlar malezas de hoja ancha por el riesgo que significa para las peonías que también son plantas de hoja ancha, excepto que se realice en forma muy dirigida con el uso de campana (Figura 8.17). En esta etapa, solamente se podrían aplicar, sin restricciones, herbicidas selectivos que controlan malezas gramíneas.



Figura 8.17. Uso de campana para la localización del herbicida, (Sáez, 2002).

Así, el objetivo del control de malezas a fines de invierno antes de la brotación, es no tener malezas en primavera, para lo cual se aplican herbicidas pre-emergentes que controlan malezas de hoja ancha y angosta provenientes de la germinación de las semillas provenientes del banco de semillas del suelo. Si el suelo está limpio y las yemas ya han aparecido sobre la superficie del suelo, se recomienda la aporca de primavera para su protección.

### Manejo de las malezas en verano

Después de la cosecha es fundamental seguir con el control de malezas, sobre todo porque las plantas deben estar en forma óptima para responder a los procesos de diferenciación y retranslocación y por lo tanto, se debe continuar con el riego y aplicar la segunda dosis de nitrógeno. En esta etapa, que corresponde a fines de primavera y verano, es la época propicia para la germinación y la aparición de las malezas perennes, especialmente las malezas gramíneas.

El uso de herbicidas sistémicos no selectivos pos-emergentes es posible siempre que se apliquen cuidadosamente con campana



Figura 8.18. a: malezas de hoja ancha y gramíneas entre hileras, b: cultivo de peonías abandonado después de la cosecha, (Sáez, 2002).

Una alternativa de manejo de las malezas durante primavera y verano, es el uso de herbicidas de contacto apenas las malezas perennes van apareciendo, de tal manera de desgastar las reservas de los centros de crecimiento en forma paulatina, hasta que finalmente no pueden volver a rebrotar. Este tipo de manejo también es útil en situaciones donde no se tienen las temperaturas ambientales necesarias para la acción de los herbicidas.

# 9

## Cosecha y poscosecha

---

La cosecha y la poscosecha son procesos intermedios entre el cultivo (60 y 150 días dependiendo de la variedad y zona productora) y la vida de las flores cortadas puestas en el florero de los compradores en el hemisferio norte.



Figura 9.1. Peonías cv. Sarah Bernhardt 10 días después de haber sido puestas en florero.

Para llegar a los consumidores en el mercado de exportación, las peonías deben ser cortadas con los botones apretados o firmes, según la variedad, guardadas en cámaras de frío y mantenidas durante el viaje a temperaturas que aseguren que los botones no se abrirán antes de llegar a destino, (Eason et al., 2002).

Estas condiciones requieren que los parámetros de calidad de precosecha, cosecha y poscosecha sean muy rigurosos, ya que las flores cosechadas deben empezar su proceso de apertura en forma uniforme al ser puestas en agua al llegar a su destino y estar totalmente abiertas, como máximo, al tercer día cuando ya se encuentran frente al consumidor final. Al requerirse una vida en el florero del máximo de días, las peonías deben ser cultivadas, cosechadas, embaladas y enviadas libres de insectos, enfermedades o daños fisiológicos, (Eason et al., 2002; Reid, 2006).

Para cumplir con los estándares de los mercados de exportación se debe tener en consideración que las peonías cultivadas para flor de corte deben ser un producto perfecto, que debe ser mirado y admirado por su belleza durante el mayor número de días posible mientras está en el florero. Por lo tanto, no solo el cultivo debe ser óptimo sino también todo el proceso posterior hasta llegar al comprador final, empezando por cosechar solo las varas que cumplan con los requisitos para ser comercializadas, (Sáez, 2009).

La vida de las flores cortadas considera dos etapas: el paso de las flores desde el cultivo a su ubicación definitiva (florero) y el tiempo que dura en el florero frente al consumidor final. La primera etapa incluye las condiciones de precosecha y manejo de poscosecha y la segunda etapa corresponde a la transformación del botón cosechado en una flor completa y perfecta, (Kamenetsky, 2006).

La calidad de las flores cortadas se expresa, en último término, como su duración en agua en el lugar de destino. Este parámetro, que se ha denominado vase-life, vida en florero o vida útil, es el tiempo transcurrido desde que las flores son puestas en agua en una habitación entre 20 y 22 °C hasta que pierden su valor ornamental. La pérdida de valor ornamental se expresa como marchitez, decoloración y abscisión de pétalos, (Heuser y Evensen, 1986; Gast, 2000; Eason et al., 2002; Kamenetsky, 2006 y Zhou et al., 2008).

## **Longevidad de las flores cortadas**

La calidad de las flores cortadas está dada por su atractivo visual, lo que incluye forma, color, estado de apertura de la flor y su follaje. Hay que recordar, que las varas cosechadas son organismos vivos en los cuales se presenta una actividad metabólica elevada, propia de los tejidos inmaduros en crecimiento activo. Por lo tanto, la mayor dificultad en el manejo de las flores cortadas deriva de asegurar su mayor duración en el florero del consumidor final.

La senescencia de los pétalos de las flores de corte es un proceso complejo que incluye un incremento de la permeabilidad de la membrana celular y se evidencia en marchitamiento, degradación de pigmentos y colapso de los pétalos. La tasa a la cual ocurre la senescencia de los pétalos, determina la vida de la flor cortada.

La mayoría de las investigaciones se han concentrado en la fisiología de la senescencia de los pétalos de las flores sensibles al etileno, como las rosas y claveles, donde la senescencia es acelerada por la presencia de este gas, (Chahín, 2002; Verdugo, 2006). Sin embargo, este no es el caso de las peonías herbáceas, en las cuales la senescencia se inicia y progresa sin la influencia de etileno como regulador, (Armitage, 1995).

Fundamentalmente, los problemas de las flores cortadas son dos: en primer lugar las flores no tienen un contenido suficiente de compuestos carbonados de reserva y en segundo lugar, los tejidos de las flores no están suficientemente protegidos por una cutícula o suberizados, lo que las hace más susceptibles a las pérdidas de agua y también altamente susceptibles a daños mecánicos durante el almacenaje y distribución, (Chahín, 2002).

Estas características de las flores cortadas determinan que su manejo, tanto en precosecha como en poscosecha, esté centrado en lograr una mayor longevidad de los botones cosechados.

### **Contenido de reservas en pre-cosecha**

La longevidad de las varas cortadas de peonías está determinada en primer lugar por factores genéticos característicos de la variedad, sin embargo, en la duración de las flores en el florero, influyen tanto factores de precosecha como de poscosecha, (Verdugo, 2006; Kamenetsky, 2006).

Las flores de peonías son cosechadas en estado de botón, cuando los pétalos están aún sin expandir y luego, deben completar su desarrollo hasta alcanzar su apertura total sin ninguna conexión con la planta madre. El desarrollo de los botones florales requiere de sustratos carbonados, que en el proceso de la respiración permiten producir compuestos ricos en energía (ATP) que son los que intervienen en las reacciones enzimáticas propias del metabolismo de las flores, (Salveit, 2006).

Walton, McLaren y Boldingh (2007), utilizando peonías de la variedad Sarah Bernhardt, indican que se produce una significativa acumulación de almidón en los botones florales durante su desarrollo y madurez. Estos autores indican, que inmediatamente antes de la apertura de las flores, un 58% de los carbohidratos no estructurales, es almidón.

Estos investigadores, analizaron el crecimiento de las varas florales y luego la apertura de los botones en base a la concentración de los carbohidratos no estructurales (suma de almidón y azúcares como fructosa, glucosa y sacarosa), presentes en los tejidos. Así, el contenido de reservas acumuladas en los pétalos de las flores como almidón determina en gran medida la longevidad de las flores cortadas, ya que es la hidrólisis del almidón en los botones florales de las peonías lo que define la apertura de las flores. Por esta razón, la apertura de los botones y su transformación en una flor completa no es inmediata y considera, de 5 a 6 días, (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

El período inicial de la hidrólisis del almidón y la consiguiente acumulación de fructosa y glucosa coincide con el aflojamiento del botón, luego en las etapas finales de la apertura, la hidrólisis del almidón se acelera, (Figura 9.2 a).

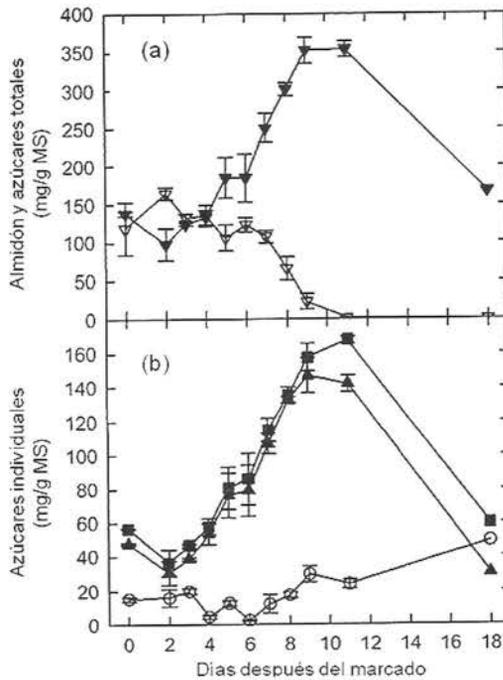


Figura 9.2. a: cambios en la concentración de azúcares totales (▼) y almidón (Δ), b: cambios en las concentraciones de los azúcares individuales (fructosa: ■, glucosa: ▲ y sacarosa: ○), en los botones/flores de peonías durante la apertura y senescencia en el segundo año de cultivo. (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

Las flores requirieron 10 días para abrirse, ya que los botones empiezan a ablandarse comenzando su apertura dos días después del marcado y 8

días más tarde todas las flores muestreadas estaban completamente abiertas (índice de apertura igual a 6.0). A los 9 días, las primeras flores empiezan a mostrar signos de senescencia y en el día 11, la mitad de las flores han perdido sus pétalos. En el día 18, todas las flores muestreadas habían perdido sus pétalos, excepto dos de ellas, equivalente a un 33.3% del total.

El período inicial de hidrólisis del almidón y aún de la acumulación de fructosa y glucosa coincidió con una pérdida general de la firmeza del botón, mientras que el período de hidrólisis máxima ocurrió en los estados finales de la apertura. En la Figura 9.2 a, se presenta la evolución de las concentraciones de almidón, del total de azúcares y en la figura 9.2 b, la de los azúcares individuales, fructosa, glucosa y sacarosa.

En los primeros 4 días a partir del marcado, las concentraciones de almidón y del total de azúcares fueron similares (140 mg/g y 125 mg/g MS, respectivamente). La concentración de almidón disminuyó lentamente desde el inicio de la apertura de la flor hasta que después de 7 días del marcado, todas las flores habían abierto. Después de 11 días solamente trazas de almidón fueron detectadas en las flores abiertas, ( $1.1 \pm 0.6$  mg/g MS).

Los principales azúcares detectados en las flores cuando empiezan a abrir fueron fructosa, glucosa y sacarosa. Las concentraciones de fructosa y glucosa aumentaron sostenidamente hasta 150 mg/g MS a los 11 días durante la apertura de la flor y mientras las flores estuvieron abiertas y después, su concentración disminuyó cuando las flores se marchitaron.

En este caso, en la variedad Sarah Bernhardt, la longevidad de las flores cortadas alcanza a 9 días. Con posterioridad a los 9 días, la flor agota sus reservas y disminuye la producción de compuestos ricos en energía y producto de la catálisis de las reservas carbonadas las reacciones enzimáticas se ven afectadas y se produce una desorganización celular, se pierde la integridad de las membranas y la flor entra en el proceso de senescencia, (Walton, McLaren y Boldingh, 2007)

Es evidente entonces, que la longevidad de las flores cortadas depende de la cantidad de las reservas carbonadas acumuladas en los pétalos del botón floral. Flores de una determinada variedad que han logrado acumular un mayor contenido de almidón, presentarán una mayor longevidad al ser cortadas y por el contrario, botones florales con un bajo contenido de reservas entrarán más rápidamente en el proceso de senescencia.

Frente a los resultados obtenidos por Walton, McLaren y Boldingh (2007), se puede indicar que si el momento de corte es anticipado y la planta

no alcanza a translocar los carbohidratos no estructurales de reserva a los botones (madurez fisiológica), no habrá apertura de la flor y por el contrario, si el corte es tardío parte del almidón se habrá hidrolizado disminuyendo la longevidad de la flor cortada y se anticipará su senescencia.

Por lo tanto, el contenido de reservas carbonadas de las flores cortadas al estado de botón maduro depende de los siguientes factores:

- variedad
- condiciones ambientales de la plantación
- prácticas de manejo en pre-cosecha (cultivo)
- desarrollo del botón floral en el momento de corte

### **El proceso de la respiración en poscosecha**

La respiración es el proceso a través del cual todos los organismos vivos obtienen la energía para su metabolismo a partir de la ruptura oxidativa de moléculas complejas, normalmente almacenadas en las células como almidón y azúcares (carbohidratos). La liberación de energía producida por la serie de reacciones que comprende la respiración, puede ser capturada como enlaces de alta energía, utilizada por las células en sus reacciones catabólicas o perdidas como calor, (Reid, 2006; Salveit, 2006).

Mientras, los seres heterótrofos deben buscar su fuente de alimento en forma externa, los vegetales u organismos autótrofos son capaces de generar sus propias fuentes de carbohidratos a partir del proceso fotosintético, utilizando como fuente de energía la luz del sol o sea, mientras las varas florales son sustentadas por la planta madre obtienen su energía metabolizable a partir de la fotosíntesis. Sin embargo una vez que la flor es cortada, sigue respirando en base a sus reservas y por lo tanto, el manejo de poscosecha consiste en disminuir la respiración al mínimo para que las reservas estén disponibles durante el mayor tiempo posible.

Como es muy difícil intervenir en los factores internos que afectan la respiración de las peonías cosechadas, la tecnología de poscosecha está dirigida fundamentalmente a reducir la respiración y otras reacciones metabólicas asociadas con la manipulación del medio ambiente, (Reid, 2006).

Entre los factores ambientales más importantes que afectan la respiración y que pueden ser manejados con la tecnología de poscosecha se encuentran, la temperatura, el estrés físico y el ataque de patógenos.

### Temperatura

La temperatura es el factor más importante en la poscosecha de las flores cortadas. Esto se debe a que la temperatura tiene un profundo efecto en las tasas de las reacciones enzimáticas que regulan el metabolismo. En el rango fisiológico de la mayoría de las especies vegetales, que va de 0 a 30 °C, el incremento de la temperatura causa un incremento exponencial de la respiración, (Salveit, 2006).

La ley de Van't Hoff establece que la velocidad de una reacción biológica aumenta 2 a 3 veces por cada 10 °C ( $Q_{10}$ ) y por lo tanto, la tasa de respiración de las flores cortadas dependerá de la temperatura a que se exponen después de la cosecha. El rápido traslado de las flores cortadas desde la plantación a la cámara de frío, tiene como principal objetivo reducir la tasa de respiración de las flores cortadas, que es dependiente de la temperatura. De esta forma, los sustratos carbonados o reservas almacenadas utilizados en el proceso de respiración se mantienen por un tiempo más prolongado en los botones florales, incrementando la longevidad de las flores cortadas y atrasando el proceso de senescencia.

Por otra parte, la baja tasa respiratoria determina una menor liberación de energía a la forma de calor cuando las flores están embaladas. Las flores a 30 °C respiran 45 veces más rápido que las flores a 0°C y consecuentemente tienen una corta vida de poscosecha. Esta respiración produce también calor lo que junto al calor ambiental puede ser tan detrimental durante el traslado, que las flores pueden “cocerse” dentro de las cajas, (Armitage, 1995).

A partir del momento en que las flores son embaladas no se puede disipar el calor producido hacia el ambiente externo, lo que aumenta la tasa de respiración de las flores afectando finalmente su longevidad. Armitage (1995), indica que nunca se deben poner las flores en las cajas directamente desde el potrero que se está cosechando, ya que en esas condiciones enfriar las flores tibias recién traídas del campo puede tomar 2 a 4 días y aún así, nunca el lote alcanzará las temperaturas recomendadas.

### Estrés físico

Un ligero estrés físico puede modificar significativamente la tasa de respiración de las varas cortadas, causando un aumento sustancial de la respiración y de la liberación de etileno. La señal producida por el estrés físico migra desde el sitio del impacto puntual e induce un amplio rango de cambios fisiológicos en los tejidos no involucrados en el daño, (Salveit, 2006).

El estrés físico puede ser causado por golpes y heridas ocurridos en la manipulación de los botones cosechados en el proceso que va desde el momento de corte hasta su embalado, antes del transporte. Durante el transporte, el mayor estrés físico puede ser causado por la discontinuidad en la cadena de frío y luego, después del transporte, por un manejo descuidado en el proceso de apertura de las cajas y puesta de las flores en agua.

### **Ataque de patógenos**

Las heridas producidas, además de causar el estrés físico son colonizadas por los patógenos incrementando los niveles de respiración, con el consiguiente gasto de energía destinada a resguardar la longevidad de las flores.

Por otro lado, en la cámara de frío siempre está presente el peligro de la presencia de botritis (*Botrytis cinerea*), por lo que es importante tener control sobre la condensación producida sobre los tejidos de las varas cortadas instaladas en la cámara de frío, evitando fluctuaciones en las temperaturas de almacenaje y el ingreso a la cámara de varas mojadas, por ejemplo después de una lluvia, (Sholberg y Conway, 2006).

Se debe señalar, que varas sanas con suficientes reservas y cosechadas con una hidratación óptima, prácticamente son inmunes al ataque de patógenos en los procesos de almacenaje y transporte hasta el mercado de destino.

### **Contenido hídrico de las flores cortadas**

El agua es un constituyente del citoplasma, que junto a las macromoléculas coloidales (proteínas) determina su estructura y grado de agrupación. Por otra parte, el agua participa directamente como metabolito en el proceso de oxido-reducción de la fotosíntesis, de la respiración y de las reacciones enzimáticas.

Fundamentalmente, el contenido de agua en las células vegetales produce una presión denominada turgor o turgencia, que es la responsable de la división y elongación celular, procesos que determinan el crecimiento de los distintos órganos de la planta. El desarrollo de los botones a flores completamente abiertas, se debe en gran medida a la expansión de las células de los pétalos. Esta situación implica que las flores cortadas continúan perdiendo agua por transpiración y esta agua no puede ser repuesta con la absorción de agua por las raíces, (Verdugo, 2006).

La pérdida de agua se ve agudizada porque los tejidos en los botones están desprotegidos por la carencia de cutícula o recubrimientos cerosos, una altísima relación área/volumen y un contenido de agua entre el 80 y 90% de su peso fresco. Por lo tanto, mantener la hidratación de las flores cortadas presenta una gran importancia.

Las flores al deshidratarse pierden su organización celular, su actividad metabólica se ve afectada y entran en un proceso de deterioro disminuyendo finalmente su longevidad. Por esta razón la cosecha debe ser realizada con las varas en su máximo estado de hidratación y lo normal es regar a medida que se va cosechando, (Sáez, 2002).

## Evaluación de las flores cortadas

Gast (2000), indica que existen tres parámetros para evaluar la calidad de las flores en destino, el primer día de apertura, la vida útil total y vida útil de flor abierta. La vida útil total es el tiempo que transcurre desde que las flores han sido puestas en agua al llegar a destino donde el comprador mayorista, hasta la pérdida de su valor ornamental donde el comprador final. La vida útil de flor abierta, es el tiempo transcurrido desde que los botones se abren hasta la marchitez o caída de los pétalos de la flor completamente abierta, (Cuadro 9.1).

Cuadro 9.1. Evaluación de poscosecha de las varas cortadas de peonías de distintas variedades después de haber sido puestas en agua, (Gast, 2000).

Cultivar	Primer día apertura	Vida útil (días)		Diámetro flor abierta (cm)	Pérdida valor ornamental
		flor abierta	total		
Comanche	3.0	5.3	7.3	14.0	caída pétalos
Henry Bocktoce	1.8	5.6	6.5	12.3	caída pétalos
Lovely Rose	1.4	4.5	4.9	8.8	caída/marchitez
Rasperry Ice	1.8	6.3	7.1	11.5	caída pétalos
Rose Pearl	2.8	5.0	6.8	10.8	marchitez
Spellbinder	1.7	6.8	7.5	15.3	caída pétalos
Apache	1.3	4.5	4.8	10.8	caída/marchitez
Bridal Icing	2.0	4.4	5.4	12.8	caída/marchitez
Candy Heart	2.6	6.0	7.7	10.8	caída pétalos
Duchesse de Nemours	2.0	4.8	5.8	14.0	caída pétalos
Jayhawker	2.1	7.6	8.7	13.5	marchitez
Madame de Vernville	2.0	5.3	6.3	12.0	caída pétalos
Red Charm	1.3	6.1	6.4	17.0	caída pétalos
Reine Hortense	2.0	6.9	7.9	12.8	caída pétalos
Romance	2.9	5.7	7.5	13.0	caída pétalos
Westerner	2.8	5.8	7.4	12.5	caída pétalos

Para definir los estados comprendidos desde botón cosechado en el campo a la pérdida del valor ornamental de las flores abiertas, Gast (2000), estableció una escala de madurez o un índice de apertura de los botones desde la cosecha, a la cual posteriormente investigadores neozelandeses han incluido puntos intermedios, (Eason et al., 2002).

En el Cuadro 9.2, se presenta el estado de madurez de los botones florales de peonías que ha sido utilizado para la evaluación del punto de corte a la cosecha y de la vida útil en la post-cosecha, (Gast, 2000, Gast, Kampjes y McLaren, 2001; Eason et al., 2002; Kamenetsky, 2006 y Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

Cuadro 9.2. Índice de apertura promedio para diferentes cultivares de *Paeonia lactiflora*, (Adaptado de Gast, 2000; Gast, Kampjes y McLaren, 2001; Eason et al., 2002; Kamenetsky, 2006 y Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

Índice apertura	Descripción del grado de madurez
1.0	botón apretado (duro) con sus pétalos mas externos mostrando levemente color
1.5	botón apretado (duro) con sus pétalos mas externos mostrando color
2.0	botón apretado y firme (estado cosecha ideal para la mayoría de las variedades)
2.5	botón levemente suave o "apretable" al ejercer una leve presión
3.0	botón blando o suave, pétalos externos sueltos, pétalos internos todavía firmes
4.0	botón muy blando, apariencia de hueco
5.0	flor casi abierta, pétalos curvados hacia adentro
6.0	flor completamente abierta (estado óptimo de apertura)
7.0	flor con los pétalos de guarda separados y planos
8.0	pétalos muy sueltos, algunos marchitos, pétalos de guarda curvados hacia atrás
9.0	pétalos marchitos o cayendo, pérdida de valor ornamental

En la Figura 9.3, se muestran los estados de madurez definidos como índices de apertura del 1 al 8 en la variedad Duchesse de Nemours, (Kamenetsky, 2006).

En estas imágenes se puede visualizar que una vara cosechada con el boton en un índice de apertura 2, debe llegar a destino con una madurez entre 2.5 a 3, después de un proceso que significa al menos 7 días porque incluye: corta, almacenaje en frío, packing y viaje al hemisferio norte.

Con este punto de madurez, las varas al ser puestas en agua deben desarrollar en forma uniforme su apertura entre los estados 3 o 4, para abrir completamente en tres días y durar en el florero, entre los estados 6 y 8, al menos los 7 días indicados por Kamenetsky (2006).



Figura 9.3. Escala de apertura para la variedad Duchesse de Nemours: 1. botón apretado mostrando levemente color, 2. botón apretado mostrando color, 3. botón blando, 4. botón muy blando, 5. casi abierto, 6. totalmente abierto, 7. totalmente abierto con pétalos de guarda empezando a curvarse hacia atrás, 8. pétalos muy sueltos y pétalos de guarda completamente curvados hacia atrás, (Kamenetsky, 2006).

A su vez, Zhou et al. (2008), proponen los siguientes estados de madurez como índices de apertura del botón floral, estado 0: botón duro o firme, estado 1: botón suave, estado 2: botón pre-abierto, estado 3: apertura inicial, estado 4: apertura al 50%, estado 5: totalmente abierta y estado 6: senescencia. En este caso las equivalencias de los estados 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de Zhou et al. (2008), con el Cuadro 9.2 serían: 0 = 1, 1 = 2.5, 2 = 3, 3 = 4, 4 = 5, 5 = 6 y 6 = 9.

Walton, McLaren y Boldingh (2007), explican este comportamiento en poscosecha a través del metabolismo de los carbohidratos durante la apertura del botón floral, en plantas bien manejadas y nutridas. Para cumplir su objetivo marcaron varas de peonías adultas de la variedad Sarah Bernhardt con características comerciales de exportación a partir del día de la cosecha en Oakland, Nueva Zelanda, el 25 de noviembre del 2002.

En el Cuadro 9.3 se presentan el rango y el promedio de los estados de madurez o índices de apertura para las flores cosechadas a partir del estado 2.0 (Walton, McLaren y Boldingh, 2007), hasta la pérdida del valor ornamental.

Cuadro 9.3 Estado de apertura de las flores de peonías recolectadas en condiciones de campo, (Walton, McLaren y Boldingh, 2007).

Días de recolección de las varas florales a partir del marcado	Estado madurez promedio de los botones florales	Rango de estados de madurez o índices de apertura
0	2.0	-
2	3.5	3-4
3	3.8	3-4
4	4.2	3-5
5	4.6	4-6
6	5.1	4-6
7	5.5	5-6
8	6.0	6-7
9	6.7	6-9
11	7.5	6-9
18	9.0	-

Los botones de la variedad Sarah Bernhardt fueron cosechados a partir del estado 2 (día 0) hasta llegar al estado 9 o pérdida de prácticamente todos los pétalos a los 18 días después del día de marcado.

Kamenetsky (2006), indica que el manejo de las peonías en la poscosecha para una larga vida en el florero, está determinado, por las condiciones de pre-cosecha y cosecha y por las formas y temperaturas de almacenaje y transporte. En una segunda fase, denominada etapa del consumidor, la vida en el florero está caracterizada por una apertura completa y perfecta de las flores y una larga vida útil, (vase-life).

## Factores de pre-cosecha

En general, se señala que los factores de precosecha influyen en un 30 a 40% en la vida de la flor en el florero, mientras que los factores de poscosecha serían responsables del 60 a 70% restante, (Verdugo, 2006; Eason et al, 2007).

En el 30 a 40% está el manejo técnico de la totalidad de los parámetros que influyen en el cultivo, además, de factores tan importantes como la

variedad elegida, la edad de las plantas, las temperaturas de crecimiento y cosecha y el grado de madurez del botón en el momento de la corta. Es evidente entonces, que un cultivo sano, bien regado, fertilizado y cosechado en su punto óptimo de madurez y por lo tanto, con botones hidratados y con una mayor cantidad de reservas, producirá flores de mayor calidad expresada como una larga vida en el florero y precios más altos.

## Variedad

La forma de la flor, de la variedad utilizada como flor de corte, tiene una gran importancia, ya que las flores de las formas simple, japonesa y anémona, tienen muy pocos pétalos con lo cual su vida después de cortadas es, en general, más corta que en las variedades semi-dobles, semirosa, rosa, corona, globo o bomba, debido fundamentalmente a la cantidad de reservas que pueden almacenar. Siempre hay que tener presente, sin embargo, que existen mercados como el japonés, que prefieren la elegancia de las flores simples.

En el Cuadro 9.4, se presentan los resultados obtenidos por Gast (2000) al evaluar la poscosecha de seis variedades, tres simples (Apache, Lovely Rose y Spellbinder) y tres japonesas (Comanche, Westerner y Roberta), debido a que estos tipos de flores pueden proporcionar a los comercializadores productos nuevos y diferentes.

Cuadro 9.4. Evaluación de poscosecha de flores cortadas de peonías de los tipos simple y japonesa, puestas en agua a temperatura ambiente, (Gast, 2000).

Cultivar/forma/color	Diámetro (cm)	Primer día apertura	Vida útil (días)		Características senescencia
			total	flor abierta	
Apache (simple/rojo)	11	1.3	4.8	4.5	marchitez/caída pétalos
Lovely Rose (simple/rosado)	10	1.4	4.9	4.5	marchitez/caída pétalos
Spellbinder (simple/blanco)	15	1.7	7.5	6.8	caída pétalos
Comanche (japonesa/rojo)	14	3.0	7.3	5.3	caída de pétalos
Westerner (japonesa/rosado)	13	2.8	7.4	5.8	caída de pétalos
Roberta (japonesa/blanco)	13	2.9	7.5	5.7	caída de pétalos

De estas variedades, Apache y Lovely Rose presentaron una vida útil menor de cinco días, con lo cual no tienen un potencial para ser cultivadas para flor de corte, (Gast, 2000). Sin embargo, la vida útil de las variedades Spellbinder (simple) y Comanche, Westerner y Roberta (japonesas), fue de 6.8, 5.3, 5.8 y 5.7 días, respectivamente.

## Edad de las plantas

La edad de las plantas es fundamental para obtener un producto de buena calidad, ya que las peonías empiezan a producir varas de acuerdo a las exigencias del mercado, a partir de la tercera temporada. El estado de desarrollo de la plantación a partir de la tercera primavera, indica que las plantas establecidas han cicatrizado las heridas de la división y han desarrollado suficientes raíces para almacenar carbohidratos y nutrientes capaces de sostener posteriormente el crecimiento de los tallos florales.

En general, durante la primera temporada las plantas recién establecidas en el otoño, producen una a dos varas muy cortas y de tallos muy delgados, incluso determinadas variedades presentan menos pétalos que las flores provenientes de una planta madura. En la Figura 9.4, se puede observar plantas de peonías de una temporada, de la variedad Inmaculee en Magallanes y de la variedad Festiva Máxima en la X Región.



Figura 9.4. Plantas de una temporada, a: variedad Inmaculee, XII Región, b : variedad Festiva Maxima, X Región.

Durante la segunda temporada, aún cuando las flores ya presentan las características típicas de la variedad, su vida útil es muy corta y su productividad muy baja. Hay que recordar que las peonías a la primera primavera gatean, a la segunda caminan y a la tercera saltan, lo que significa que solo a la tercera primavera desde su establecimiento, las peonías están en condiciones de producir excelentes flores cortadas. Si las plantas son establecidas en verano, (plantas provenientes del hemisferio norte) aún cuando broten, su edad o sus temporadas productivas se empiezan a contar a partir de la primera primavera que pasen en el terreno definitivo, (Sáez, 2002).

## Condiciones de crecimiento

Los resultados obtenidos por Kamenetsky (2006) al relacionar mallas de distintos colores y porcentajes de sombreado con la apertura y comportamiento de las flores cortadas indican que independiente del color, un sombreado mayor al 30% es perjudicial para el comportamiento de las flores en poscosecha, (Capítulo 3, Figura 3.15).

Estos resultados se deben a que un sombreado mayor al 30% impide el paso de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que debe llegar a la canopia o superficie foliar expuesta a la atmósfera, limitando la fotosíntesis e impidiendo la acumulación de reservas para la vida de las flores en poscosecha, (Figuras 9.5 y 9.6).

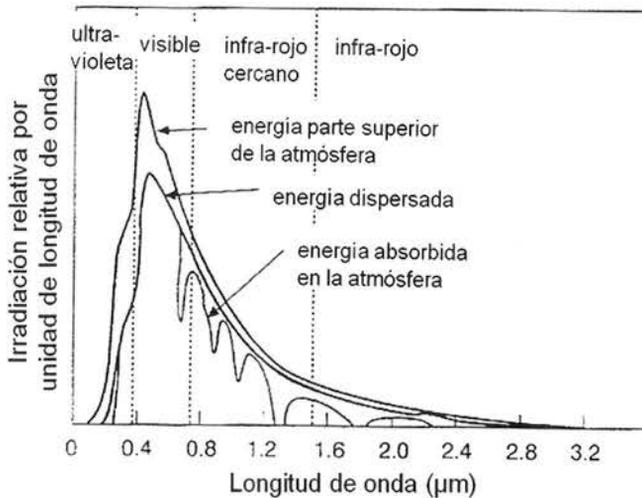


Figura 9.5. Radiación solar entrante, reflejada y dispersada. La figura muestra la radiación de onda corta en la parte superior de la atmósfera y la reducción de la energía a medida que cruza la atmósfera. La radiación es dispersada por nubes, vapor de agua y aerosoles y absorbida por el ozono, (en la región ultravioleta del espectro electromagnético) y el vapor de agua, con longitudes de onda superiores a 1 µm. Las líneas inferiores muestran la cantidad de radiación alcanzando la superficie de la tierra bajo condiciones de nubosidad, (Landsberg y Gower, 1997).

El balance de energía en una plantación se considera en términos de la cantidad neta de energía radiante retenida, de la cual solo una pequeña cantidad se utiliza en la fotosíntesis (< 5%), mientras que el resto va a calentar la superficie del suelo, los árboles, el aire o a evaporar agua desde la superficie del suelo o desde las hojas en los árboles. Frente a estas consideraciones, para tomar la decisión de sombrear se deben analizar las

condiciones ambientales y los objetivos perseguidos con la instalación, para que el resultado sea el esperado en relación a la inversión que se realizará.



Figura 9.6. Efecto del color y grado de sombreo de la malla después que las flores cumplieron 4 días en agua, a: flores que crecieron a campo y bajo malla al 30%, b: flores que crecieron bajo malla negra (45 y 53%), malla roja (45%) y malla amarilla (61%), (Kamenestsky, 2006).

En la Figura 9.6, al comparar 4 días de vida en florero se puede observar que las flores cosechadas directamente desde el campo y desde sombreo al 30% abrieron en forma homogénea y sus tallos se presentan erguidos soportando el peso de las flores. Mientras que las flores que crecieron bajo malla negra al 45 y 53%, malla roja al 45% y malla amarilla al 61%, presentaron una apertura desuniforme, el color se ha desvanecido y los tallos no soportan el peso de las flores abiertas, (Kamenetsky et al., 2003).

### **Estado de madurez (punto de corte)**

Como ya se ha discutido, el estado de desarrollo de la flor al momento del corte, es un factor importante de la duración en el florero. Este estado varía enormemente entre las especies, híbridos y cultivares, existiendo un estado de desarrollo óptimo, antes del cual el botón no ha completado su desarrollo y no se abre y después del cual no es posible su almacenaje.

Heuser y Evensen (1986), Yagello y Sáez (1999) y Maillat (2001), indican tres estados de madurez o tres puntos de corte como una indicación general para la cosecha de las distintas variedades. Los resultados obtenidos por Heuser y Evensen (1986), indican que los botones cosechados al estado 1 o de cáliz duro, en su gran mayoría no abrieron y las flores cosechadas en el estado 3 abrieron más rápida y uniformemente, (Figura 9.7, Cuadro 9.4)



Figura 9.7. Estados de madurez a la cosecha. a: botón duro con el cáliz cerrado absolutamente adherido al botón, mostrando apenas color verdadero en los pétalos más externos (estado 1), b: botón duro con el cáliz cerrado pero con los sépalos abombados al tacto y los pétalos externos cerrados pero mostrando color verdadero (estado 2), c: cáliz prácticamente separado del botón con un pétalo externo suelto o caído (estado 3), (Chahín, Luchsinger y Díaz, 2011).

Los resultados indican que las flores cosechadas en el estado 1 no logran abrir, normalmente, porque se cosecharon antes de llegar a la madurez, lo que no permite la continuidad de su metabolismo una vez que las flores han sido cortadas y separadas de la planta madre, (Heuser y Evensen, 1986).

Cuadro 9.4. Días a la apertura de la flor y duración de la vida útil para 4 cultivares de peonías cosechadas a diferentes estados de madurez. Las flores almacenadas fueron guardadas una semana a 0 °C antes de ponerse en el florero, (Heuser y Evensen, 1986).

Cultivar*	Estado madurez a la cosecha	Días a apertura		Flores abiertas (%)		Vida útil (días)**	
		flores frescas	flores almacenadas	flores frescas	flores almacenadas	flores frescas	flores almacenadas
Mons. Jules Elie	1	2.2	1.8	12	12	4.7	3.3
	2	1.3	1.0	100	100	6.5	4.2
	3	1.0	1.0	100	100	5.9	3.4
Festiva Máxima	1	5.6	3.3	5	10	0.6	1.6
	2	2.3	1.8	12	100	3.1	3.4
	3	1.0	1.0	100	100	4.0	2.8
Felix Crousse	1	5.5	4.5	2	2	0.7	0.5
	2	2.8	2.8	14	14	5.5	5.1
	3	1.0	1.4	100	100	6.7	4.6
John C. Lee	1	2.1	2.0	5	3	1.9	0.9
	2	1.1	1.7	100	100	4.7	4.6
	3	1.0	1.1	100	100	4.8	5.0

\*Evaluación sobre 15 flores. \*\*Vida útil definida como número de días desde la puesta en agua a la abscisión de los pétalos.

Yagello y Sáez (1999), en las condiciones de la XII Región, indican que la cosecha entre el estado 1 y el estado 2 sería la adecuada para el objetivo de llegar a mercados lejanos, donde el problema no es el largo viaje,

sino el tiempo real que transcurre desde que las flores se cosechan hasta que llegan al florero de la dueña de casa, lo que puede significar entre 48 horas (mercado nacional) y más de 120 horas en la exportación a Estados Unidos, Europa o Japón.

Al igual que Heuser y Evensen (1986), Yagello y Sáez (1999) no encontraron diferencias significativas en la duración en florero de las varas cosechadas en los estados 2 y 3. Sin embargo, cosechar en el estado 2 o un poco antes, cuando la flor empieza a mostrar color verdadero o botón apretado, presenta ciertas ventajas como reducir el espacio ocupado en el transporte y disminuir los riesgos a los daños mecánicos al ser embaladas, (Armitage, 1995, Gast, 2000; Eason et al., 2002; Gast, Kampjes y McLaren, 2007).

Maillat (2001), indica también tres puntos de corta, 1: el botón está cerrado completamente pero no está duro al tacto, 2: botón blando con los sépalos ligeramente despegados y 3: botón ligeramente abierto. De éstos, el punto 1 es equivalente al estado 2 definido por Heuser y Evensen (1986) y Yagello y Sáez (1999).

Para satisfacer la demanda en los mercados de exportación, las peonías en Nueva Zelanda son cosechadas en botón duro, (grado de madurez 2) y luego guardadas en frío, para aumentar el período de oferta en los mercados del hemisferio norte hacia donde están dirigidas sus exportaciones, (Eason et al., 1986). A su vez, los productores holandeses también cosechan en el estado 2, para asegurar un largo período de almacenamiento, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

Eason et al. (1986), indican que las temperaturas a las cuales deben ser mantenidas las peonías durante el viaje (exportación), deben asegurar que los botones no se abrirán antes de llegar a su destino y que las flores estarán abiertas al tercer día (grado de madurez 6), después de ser puestas en agua y luego completar, al menos cinco días de vida en florero en estado de flor abierta.

Para Stevens et al. (1993), la primera etapa en la comercialización de las peonías, es elegir el punto de corte y para esto entrega la siguiente pauta que es utilizada por los productores estadounidenses, que comercializan su producción solamente en el mercado interno: las peonías deben ser cosechadas cuando los botones presenten un tamaño entre 25 y 50 mm dependiendo de la variedad, el botón al ser apretado debe ofrecer una resistencia semejante a la ofrecida por un marshmallow añejo o levemente duro y los sépalos

deben estar completamente separados revelando el color verdadero de los pétalos. Sáez (2002), señala que este punto sería muy tardío en el caso de peonías cortadas para exportación en nuestro país.

Heuser and Evensen (1986), Yagello y Sáez (1999), Gast (2000), Eason et al. (2002), coinciden en que indudablemente existe un punto de corte óptimo para cada variedad, pero que el estado o grado de madurez igual a 2 es un punto relativamente fácil de reconocer en todas las variedades y guarda una muy buena correlación con la vida útil.

Para reconocer este punto Sáez (2002), indica que al apretar la parte baja de los botones, aunque esté firme, casi dura, se debe sentir que se mueve el interior (Figura 9.8 a). Auer y Holloway (2008) y Robinson y Orlov (2009), recomiendan cosechar cuando al sostener el botón por su base con los dedos índice y del corazón y presionar la parte superior con el dedo pulgar, ésta cede levemente, (Figura 9.8 b).



Figura 9.8. Reconocimiento del punto de corte. a: propuesto por Sáez (2002), b: propuesto por Auer y Holloway (2008) y Robinson y Orlov, (2009).

Sin embargo, aún cuando es importante reconocer un punto intermedio, es necesario conocer el punto de corte adecuado para cada variedad. En el Cuadro 9.6, se presenta un resumen de los resultados obtenidos por Gast (2000) y Gast, Kampjes y McLaren (2007), indicando para cada una de las 17 variedades utilizadas, el rango y la media del mejor estado de madurez para su cosecha, además de la descripción del botón maduro. Estos resultados fueron obtenidos tomando en consideración la cantidad de flores casi abiertas (índice de apertura 5) el día tres después de haber sido puestas en agua, homogenizando el diámetro inicial de los botones, el grado de madurez inicial, la vida en florero para cada cultivar y el diámetro de las flores abiertas.

Cuadro 9.6. Resumen del estado de madurez óptimo por variedad a la cosecha, (Adaptado de Gast, 2000 y Gast, Kampjes y McLaren, 2007).

Cultivar	Rango	Promedio	Descripción botón maduro
Duchesse de Nemours	1.9	1.9	firme, con o sin color
Felix Supreme	2.0 - 4.9	3.3	firme, con o sin color
Festiva Supreme	2.0	2.0	firme, con o sin color
Henry Sass	1.0 - 2.0	1.5	firme, con o sin color
Snow Mountain	1.4 - 2.9	2.1	firme, con o sin color
Inmaculee	2.8 - 3.2	3.0	suave, con color
Inspector Lavergne	2.6 - 3.8	3.2	suave, con color
Bowl of Cream	2.9 - 4.3	3.6	suave, con color
Honey Gold	2.7 - 4.1	3.4	suave, con color
Nick Shailor	2.7 - 3.7	3.3	suave, con color
Shawnee Chief	2.9 - 3.0	2.9	suave, con color
Pink Parfait	3.1 - 4.1	3.7	suave, con color
Richard Carvel	3.1	3.1	suave, con color
Sarah Bernhardt	3.4 - 3.7	3.6	suave, con color
Ann Coussins	3.8	3.8	muy suave
Elsa Sass	3.9 - 4.0	4.0	muy suave
Therese	2.4 - 4.6	3.5	muy suave

En el año 2009 Chahín et al. (2009), publicaron una cartilla para ayudar a los productores de la Región de la Araucanía en la cosecha de sus peonías con imágenes que indican tres puntos de corte para las variedades de mayor incidencia en la zona. De acuerdo a sus resultados, estos autores, también indican que el punto 1 a veces puede fallar en abrir y en el punto 3, el botón está muy desarrollado, por lo que se recomienda para peonías de exportación cosechar en el punto 2.

En la Figura 9.9, se presentan los puntos de corte 1, 2 y 3, para las variedades Red Charm y Karl Rosenfield (rojas), Sarah Bernhardt, Dr. Alexander Fleming y Monsieur Jules Elie (rosadas) y Duchesse de Nemours y Festiva Maxima (blancas).

Finalmente en el año 2011, Chahín, Luchsinger y Díaz (2011) han publicado una Guía de Campo donde presentan el estado de desarrollo de los botones desde el estado 1 al estado 6, es decir desde botón cerrado hasta flor completamente abierta, para 50 variedades. Además de las fotografías para cada estado, incluyen la descripción para los estados 1, 2 y 3 como índices de cosecha.

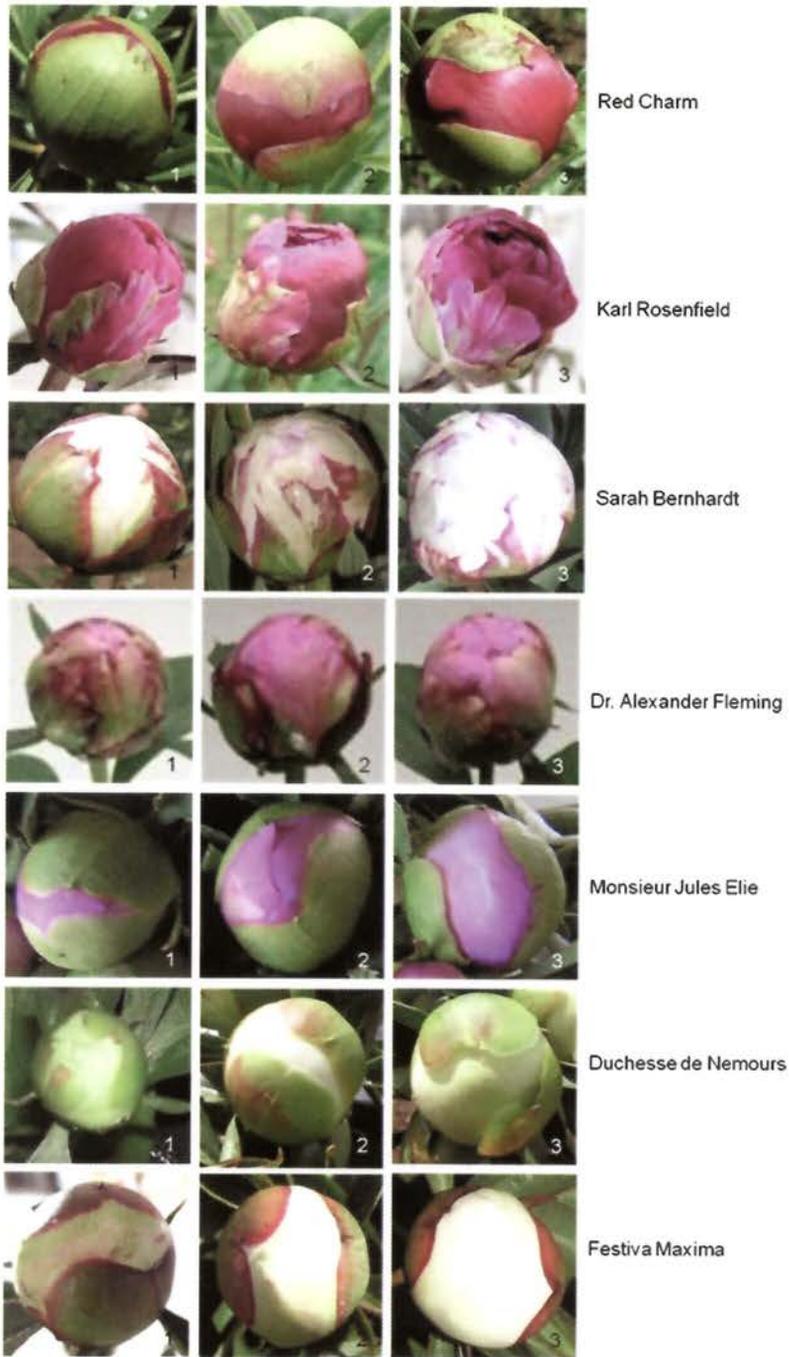


Figura 9.9. Estados de corte 1, 2 y 3 para las variedades, Red Charm y Karl Rosenfield (rojas) Sarah Bernhardt, Dr. Alexander Fleming y Monsieur Jules Elie (rosadas), Duchesse de Nemours y Festiva Maxima (blancas), (Chahín et al., 2009).

Por otra parte, Kamenetsky (2006) y De Looze (2008), indican una clara relación entre el grado y la uniformidad de la apertura de los botones en su destino con los precios obtenidos (Figura 9.10).



Figura 9.10. Uniformidad en los botones de la variedad Duchesse de Nemours en destino y su relación con los precios obtenidos, a: muy abiertos y desuniformes, bajos precios, b: parcialmente abiertos sin uniformidad, precio intermedio y c: no abiertos y muy uniformes, buen precio, (Kamenetsky, 2006).

Es evidente entonces, la relación entre una cosecha con un punto de corte homogéneo y los precios obtenibles.

## Cosecha

Los factores de manejo que influyen en una cosecha de peonías de excelente calidad como exige el mercado de flor cortada son el área fotosintética que se mantiene en la plantación después de la cosecha, la hora del día en que se cosecha y las precauciones que deben tomarse en el momento de cortar y trasladar las flores a la cámara de frío.

### Area fotosintética residual y altura de corte

Debido a que después de la cosecha de peonías debe quedar la suficiente superficie foliar para asegurar las reservas para la nutrición de la corona en la siguiente temporada, en la cosecha de peonías se presenta una disyuntiva entre el largo de la vara y el número de varas por planta a cosechar, (Auer y Holloway, 2008).

Stevens et al. (1997), recomienda mantener en la planta a lo menos 2/3 de su follaje después de la cosecha para garantizar la nutrición de las coronas, lo que se logra decapitando las varas que no tengan una calidad óptima para ser comercializadas.

De hecho, Vasil'eva (1974), indica que la diferenciación desde yema vegetativa a flor en los tallos reproductivos se asegura cuando se deja

en la planta la mitad de los tallos después de la cosecha, dejando el 50 % de las varas en la planta para la nutrición del rizoma, (Pacific Flowers, 1995).

Para lograr el mismo efecto, otros autores como Rogers (1995), Armitage (1995), Harding (1997) y Gast (2000) recomiendan cortar sobre el primer par de hojas, dejando las hojas remanentes para que su fotosíntesis produzca las reservas para la nutrición de la corona, sacrificando con esta metodología cerca de 30 cm de largo de vara. Holloway, Hanscom y Matheke (2005), al evaluar variedades de peonías para flor de corte en Fairbanks, tuvieron problemas para tener largos de vara iguales o mayores a 60 cm, debido a que al cortar sobre el primer par de hojas según lo recomendado por Rogers (1995), las varas pierden al menos 20 cm de largo.

En la decisión de la metodología a utilizar se debe tener en cuenta que el mercado requiere de varas entre 50 y 70 cm de largo y que el cortador está presionado por la velocidad de la maduración de los botones. Por lo tanto, es muy difícil que además pueda ir eligiendo el lugar exacto donde cortar y por lo que es más eficiente cortar siempre a nivel del suelo, (Sáez, 2002).

Los productores holandeses, efectúan el corte en forma uniforme equivalente al largo del brazo de un hombre, aproximadamente 75 cm, que permite una disminución en los costos de mano de obra ocupada en la selección y clasificación por largo, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

Actualmente en el país, las exigencias del mercado llevan a cortar los tallos en su base y una vez cortadas, las varas deben clasificarse de acuerdo al tamaño del botón. Es decir, para cada variedad se deben clasificar botones pequeños, botones medianos y botones grandes y dar largos de vara de 50, 60 y 70 cm, respectivamente, (Sáez, 2009).



Figura 9.11. Estado de las plantaciones adultas después de la cosecha. a: plantación en la XII Región, b: plantación en la XI Región.

En la Figura 9.11, se muestran dos plantaciones después de la cosecha en las cuales se refleja claramente el material vegetal remanente, observándose la alta cantidad de material fotosintéticamente activo.

### **Hora del día**

El corte o cosecha de las flores debe ser efectuada en la mañana si es posible, debido a que las temperaturas a primera hora de la mañana son mas bajas, la turgidez de los tallos es máxima y la actividad metabólica es mínima, (Armitage, 1995, Chahín, 2002, Verdugo, 2006). Sin embargo, antes de empezar la cosecha en la mañana temprano, se debe verificar que las varas estén secas, ya que si las plantas están húmedas por el rocío pueden ser susceptibles al ataque de enfermedades en la cámara de frío, (Armitage, 1995).

En todo caso, aún en la Región de Magallanes, donde la temperatura en la época de cosecha no sube de 15 °C en promedio, en días soleados y sin viento hay que cosechar dos veces al día, ya que los botones que en la mañana no están listos para ser cosechados, al día siguiente ya están abiertos y perdidos, (Sáez, 2002). De acuerdo a Stevens et al. (1993), Stevens (1998) y Kamenetsky (2006), a veces es necesario cosechar incluso más de tres veces al día dependiendo de la temperatura, tanto es así, que en zonas de altas temperaturas en la época de cosecha conviene estar repasando el cultivo continuamente.

Armitage (1995), indica que en la tarde se cuenta con niveles de hidratos de carbono más altos que en la mañana, lo cual constituye una ventaja porque la flor una vez separada de la planta tendrá que seguir nutriéndose para completar su evolución. Esta ventaja se ve fuertemente contrarrestada por el efecto perjudicial si la temperatura alcanza 27 °C, considerada detrimental por Armitage (1995) y Kamenetsky (2006). Es decir, altos contenidos de azúcar en los tallos y botones es menos importante que la temperatura si los tallos son tratados apropiadamente después de la cosecha.

### **Corta**

En esta etapa del proceso de cosecha, lo más importante es que los cortadores hayan sido capacitados en detectar al tacto, el punto de corte por variedad, ya que de éste depende en gran parte el éxito de la exportación. Es decir, antes de cortar el operador debe ser capaz de reconocer el punto de corte por variedad de acuerdo a las instrucciones.

Por otra parte, los cosechadores deben ser capaces de distinguir entre los botones normales que son redondos con forma de domo (Figura 9.9), de los botones llamados cabeza de helicóptero, nariz de toro o cabeza de toro, que son planos en su parte superior, (Auer y Holloway, 2008).

Cuando se procede a la corta, no se deben cosechar los tallos con las siguientes características:

- botones con diámetros menores a 25 mm (2.5 cm)
- que no estén en su punto de corte óptimo
- que presenten deformaciones
- con algún daño que imposibilite su venta
- varas sin el largo establecido de comercialización

Frente a estas situaciones, lo ideal es ir descabezando o decapitando inmediatamente, dejando el follaje para la nutrición de la corona, (Yagello y Sáez, 1999). Para evitar una presión extra sobre los cosechadores, Sáez (2002) y De Looze (2008), recomiendan que el encargado del cultivo, diariamente, antes de empezar la corta inspeccione la plantación y descabece las varas con botones que no cumplan las exigencias establecidas.

De acuerdo a De Looze (2008), la pre-selección de las varas cosechables en el campo, presenta las siguientes ventajas:

- mayor efectividad en el proceso de cosecha
- facilitar y agilizar el trabajo de los cortadores
- garantizar una calidad homogénea
- reducir el riesgo de sobre-cosecha, dejando a la planta sin alimentos para la próxima temporada.

Para cortar se utilizan tijeras de podar en perfecto estado (Figura 9.12 a) o como los productores holandeses, un cuchillo curvo que da la posibilidad de una mayor rapidez y es más cómodo para el operador (Figura 9.12 b), comparado con la tijera de podar, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

Estas herramientas deben irse desinfectando cada cierto tiempo en una solución con cloro. Chahín e Ibáñez (2009), recomiendan desinfectar al cambiar de una planta a otra con una solución de hipoclorito de sodio

al 2%, para no diseminar los problemas de virus, los cuales, a veces se encuentran en forma latente sin manifestaciones visibles

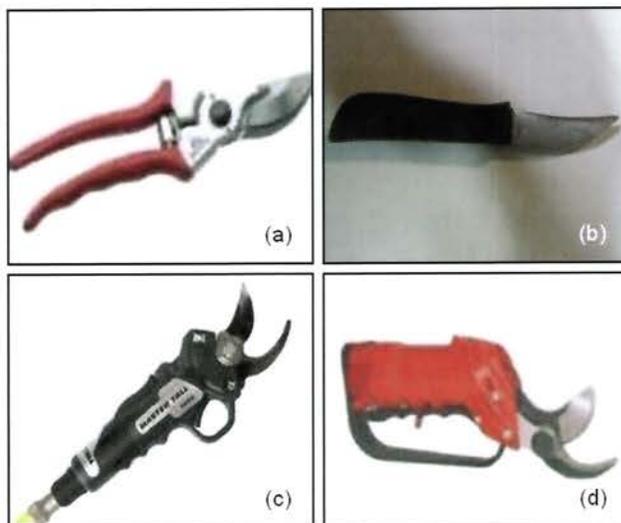


Figura 9.12. Herramientas utilizadas para la cosecha de las peonías. a: tijeras de podar de una mano, b: cuchillo levemente curvo utilizado por los productores holandeses, c: tijera eléctrica, d: tijera neumática.

Debido al cansancio que produce el uso de la tijera de podar de una sola mano, se ha visto la posibilidad del uso de herramientas que signifiquen un menor esfuerzo para el operador como las tijeras eléctricas o neumáticas. Las tijeras eléctricas tienen un alto costo porque incluyen una batería para dos días de autonomía (16 horas). Las tijeras neumáticas tienen un costo mucho menor, pero debe adquirirse además un motocompresor. El gran problema es la desinfección con cloro que es altamente corrosivo, lo que significa que las tijeras de podar comunes pasan a ser desechables y deben adquirirse todos los años de acuerdo al número de cosechadores, (Sáez, 2002).

### **Traslado**

Una etapa importante de la cosecha es el traslado entre el potrero y el lugar de pre-packing. En la mayoría de los casos, lo recomendable es que dos personas vayan recorriendo un determinado número de hileras de tal manera que una persona corte y la segunda reciba las varas en brazos y una vez que no pueda cargar más las lleve a la cabecera de las hileras donde espera una carretilla o una camilla (Figura 9.13 a y b). Otra forma de organizar la corta es a través del uso de lonas cosechadoras, (Figura 9.13 c).



Figura 9.13. Formas de traslado desde la zona de cosecha a la zona de pre-packing. a: carretillas, b: lonas cosechadoras, c: camillas o bandejas.

En la figura se muestran los distintos métodos de acarreo: carretillas, lonas cosechadoras y camillas o bandejas. La elección depende de las necesidades y preferencias del productor.

## Poscosecha

El objetivo de la etapa de poscosecha es conservar las flores cortadas en un nivel metabólico mínimo, de tal forma que al ser rehidratadas después del proceso de exportación puedan recuperarse sin que hayan sufrido un proceso de envejecimiento importante. Así, una vez que las flores han sido adquiridas se conserven en el florero por un mayor tiempo.

Al trabajar con flores de exportación, se debe tener claro que una vez cosechadas, no se pueden comercializar de inmediato, fundamentalmente por el volumen necesario para cada embarque. Por lo tanto, a medida que se van cosechando se deben ir acopiando a bajas temperaturas ya que es esencial enfriar las flores para bajar la respiración y minimizar el consumo de carbohidratos, los cuales tienen la misión de seguir nutriendo las flores una vez que han sido cortadas.

## Pre-packing

Se denomina pre-packing a las actividades que se realizan aún en el potrero, tendientes a maximizar y racionalizar el proceso de acondicionamiento y embalado en alguna estructura preparada con este objetivo, ya que al packing deben llegar solamente las varas comercializables. Para este efecto, sobre todo, si el packing o la cámara de frío queda fuera del sector donde se encuentra ubicada la plantación, se debe habilitar en el sector mas fresco y ventilado del potrero, una estructura o una especie de ramada que

permita bajar la temperatura que las flores traen del campo, el deshojado y la hidratación cuando sea necesaria, además del lavado de los baldes en que serán hidratadas los tallos recién cosechados, (Figura 9.14 a y b).



Figura 9.14. Pre-packing habilitado en el sector de la cosecha en una plantación de la IX Región, a: sector de deshojado y primera revisión, b: sector de lavado de baldes, (Sáez, 2009).

### **Deshojado**

La eliminación de las hojas basales o deshojado, significa dejar en las varas recién cosechadas las hojas presentes en los primeros 30 cm desde la base del botón. En general, los tallos quedan con dos a tres hojas verdaderas considerando un criterio estético y de sanidad, (Sáez, 2002; Chahín e Ibáñez, 2009). Esta actividad se realiza para disminuir la respiración en el embalaje y bajar el peso de las cajas de tal manera de disminuir el costo de los fletes, (Figura 9.15 a).



Figura 9.15. a: deshojado de las varas en pre-packing antes de calibrar por el largo, b: hidratado de las varas cosechadas antes de ser introducidas a la cámara de frío, (Flores de la Patagonia, Punta Arenas)

A partir de la temporada 2007/2008, a raíz de los rechazos en las exportaciones de peonías a Estados Unidos, se ha incluido otro objetivo del deshojado, que es minimizar el riesgo de la presencia de huevos de polilla que han sido encontrados en el envés de las hojas.

### **Hidratación**

Los productores holandeses cortan y llevan el producto directamente a la cámara de frío (en seco) donde acopian las varas cosechadas a granel para bajar lo antes posible su temperatura, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

De Looze (2008), indica que el principio de la poscosecha y conservación de las peonías, está en mantenerlas lejos del agua hasta llegar al comprador en el mercado de destino. El resultado de poner los tallos en agua después de ser cortados da el estímulo a los botones para que empiecen a abrir, a pesar de que luego al ponerlos a bajas temperaturas en la cámara de frío este proceso se detiene nuevamente. Si se está de acuerdo en que se requiere frío para reducir al mínimo el metabolismo de las flores, ponerlas en agua en esta etapa solo implica un gasto extra de reservas destinadas a la vida en el florero.

Igualmente importante, es que el riesgo de ataque de botritis es más alto en tejidos muy turgentes que son mas vulnerables al daño físico durante el procesamiento y transporte, (De Looze, 2008). Otro factor, también a considerar, es la menor manipulación y el ahorro de mano de obra que significa cortar y llevar las flores a la cámara de frío en seco, (Sáez, 2002).

Estos autores (Sáez, 2002; De Looze, 2008), recomiendan no hidratar ya que si las varas son cosechadas en forma óptima y la cámara de frío está cerca no debiera ocurrir una deshidratación que justifique esta práctica, que afecta la cantidad de reserva de almidón de los pétalos y disminuye la longevidad de las varas cortadas.

El objetivo del hidratado en el pre-packing o en el packing, es devolver a las flores recién cosechadas el agua perdida por la deshidratación ocurrida después del corte, (Figura 9.15 b).

Si las varas se hidratan después del corte, este procedimiento se debe llevar a cabo con toda la higiene posible y para esto es necesario contar con baldes blancos limpios y desinfectados con cloro en el momento de ser usados. Los baldes deben ser de color claro para evidenciar su estado de limpieza, ya que, cuando están sucios permiten el desarrollo de microorganismos que tapan los conductos encargados de transportar el agua a través de los tejidos

y por lo tanto las flores no reaccionarán a la rehidratación en el lugar de destino, ocasionando el rechazo de la partida.

Los baldes, de una capacidad de 20 litros, deben llenarse con 4 cm de agua antes de poner en cada uno de ellos 50 varas deshojadas, lo que sirve para llevar la contabilidad de lo que va a entrar al proceso de packing.

Stevens et al. (1993) y Stevens (1998), indican que se debe esperar a lo menos 20 minutos antes de poner las flores recién cortadas en agua después del corte y el tiempo de hidratación es de máximo 2 horas ya que en ese lapso las flores deben ser capaces de recuperar su turgencia. Si se necesita más tiempo o se observa que no hay respuesta en ese período, se debe revisar el estado de hidratación con que se está cosechando. Este tiempo de hidratación puede cumplirse en el traslado al packing.

### **Acopio y tratamiento de los residuos**

Al igual que después de la poda, en el proceso de cosecha (descabezado, deshojado, pedazos de tallos), se genera una importantísima cantidad de tejidos vegetales que quedan como residuos que deben ser retirados lo antes posible del sector donde se está cosechando, (Capítulo 3).

### **Conservación de las flores cortadas**

El almacenaje o acopio es un pre-requisito para el transporte y regulación del mercado, siendo el almacenaje refrigerado la tecnología de poscosecha más adecuada y por lo tanto, necesaria para el manejo de las flores cortadas. Por esta razón, se han probado muchos regímenes de almacenaje en frío para las peonías tratando de desarrollar una tecnología adecuada al medio ambiente, económicamente sustentable y lo más eficiente posible, (Zhou, et al., 2008).

El primer propósito de la conservación a bajas temperaturas de las peonías recién cortadas, es remover la temperatura que traen las flores desde el campo, para minimizar en lo posible la degradación enzimática, la actividad respiratoria y la deshidratación y el segundo, es mantener las flores en óptimo estado, por el mayor tiempo posible para alargar el período de oferta, hasta el momento de su venta o embarque, (Auer y Holloway, 2008).

Con el objeto de bajar la tasa de respiración en forma eficiente, varios autores (Armitage, 1995; Pacific Flowers, 1996), indican que las flores

recién cortadas deben ser trasladadas desde el potrero a una cámara de frío entre 0 y 1 °C lo más rápidamente posible. Sin embargo se ha observado que para algunas variedades, especialmente las variedades rojas cosechadas a temperaturas altas, someterlas abruptamente a las bajas temperaturas de la cámara de frío puede ocasionar manchado de pétalos e incluso las flores pueden adquirir un color azul oscuro y por lo tanto, necesitan de un período para bajar las temperaturas a que han sido cosechadas, (Sáez, 2002).

### Temperatura de almacenaje

Auer y Holloway (2008), indican que la temperatura óptima de almacenaje está entre 0 y 1 °C con 75 a 80% de humedad relativa con las mínimas fluctuaciones posibles, lo que implica que lo más eficiente es efectuar todo el proceso de packing dentro de la cámara de frío.

Cuadro 9.7. Desarrollo de botones (mm) de varios cultivares de *Paeonia lactiflora* almacenados entre 0 y 7 °C por 7 días. Los valores corresponden al aumento en tamaño de los botones cosechados a varios estados de madurez, (Eason et al., 2002).

Cultivar	Temperatura de almacenaje (°C)							LSD (P < 0.05)
	0	1	2	3	4	5	7	
Coral Sunset	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4
Festiva Maxima	0.5	0.3	0.8	0.6	0.4	0.9	0.9	0.7
Maestro	0.8	0.9	1.3	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7
Nick Shaylor	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.4
Sarah Bernhardt	0.7	0.8	0.8	0.5	1.0	1.1	1.0	0.4
Pink Hawaiian Coral	0.5	1.0	0.9	1.1	1.2	1.6	2.0	0.6

En el Cuadro 9.7, se presenta el desarrollo de los botones de peonías cosechados a diferentes estados de madurez y almacenados en seco por 7 días a temperaturas entre 0 y 7 °C.

Se puede observar que el promedio del desarrollo de los botones por variedad, es de 0.5, 0.7, 0.8, 0.7, 0.8, 1.0 y 1.0 mm, para las temperaturas de 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 7 °C, respectivamente. En general la temperatura óptima de almacenaje es entre 0 y 1 °C, que entre 1 y 4 °C el efecto es relativamente el mismo, pero que sobre 4 °C existe el riesgo de una apertura precoz o desuniforme de los botones.

Zhou et al., (2008), estudiaron temperaturas de almacenaje de 2 y 6°C de las flores cortadas de peonía arbustiva cv. Luo Yang Hong, llegando a la conclusión que después de 7 días en estas condiciones la vida útil de las flores cortadas no disminuyó en forma significativa, independientemente

del tratamiento. Sin embargo, después de 7 días la vida útil de las flores almacenadas a 6 °C disminuyó dramáticamente, con severa abscisión de pétalos y marchitez progresiva después de 21 días de almacenaje perdiendo totalmente su valor ornamental a los 35 días. Por otro lado, las peonías almacenadas a 2 °C abrieron adecuadamente a estado 5 (equivalente estado 6, Cuadro 9.2) y todavía presentaron 2 días más de vida útil, aún después de 49 días de almacenaje a esa temperatura.

Los resultados obtenidos por Zhou et al. (2008) se explican debido a que el peso fresco disminuyó en ambos tratamientos (2 y 6 °C) pero, como se muestra en la Figura 9.16, el aumento fue mayor y más rápido a 6 °C después de los 28 días de almacenaje.

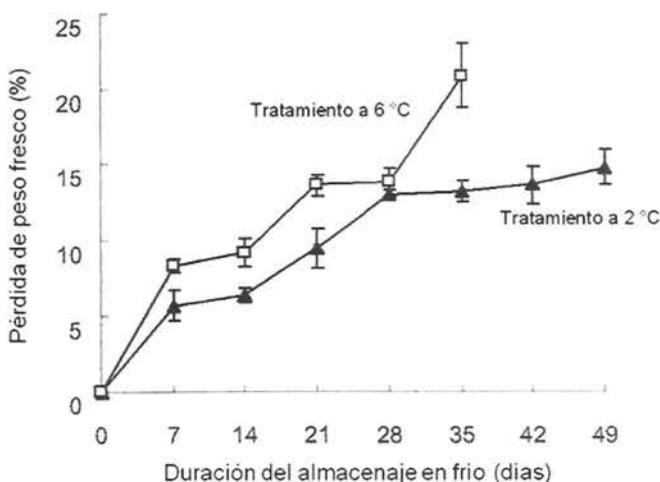


Figura 9.16. Pérdida de peso de las flores cortadas de peonías arbustivas durante su almacenaje a 2 °C (T1) y 6 °C (T2), las líneas verticales representan el error estándar, (Zhou et al., 2008).

La pérdida de peso fresco de las peonías almacenadas aumentó significativamente entre 13 y 15% a los 21 días a 6 °C de temperatura y a los 28 días a 2 °C. La diferencia más importante es que a 2 °C, la pérdida de peso fresco aumentó levemente sobre el 15 % hasta los 49 días.

Zhou et al. (2008), también evaluaron la permeabilidad de las membranas a los electrolitos libres expresados como conductividad eléctrica relativa en los tejidos de los pétalos y sus resultados se presentan en la Figura 9.17.

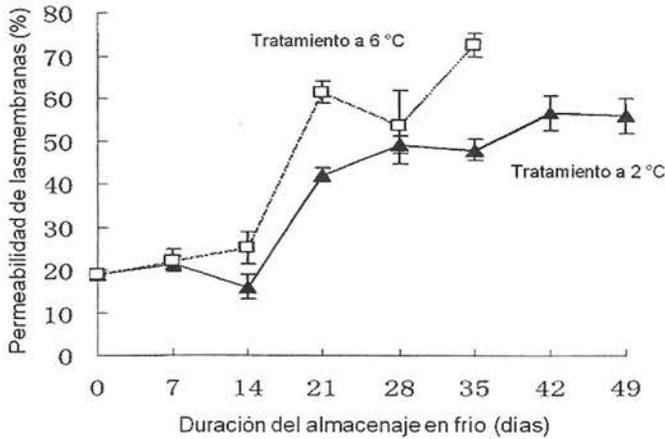


Figura 9.17. Permeabilidad de las membranas de los pétalos de flores cortadas de peonías arbustivas durante el almacenaje a 2 °C (T1) y 6 °C (T2), las líneas verticales representan el error estándar, (Zhou et al., 2008).

El porcentaje de la permeabilidad de las membranas (%), se refleja directamente en la conductividad eléctrica. En la Figura 9.17, se puede observar que en las primeras dos semanas no hubo un incremento entre el almacenaje a 2 y 6 °C. Sin embargo, después de los 21 días, en los pétalos de las flores almacenadas a 6 °C la conductividad eléctrica aumentó un 60%, tres veces superior al valor inicial y llegó a un 70% después de los 35 días. En el caso de los pétalos de flores de peonías almacenadas a 2 °C, la conductividad eléctrica aumentó en forma moderada no sobrepasando el 60% después de 49 días.

Las membranas son consideradas el órgano que primero responde al estrés y los datos presentados por Zhou et al. (2008), muestran que el aumento de la permeabilidad de las membranas después de la pérdida de peso fresco es el factor que ocasiona la disminución de la vida útil de las flores, lo que estaría indicando que la pérdida de calidad de las peonías cortadas se debería a la pérdida de agua en el almacenaje, vinculado también a la dinámica de la reserva de carbohidratos

A su vez la variación en el contenido de malondialdehído (MDA), que es un biomarcador del grado de peroxidación lipídica resultante de los procesos oxidativos que se manifiestan como marchitez de los pétalos en las flores almacenadas, se presenta en la Figura 9.18.

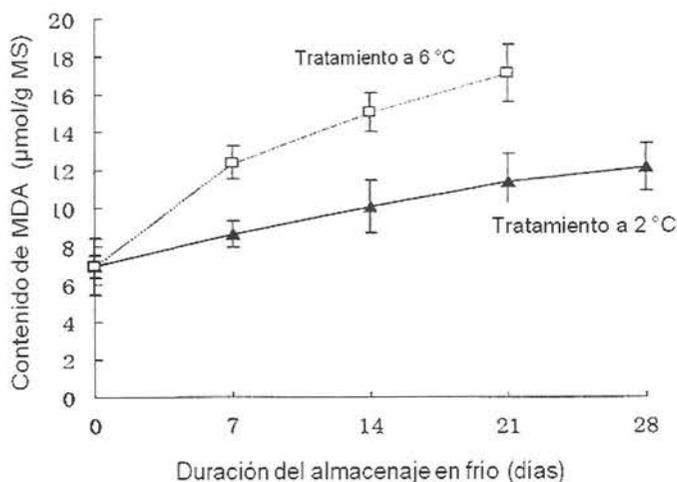


Figura 9.18. Contenido de MDA en los pétalos de flores cortadas de peonías arbustivas durante el almacenaje a 2 °C (T1) y a 6 °C (T2), las líneas verticales representan el error estándar, (Zhou et al., 2008).

Al medir la concentración de MDA en los pétalos de peonías arbustivas, Zhou et al. (2008), encontraron que aunque el contenido de MDA en los pétalos fue reducido a bajas temperaturas (2 °C), no existe una clara relación entre contenido de MDA, vida útil y pérdida de peso fresco, indicando que el MDA en sí mismo, no representa directamente la calidad de las flores después del almacenamiento.

### Condiciones del almacenaje

Heuser y Evensen (1986), observaron que las flores de peonías son tolerantes a una variación considerable de humedad cuando son almacenadas, obteniendo mejores resultados de poscosecha con las flores mantenidas en seco (tallos fuera del agua), que con los tallos almacenados y mantenidos en agua.

Las peonías cosechadas en seco, al estado 2 y mantenidas en seco entre 0 y 1°C mantienen su calidad por 4 semanas, (Heuser y Evensen, 1986). Por otra parte, Heuser y Evensen (1986) y Yagello y Sáez (1999), señalan que temperaturas de almacenaje sobre los 2 °C ocasionan deshidratación, pérdidas de reservas alimenticias acumuladas y finalmente reducción en la vida de florero.

Los productores holandeses cosechan en seco e inmediatamente llevan las flores a la cámara de frío en una carretilla y almacenan el producto en

forma horizontal a granel entre 0 y 1°C, también hasta por cuatro semanas antes de hacer los ramos y comercializar, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

Tal como lo indican Heuser y Evensen (1986) y Nowak y Chen (1998), los preservantes aumentan la vida útil de las peonías cortadas debido a que mejoran su balance hídrico por las características de los componentes de la solución:

- un agente mejorador de la absorción como la 8-hidroxiquinolina (sulfato o citrato),
- un agente bactericida para la prevención del crecimiento microbial que bloquea la conducción de agua a través del xilema y
- una fuente de carbohidratos para nutrir la planta y alargar su vida útil, generalmente sacarosa.

En el Cuadro 9.8, se presentan los resultados obtenidos por Yagello y Sáez (1999), quienes evaluaron la vida útil de las variedades Monsieur Jules Elie, Top Brass y Snow Mountain, trasladadas y mantenidas en cámara bajo tres tratamientos: en seco, en agua y en agua con preservante.

Cuadro 9.8. Relación entre la vida útil (días) de tres variedades de peonías y la forma de traslado y mantención en cámara entre 0 y 1 °C por 30 días, (Yagello y Sáez, 1999).

Método traslado y mantención	M. Jules Elie (días)	Top Brass (días)	Snow Mountain (días)
seco	7.2	4.0	4.6
agua	5.1	3.8	4.1
agua + preservante	7.7	4.4	4.8

El preservante utilizado por Yagello y Sáez (1999), fue Chrysal al 3%, cuyo ingrediente activo o agente bactericida, es cloramina-t, con 50 mg de cloruro activo por tableta.

En los resultados obtenidos por Yagello y Sáez (1999), se puede observar que en el traslado y mantención en la cámara de frío prácticamente no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en seco y en agua con preservante, pero éstos fueron significativamente superiores al tratamiento en agua.

Los resultados obtenidos han sido corroborados por Gast (2000) y Kamenetsky (2006) y se puede concluir que el mejor tratamiento para el traslado de las flores desde el potrero y su mantención en la cámara de frío

es en seco, porque el gasto anexo que significa el preservante y la mano de obra necesaria para el tratamiento, no es compensado por los resultados obtenidos tal como lo indica De Looze (2008).

Sang, Choi y Koh (1998), determinaron el efecto de la concentración de sacarosa (0 a 35%) por 12 y 24 horas, en la apertura de las flores de la variedad Euisung Jaerae cortadas en estados 1, 2 y 3 y almacenadas por 30 días a 2 °C. Con una concentración de sacarosa al 20% por 24 horas, solo los botones cosechados al estado 2 y puestos en agua 30 días después, completaron su proceso de apertura al aumentar la absorción de agua y su peso fresco.

Una vez en cámara, las flores recién cortadas se almacenan por un mínimo de 6 horas para estabilizar su metabolismo en las bajas temperaturas, antes de ser acondicionadas y embaladas para su comercialización, (Armitage, 1995; Pacific Flowers, 1996). Comparadas con las flores recién cortadas colocadas directamente en el florero, existe una mayor vida en florero en las flores almacenadas entre 0,5 °C y 1,5 °C debido a que los carbohidratos son hidrolizados en los tallos y hojas durante el almacenamiento en frío, resultando en un mayor potencial osmótico que aumenta la absorción de agua por efecto de la succión producida, (Heuser y Evensen, 1986).

Para Stevens (1998), ambos métodos pueden ser combinados especialmente en zonas calurosas donde la deshidratación es muy rápida. Para esto se recomienda cosechar en seco, llevar inmediatamente al pre-packing, deshojar y llevar a la cámara de frío (0 a 1 °C) y después de 20 minutos a lo menos, poner las flores en agua, en baldes desinfectados, por una a dos horas. Una vez que las flores son retiradas del agua, deben secarse y ponerse en forma horizontal en estantes adecuados.

### **Tiempo de almacenaje**

El tiempo de almacenaje es fundamental para obtener una mayor tiempo de oferta de peonías cortadas en cada agroecosistema, por lo que muchas de las investigaciones están orientadas a cuantificar el efecto de distintos tratamientos para alargar la vida útil de las flores.

Gast (2000), muestra que un corto tiempo de almacenaje (1 a 2 semanas) a 2 °C de las peonías en agua, estas tienden a presentar un efecto de reducción de la vida útil, ya que de cinco variedades estudiadas solo dos presentaron una vida útil de flor abierta mayor de cinco días, considerado el límite, (Cuadro 9.9).

Cuadro 9.9. Comparación de vida de poscosecha de flores de peonías a la cosecha y después de una y dos semanas de almacenaje en agua a 2 °C. (Gast, 2000).

Cultivar	Tiempo de almacenaje (semanas)	Vida útil (días)
Edulis Superba	0	6.3
	1	5.5
	2	4.9
Sarah Bernhardt	0	5.6
	1	6.1
	2	6.9
Festiva Maxima	0	7.3
	1	6.6
	2	4.5
Felix Supreme	0	8.5
	1	8.0
	2	7.1
Richard Carvel	0	5.5
	1	6.1
	2	6.9

Por otro lado, un tiempo mayor de almacenaje permite extender el período de oferta de las flores cortadas de peonías. En el Cuadro 9.10, se presentan los resultados obtenidos por Gast (2000), para la vida de poscosecha de diferentes cultivares almacenados por 4 semanas a 1.5 °C.

Cuadro 9.10. Duración de la vida en florero de las flores cortadas de diferentes cultivares de peonías almacenadas por 4 semanas a 1.5 °C. (Gast, 2000).

Cultivar/color	Diámetro (cm)	Primer día apertura	Vida útil (días)		Características senescencia
			total	flor abierta	
Bridal Icing (blanco)	11	2.2	5.0	3.9	caída pétalos
Bridal Shower (blanco)	11	1.7	4.7	4.0	marchitez/caída pétalos
Dr. F.B. Brethour (blanco)	13	2.9	7.5	6.2	caída pétalos
Felix Crousse (rojo)	10	2.0	6.7	6.3	marchitez/caída pétalos
Henry Sass (blanco)	13	2.1	9.5	8.3	marchitez/caída pétalos
Jayhawker (rosado)	13	1.6	6.8	6.2	caída pétalos
James Pillow (rosado)	10	2.8	8.6	7.3	caída pétalos
Lora Dexheimer (rojo)	8	3.5	5.0	2.6	marchitez/caída pétalos
Mons. Jules Elie (rosado)	14	1.9	6.0	5.1	caída pétalos
Walter Faxon (rosado)	12	2.7	6.5	4.8	caída pétalos

Después de 4 semanas de almacenaje a 1.5 °C, de los 10 cultivares utilizados, solo las variedades Bridal Icing y Bridal Shower (blancas), Lora Dexheimer (roja) y Walter Faxon (rosada), presentan una vida útil de flor abierta menor de 5 días y solo la variedad Bridal Shower presenta una vida útil total menor a 5 días.

### Tratamiento de pre-almacenaje

Como una forma de prolongar la vida útil de las flores almacenadas, Gast (2000), sometió varas cortadas de las variedades Duchesse de Nemours y Shawnee Chief a una solución de sacarosa al 10% por dos horas, que luego fueron almacenadas por 4, 8 y 12 semanas a 1.5 °C. La evaluación de la vida útil se realizó a temperatura ambiente ( $\pm 22$  °C) y los resultados se presentan en el Cuadro 9.11.

Cuadro 9.11. Vase-life (días) de peonías cortadas, tratadas y no tratadas, por 2 horas con una solución de sacarosa al 10% y luego almacenadas por 4, 8 y 12 semanas a 1.5 °C. (Gast, 2000).

Tratamiento	Almacenaje por 4 semanas			Almacenaje por 8 semanas			Almacenaje por 12 semanas		
	primer día apertura (días)	vida útil total (días)	flores abiertas (días)	primer día apertura (días)	vida útil total (días)	flores abiertas (días)	Primer día apertura (días)	vida útil total (días)	flores abiertas (días)
Duchesse de Nemours									
Control	1.9	5.1	4.1	1.9	4.4	3.9	2.0	2.0	0.2
10% sacarosa	1.9	5.1	4.1	1.9	4.6	3.9	2.0	2.5	0.4
Shawnee Chief									
Control	2.3	5.8	4.5	1.9	5.1	4.1	1.9	4.6	3.9
10% sacarosa	1.9	5.8	4.9	1.9	5.1	4.1	2.1	5.5	4.3

Los resultados, indican que en general, no se aprecia una diferencia significativa en la duración de la vida de las flores cortadas después de haber sido sometidas a un pre-tratamiento con aporte de una fuente carbonada antes de ser almacenadas a 1.5 °C por 4, 8 y 12 semanas. Sólo se observa un efecto positivo en la vida útil total de la variedad Shawnee Chief al ser almacenada por 12 semanas. Con estos resultados se puede concluir que a una temperatura de almacenaje de 1.5 °C, la mayoría de los cultivares de peonías utilizados como flores de corte soportan sin mayores problemas 30 días en cámara de frío.

Debido a que la incidencia de enfermedades es el mayor problema en el almacenaje de las flores cortadas por un largo período, Gast (2001) experimentó con metil-jasmonate, un producto vegetal utilizado generalmente como elicitador de la resistencia a las enfermedades en la poscosecha de hortalizas. Los botones recién cosechados de la variedad roja Shawnee Chief fueron tratados previamente al almacenaje con una solución de tiosulfato de plata y un preservante floral (TSP-PF) y luego guardadas en bolsas de polietileno con metil-jasmonate por 6, 8 y 10 semanas a 0 °C. Como controles utilizó flores sin tratamiento y flores solo con el tratamiento TSP-PF.

Los resultados obtenidos indican que la aplicación de metil-jasmonate no tuvo un efecto significativo en la incidencia de enfermedades

o en la apertura de los botones de la variedad Shawnee Chief después del almacenaje refrigerado a 0 °C por 6, 8 o 10 semanas. Sin embargo Gast (2001), llega a la conclusión que la combinación de almacenaje a 0 °C con metil-jasmonate y un pre-tratamiento de TSP-PF, parece ser beneficioso para un almacenaje en frío por un largo período.

### Almacenaje en atmósfera controlada (AC)

El almacenaje en atmósfera controlada implica alterar y mantener una composición de la atmósfera, distinta a la composición normal del aire que es de alrededor de 78% de N<sub>2</sub>, 21% de O<sub>2</sub> y 0.03% de CO<sub>2</sub>, con el objeto de mantener la temperatura y humedad relativa en rangos óptimos para preservar la calidad de productos frescos, (Kader, 2006).

Normalmente, una atmósfera modificada, con valores de O<sub>2</sub> bajo 8% y CO<sub>2</sub> sobre 1%, es específica para cada especie y debiera ser considerada un complemento para un óptimo almacenaje.

En el Cuadro 9.12, se presentan los resultados obtenidos por Kamenetsky (2006) al estudiar la vase-life de varas de peonías de la variedad Shawnee Chief, almacenadas y no almacenadas, en atmósfera controlada por 4, 8 y 12 semanas a 1 °C.

Cuadro 9.12. Vida útil (días) de varas de peonías de la variedad Shawnee Chief, almacenadas (AC) y no almacenadas (no AC) en atmósfera controlada (10 ± 2% de O<sub>2</sub> y 8 ± 2% de CO<sub>2</sub>) por 4, 8 y 12 semanas a 1 °C, (Kamenetsky, 2006).

Tratamientos		Vida útil
Inicial		7.7
4 semanas	AC	5.5
	no AC	5.0
8 semanas	AC	4.3
	no AC	4.0
12 semanas	AC	4.7
	no AC	4.9

Kamenetsky (2006) indica que el almacenaje en seco bajo una atmósfera modificada, no mejora la vida de poscosecha de las peonías en forma significativa y al igual que en otras situaciones, la vida en el florero se ve afectada significativamente con el largo del período de almacenaje.

### Acondicionamiento y embalado (packing)

En la etapa del packing, las flores se seleccionan, se calibran, se “maquillan”, se agrupan en ramos y se embalan en un proceso que debe

realizarse a bajas temperaturas, en lo posible dentro de la cámara de frío, (Sáez, 2002; Thompson, 2006; De Looze, 2008; Auer y Holoway, 2008).

### Selección y calibrado

Para el proceso de selección y calibrado se ha establecido que solamente pueden ser comercializadas flores que presenten un aspecto sano y fresco y por lo tanto, se seleccionan los botones de un calibre uniforme, para después ajustar el largo de vara.



Figura 9.19. Procesamiento de las flores. a: selección, b: calibrado, c: maquillaje, d: homogenización de botones, e: ramos, f: producto final, (Ibañez, M., VBM, 2009)

En esta etapa se debe entender por selección y calibrado, tanto la uniformidad del largo de vara (que debe ir especificado en la caja) como el tamaño del botón, que está determinado por las características varietales.

Las flores una vez seleccionadas, deben ser clasificadas por largo de la vara en calibres 50, 60 y 70 cm de largo, con botones pequeños, medianos y grandes por variedad. El diámetro mínimo aceptable es de 30 mm, en casos excepcionales y de acuerdo a las exigencias del comprador se aceptan diámetros de 25 mm y 50 cm de largos de vara, especialmente en variedades de botón pequeño (Figura 9.19 a y b).

En el proceso de formar los ramos, los botones deben ser iguales, por lo que muchas veces deben “maquillarse”, actividad que consiste en extraer cuidadosamente los pétalos exteriores con alguna imperfección, (Figura 9.19 c). De Looze (2008), indica que eliminar pétalos siempre trae consigo una herida que puede ser la puerta de entrada para los patógenos.

Una vez efectuada la selección y el “maquillaje”, se procede a la formación de los ramos o bunches de 5 o 10 varas, dependiendo del mercado y del comprador, cuidando de que los botones de cada ramo sean exactamente iguales tanto en tamaño, como en calidad, color y tono. Cada ramo debe ser unido por 1 elástico (tipo 6015) en forma envolvente desde el final del ramo hasta bajo 5 a 10 cm bajo las hojas, (Figura 9.19 e y f).



Figura 9.20. Ramos de 5 varas con botones pequeños con largo de vara 50 cm y botones medianos con largo de vara 60 cm, antes de ser embalados, (Flores de la Patagonia, Punta Arenas).

En la Figura 9.20, se observan los ramos en la cámara de frío ordenados por su largo de vara (50 y 60 cm), antes de ser embalados.

Una vez que se termina la selección y formación de los ramos, éstos se mantienen en forma horizontal en estantes destinados para este fin dentro de la cámara de frío, listos para ser embalados, de acuerdo a las órdenes de embarque.

### Embalado

A medida que se va cosechando, seleccionando y calibrando, se está también embalando de manera de acopiar las flores listas para su embarque. Teniendo el pedido del comprador, se procede a acondicionar las cajas con papel y viruta de madera, previamente enfriados, en las cabeceras para proteger los botones (Figura 9.21 a). Luego los ramos se van intercalando en ambos sentidos y en dos capas hasta completar el volumen de la caja, (Figura 9.21 b, c, d y e).



Figura 9.21. Secuencia de embalado de las flores. a: acondicionamiento de la caja con papel y viruta, b: ramos embalados a presión, c: caja completa, d: tapado de los tallos con el papel, e: inmovilización de los tallos con una banda elástica que une los dos ganchos ubicados en las paredes laterales de la caja, f: cajas marcadas y enzunchadas listas para ser embarcadas, (Sáez, 2002).

En general todos los insumos para llevar a cabo esta última etapa son proporcionados por los compradores/exportadores o deben ser adquiridos de acuerdo a las exigencias del comprador.

Las cajas deben contar con agujeros o aletas prepicados, de tal forma que sean transportadas y entren al país importador, absolutamente selladas. Una vez alcanzado su destino, las aletas son abiertas y las cajas son sometidas a un tratamiento de aire forzado para enfriar las flores, removiendo y reemplazando la atmósfera dentro de la caja. Después del tratamiento de pre-frío las cajas son almacenadas en cámaras de frío antes de que las peonías sean rehidratadas y comercializadas. Cada caja debe mostrar en su cubierta además del contenido y los datos del comprador, los datos del productor, packing, calibre, región de origen y fecha, (Figura 9.21 f).

### **Almacenamiento y exportación (traslado)**

Para efectos prácticos, el período comprendido desde la entrada a la cámara de frío después de la corta hasta la llegada a las cámaras de los compradores en Estados Unidos o Europa, debe ser considerado como de almacenamiento o acopio a baja temperatura ya que la cadena de frío debe ser rigurosamente mantenida tanto en el viaje como en los transbordos. Para las exportaciones a U.S.A. se debe incluir el tiempo necesario para las revisiones fitosanitarias que deben ser realizadas en el puerto de salida (Santiago) por el Convenio SAG/USDA, lo que evita una nueva revisión de este tipo en el puerto de entrada (Miami).

Sin embargo, las inspecciones aduaneras se realizan tanto en el aeropuerto Arturo Merino Benítez como en el aeropuerto de entrada, normalmente Miami independiente de la certificación fitosanitaria, lo cual añade a lo menos 4 horas adicionales a la hora de llegada del vuelo a su destino. Para las exportaciones a Europa solo se exige el certificado fitosanitario y de aduanas, emitido en el lugar de partida, lo que implica que los embarques pueden ser consolidados en su origen.

Yagello y Sáez (1999), simularon períodos de viaje (mantención) de 48, 72 y 144 horas y evaluaron la vida útil en tres variedades (Monsieur Jules Elie, Top Brass y Snow Mountain) cosechadas en el estado 2 y trasladadas y mantenidas en la cámara de frío a 3°C en seco, (Cuadro 9.13).

Cuadro 9.13. Relación entre la vida útil (días) de tres variedades de peonías y el tiempo de viaje (simulado), (Yagello y Sáez, 1999).

Horas de viaje (simulado)	M. Jules Elie (días)	Top Brass (días)	Snow Mountain (días)
48	9.5	7.3	6.9
72	10.0	6.2	5.0
144	4.5	2.4	3.0

Los resultados indican que ha medida que el período de almacenamiento se hace mayor, la vida en florero disminuye para todas las variedades, siendo esta disminución muy marcada después que han pasado 144 horas (6 días), desde que las flores han sido embaladas y embarcadas, (Yagello y Sáez, 1999).

Cuadro 9.14. Duración estimada (horas) para las actividades que deben realizarse desde la corta hasta un florero en Estados Unidos, (Yagello y Sáez, 1999).

Actividad	Tiempo/Actividad (horas)	Tiempo acumulado (horas)
Traslado desde potrero a la cámara de frío (una vez que la carretilla se llena)	1	1
Enfriado a granel (baja del metabolismo)	24	25
Selección, calibración, preparación de ramos y embalado	6	31
Traslado al aeropuerto de Punta Arenas (2 horas antes del vuelo)	3	34
Traslado aéreo (Punta Arenas-Santiago)	4	38
Revisiones SAG/USDA y aduanas. Espera vuelo a Miami	8	46
Traslado aéreo Santiago-Miami	8	54
Desaduanado y traslado a cámaras del comprador (Miami)	4	58
Pre-enfriado (lugar de destino)	4	62
Almacenado en cámara (lugar de destino)	8	70
Rehidratación	24	94
Envío a supermercados y otros lugares de venta	8	102
Compra-venta consumidor final	6	108
Total	108 horas	4.5 días

La corta vida en el florero después de 144 horas de almacenamiento, fue atribuida a la temperatura de la cámara (3 °C), ya que los productores europeos, norteamericanos y neozelandeses logran una excelente vida útil

(vase-life), después de 4 semanas en cámaras de frío entre 1 y 2 °C como máximo.

Como un marco de referencia, en el Cuadro 9.14, se presenta el tiempo estimado que transcurre desde el corte de la flor en la Región de Magallanes (Punta Arenas) hasta su llegada al florero en Estados Unidos. Los tiempos asignados pueden ser incluso mayores en el caso de atraso o suspensión de los vuelos contratados o problemas de embarque tanto desde Punta Arenas a Santiago como desde Santiago al lugar de destino.

Además del período del viaje hay que tener presente que en total, la cantidad de tiempo que transcurre entre la corta de las flores de exportación y su puesta en el florero, es al menos de 4.5 días, por lo que se debe poner extremo rigor en todo el proceso ya que cualquier error puede significar la pérdida de la partida.

# 10

## Propagación

---

**E**l desarrollo del cultivo de las peonías herbáceas como flores de corte para exportación en contraestación con el hemisferio norte, se ha demostrado como técnica y económicamente viable. Sin embargo, presenta factores claramente limitantes como es el alto costo del material genético importado y la dependencia de las variedades ofrecidas, tanto por los países exportadores como por el mercado nacional. Las coronas disponibles en el país son aquellas provenientes de los planteles más antiguos que han empezado a dividir, lo que muchas veces no coincide con lo que demanda el mercado de peonías cortadas.

Por otra parte esta oferta de material vegetal generalmente no corresponde a las necesidades regionales y actúa inhibiendo la competitividad por el bajo número de variedades que pueden ser ofrecidas en los mercados del hemisferio norte y porque los productores no pueden completar las cajas con variedades de distintos colores (“mix”) solicitados por los compradores. Este último problema se produce especialmente al final de cada temporada en las zonas IX y X, época en la cual muchos productores cuentan solamente con la variedad Sarah Bernhardt.

La única forma de lograr una alta productividad y competitividad a largo plazo, es a través de un mayor volumen de producción en las zonas extremas y a la incorporación de nuevas variedades (muy tempranas, tempranas, de media estación, tardías y muy tardías) de distintos colores en toda el área de producción que abarca desde la VI a la XII Regiones, (Delissen, 2004). Esto significa una oferta de coronas de variedades de cada color y de una época de cosecha adecuada para cada realidad edafoclimática de la zona productora del país.

En el Cuadro 10.1, se dan los precios de coronas de 3 a 5 yemas de plantas provenientes de Holanda en el año 2003.

Cuadro 10.1. Precios de plantas (coronas de 3 a 5 yemas) de peonías provenientes de Holanda, (Vandenbos, 2003).

Variedad	Forma	Color	Floración	Valor (E) + IVA
Festiva Maxima	doble	blanca	media	4.20
Kansas	semirosa	rojo púrpura	temprana	4.00
Red Charm	corona	rojo profundo	temprana	19.50
Gold Mine	semidoble	amarilla	media estación	118.00
Yellow Crown	semidoble	amarilla	media estación	54.00
Gardenia	semirosa	blanca	tardía	9.70
Duchesse de Nemours	corona	blanca	media estación	5.25
Shirley Temple	rosa	blanca	media estación	3.40
Sarah Bernhardt	rosa	rosado	tardía	2.20

Además de la escasez de variedades, hay que considerar que la unidad mínima a la que cada productor debe tender, es de 5.000 plantas del tipo doble en una superficie de 5.000 m<sup>2</sup> o media hectárea, repartidas idealmente en la proporción presentada en el Cuadro 10.2:

Cuadro 10.2. Constitución de una unidad productiva mínima (0.5 ha) para una óptima amplitud de cosecha y una excelente comercialización, (Sáez et al., 2008).

Color	Floración	Nº mínimo
rojo	temprana	500
	media estación	500
	tardía	500
rosado	temprana	500
	media estación	500
	tardía	500
blanco	temprana	500
	media estación	500
	tardía	500
coral	dependiendo	500
amarillo	de la zona	
salmón	productora	
Total		5.000

Tomando como precio promedio el valor de la variedad Shirley Temple (precio mínimo de las variedades necesarias) y el valor del euro (E) a \$ 785/E, la unidad productiva mínima (0.5 ha), tendría un costo solo en plantas, de \$16.485.000 (\$32.970.000/ha).

Por estas razones es necesario que el país cuente con viveros especializados, donde se obtenga el material genético para los productores de flor cortada de peonías en cantidades suficientes para establecer plantaciones con las variedades más idóneas para cada realidad edafoclimática.

A continuación se presenta una descripción y análisis de los principales métodos de propagación de peonías utilizados en el país y en el extranjero. El desarrollo técnico comercial de algunos de éstos métodos en un vivero nacional sería de gran trascendencia en la producción de peonías en el país.

## Métodos de propagación

### Reproducción sexual o por semillas

Una semilla consiste en un embrión, su provisión de alimento almacenado y las cubiertas protectoras que lo rodean. En la época en que se separan de la planta, la mayoría de las semillas tienen un contenido de humedad bajo, su metabolismo se encuentra a un nivel reducido y no ocurre actividad aparente de crecimiento. En este estado seco las semillas se pueden almacenar por largos períodos, en especial a temperaturas bajas, transportarse a cualquier parte del mundo y usarse para la propagación en el momento y en las condiciones que elija el propagador.

La principal diferencia con la propagación vegetativa, es que la propagación por semillas implica un intercambio de la información genética aportada por ambos progenitores, por lo que también este tipo de propagación se denomina propagación sexual, de tal manera que los individuos obtenidos pueden ser muy diferentes unos de otros y van adquiriendo, a través de generaciones, las características evolutivas de adaptación.

De esta forma en la naturaleza, tanto las peonías herbáceas como las arbustivas han sobrevivido a través de su reproducción por semillas, ya que todas las peonías silvestres originalmente son simples, autofértiles y producen semillas viables, (Rogers, 1995). Sin embargo, la producción de plantas de peonías a partir de semillas es un proceso lento y corrientemente sólo se emplea cuando se quieren formar nuevas variedades, (Buchheim y Meyer, 1992; Lerner, 1996).

La dormancia del epicotilo que presentan las semillas de peonías en condiciones normales, también fue observada en el cultivo de embriones, quebrándose por exposición a 5 °C por 6 a 8 semanas. La dormancia de

epicotilos no se presentó cuando a las semillas de *Paeonia lactiflora* se les eliminó previamente la cubierta y fueron remojadas en una solución de GA<sub>3</sub> en una concentración de 10 mg/l antes de su cultivo o cuando, los embriones extraídos fueron cultivados *in vitro* en un medio conteniendo 10 a 25 mg/l de GA<sub>3</sub>, (Albers y Kunneman, 1992).

A nivel de campo, se precisan dos años para la obtención de las plántulas debido a la doble dormancia que presentan las semillas de peonías, (Canadian Peony Society, 2007). En condiciones controladas, las semillas deben cumplir con los requerimientos de calor (25 °C) para el desarrollo del embrión y la aparición de la raíz, lo que puede tomar desde unas pocas semanas a algunos meses y una vez que la raíz tiene alrededor de 2.5 cm de largo, debe recibir bajas temperaturas (4 °C) por un período de 10 a 12 semanas hasta la aparición del epicotilo, (Figura 10.1).

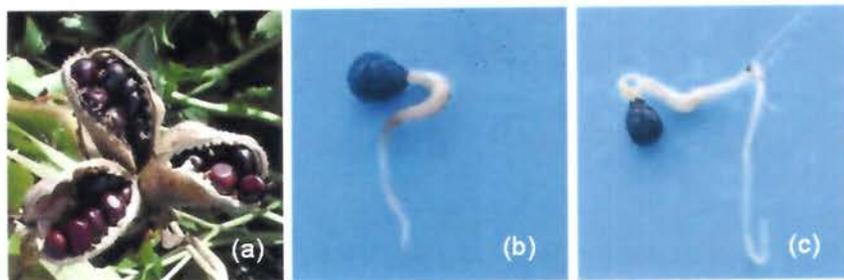


Figura 10.1. Tratamientos de calor y frío alternados para la obtención de plántulas de peonías desde semillas, en condiciones naturales el tallo aparece después del segundo período de dormancia, a: las semillas deben colectarse al inicio de la apertura de la vaina, b: condiciones de calor hasta que la radícula tiene 2.5 cm, c: período de frío frío ( $\pm 4$  °C) hasta la aparición del epicotilo, (Canadian Peony Society, 2007).

A su vez, el protocolo de germinación propuesto por Allemand (2001), consiste en poner las semillas a 20 °C en bolsas plásticas con perlita húmeda por un mes. Luego las semillas se repican a una mezcla de turba y perlita (1:1), en contenedores instalados en un invernadero frío hasta la emisión de raicillas, para luego ser llevados a la cámara de frío por 4 a 6 semanas entre 2 y 4 °C.

O sea que, se necesitan cinco años para la obtención de una flor que no corresponde a las características de la flor madura, la cual no se obtiene antes de los 7 años, (Canadian Peony Society, 2007). Por estas razones, Buchheim y Meyer (1992), señalan que una vez que la germinación se ha completado, las peonías herbáceas requieren a lo menos 10 años para

florecer adecuadamente y luego deben ser evaluadas algunos años más, para ser identificadas y caracterizadas, antes de ser propagadas.

### **Propagación vegetativa o asexual**

En la reproducción vegetativa o asexual se emplean partes vegetativas de la planta original, ya que cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar una planta completa. Por ejemplo, la propagación puede ocurrir a partir de una célula individual, de trozos o estacas de tallo y de acodos que tienen capacidad para formar raíces adventicias, de segmentos o estacas de raíz que pueden regenerar un nuevo sistema de brotes, de hojas que pueden regenerar tanto nuevas raíces como nuevos tallos. Además, es posible injertar entre sí, una raíz y un tallo de plantas diferentes, para formar un solo individuo, (Hartmann y Kester, 1995; Hartmann et al., 2002).

Esta capacidad para regenerar la estructura entera de la planta, una propiedad que poseen todas las células vegetales vivientes, depende de dos características fundamentales:

- la totipotencia, que significa que cada célula vegetal viviente contiene la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones.
- la dediferenciación, o sea la capacidad de células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo por mitosis o división celular.

Las características propias de una planta o de un conjunto de ellas, están determinadas por la transmisión de una generación a la siguiente de una combinación de los genes que se encuentran en los cromosomas de las células. Al conjunto de estos genes se le denomina “genotipo” y en combinación con el medio, producirá una planta con una apariencia externa determinada “fenotipo”. La misión de cualquier clase de técnica de propagación vegetativa es conservar un genotipo o una población de genotipos específicos, que reproduzca el tipo de planta que se desea.

La propagación vegetativa se basa en el desarrollo de raíces y yemas adventicias a través del proceso de la dediferenciación, la cual ocurre más fácilmente donde se encuentran los tejidos meristemáticos, como en el ápice del tallo y en el ápice de la raíz, en el cambium y en las zonas intercalares o bases internodales, (Hartmann y Kester, 1995; Hartmann et al., 2002).

Strasburger (1994), sostiene que la formación de yemas y raíces adventicias, tiene directa relación con lesiones producidas en el cuerpo vegetal. A través del proceso de desdiferenciación las espermatófitas o plantas con flores al regenerarse luego de sufrir amputaciones, pueden eventualmente, desarrollar en cualquier lugar de cada órgano fundamental puntos vegetativos nuevos, tanto caulinares como radicales, dando inicio al crecimiento de tallos o raíces adventicias.

La importancia de este método de propagación frente a la propagación por semillas, radica en que permite la multiplicación a gran escala de una planta individual, obteniéndose así tantas plantas hijas idénticas a la planta madre (clones) como sea posible dividir el material genético original y en un período de tiempo mucho menor, (Hartmann et al., 2002).

## **Propagación vegetativa de las peonías herbáceas**

Robbins y Colt (2002), indican que la *Paeonia lactiflora* es una especie herbácea perenne, que no produce madera en sus tallos y que puede durar en el jardín una o mas generaciones en el mismo lugar, sin necesidad de ser dividida o movida. La parte aérea de las plantas (flores, hojas y tallos) muere en otoño, pero su parte subterránea, constituida por una corona con raíces tuberosas sobrevive en el invierno, rebrota cada primavera y puede formar raíces adventicias de manera natural, lo que las hace replicables en su estado de reposo.

La propagación vegetativa garantiza que las plantas hijas sean idénticas a las plantas originales y en el caso de las peonías herbáceas, las técnicas de propagación vegetativa que pueden ser utilizadas con éxito van, desde la división de coronas en terreno (Allemand, 2001; Hartmann et al., 2002; Alvarado y Verdugo, 2005; Kamenetsky, 2006; De Kartzow y Quijada, 2009), al cultivo de tejidos (Hosoki et al., 1989; Albers y Kunneman, 1992; Sáez, 2000; Onesto, Poupet y Poupet, 2001; Bahamonde y Sáez, 2003, Kamenetsky, 2006).

Entre estos dos extremos, está la propagación vegetativa de las peonías herbáceas a partir de estacas o esquejes, método extensamente aplicado que consiste en tomar porciones o partes vegetativas de una planta madre para ser puestas a arraigar en un sustrato en condiciones adecuadas de humedad y temperatura y así inducir la formación de raíces y tallos adventicios, obteniéndose con ello una planta nueva e independiente, idéntica a la planta madre. En el caso de las peonías herbáceas las estacas pueden ser de corona, (Alvarado

y Verdugo, 2005; Kamenetsky, 2006; Montesinos, 2008; Robinson y Orlov, 2009), de yemas (Allemand, 2001; Medina y Sáez, 2005), de tallo (Hartmann et al., 2002; Alvarado y Verdugo 2005; Kamenetsky, 2006; Montesinos, 2008; De Kartzow y Quijada, 2009) y de raíces tuberosas, (Rogers, 1995; Hartmann y Kester, 1995; Hartmann et al., 2002; Robbins y Colt, 2002; Gallardo y Sáez, 2005; Montesinos, 2008; De Kartzow y Quijada, 2009).

Excepto en la división de coronas en terreno, método en el cual las plantas quedan disponibles inmediatamente, todos los métodos de obtención de plantas adultas de peonías a partir de estacas o esquejes, incluyendo el cultivo de meristemas (in vitro), tienen en general, tres etapas:

- obtención de las plántulas
- aclimatación
- viverización

La obtención de plántulas o plantas inmaduras a partir de esquejes, consiste en la formación de yemas adventicias (radicales y/o caulinarias), en un medio artificial o sustrato en condiciones controladas de temperatura y humedad. Como su nombre lo indica, los individuos obtenidos en esta primera etapa son incapaces de sobrevivir directamente en condiciones de terreno, lo que se logra a través de la aclimatación.

Aclimatación es la obtención de plantas adultas en contenedores individuales con suelo, en condiciones relativamente controladas de temperatura, humedad y luminosidad, normalmente en un invernadero frío. En esta segunda etapa se obtiene una primera floración normalmente muy precaria, después de la cual, las plantas son establecidas en condiciones de campo o viverización, etapa en la cual se obtiene una segunda floración que asegura la variedad y en el otoño, las plantas quedan disponibles para la venta.

## **División de coronas**

El método tradicional, más fácil y satisfactorio de propagación en peonías, se realiza a través de la división, en otoño, de las coronas en el campo en dos o más piezas (generalmente cuatro). Cada una de estas debe estar constituida por yemas y una cantidad apreciable de raíces tuberosas. Este método, al igual que todos los que se basan en la reproducción vegetativa, asegura que las nuevas plantas serán una réplica exacta de la planta de la

cual provienen y por lo mismo, únicamente se deben dividir las coronas sanas y robustas, (Rogers, 1995; Harding, 1995; Page, 1997; Faernley-Whittingstall, 1999; Halevy, 1999).

El desarrollo en la primavera es mucho más satisfactorio cuando la división y plantación se ha realizado a comienzos de otoño, ya que en la primavera siguiente las yemas más desarrolladas o maduras emitirán tallos y si estos primeros tallos se pierden, la corona inicia el crecimiento desde las yemas remanentes, (Rogers 1995).

La edad de las plantas para ser divididas es de tres a cuatro años, a través de los cuales, en general, han desarrollado sobre 20 yemas adultas. Los productos comerciales obtenidos por los viveros son porciones de corona con 2 a 3 y 3 a 5 yemas y sus respectivas raíces tuberosas, (Capítulo 3). El resultado varía de acuerdo con las diferencias climáticas y de suelos pero fundamentalmente, con la variedad, (Rogers, 1995; Harding, 1995; Page, 1997; Fearnley-Whittingstall, 1999).

Rogers (1995), indica que hay variedades que después de cuatro años de crecimiento producen cuatro a cinco divisiones de 3 a 5 yemas, además de 6 a 10 piezas más pequeñas. Otras, como la variedad Flame, producen solamente 6 divisiones de distinto tamaño en el mismo período de tiempo. Lógicamente, este es un punto a considerar en el valor del material genético ofrecido por los viveros y es impracticable para la obtención rápida de material vegetal.

Como la división de coronas se debe hacer en otoño después de la poda (marzo/abril), si el suelo está muy seco se debe regar el día antes de desenterrarlas. Una vez que las coronas han sido levantados deben quedar en reposo para que pierdan la rigidez para posteriormente ser lavadas a presión de manera que no quede tierra adherida, (Rogers, 1995). De esta forma las yemas quedan visibles y las coronas se pueden dividir más fácilmente en el número deseado de piezas, con sus yemas y raíces correspondientes (Rogers, 1995; Stevens, 1998).

A su vez, Stevens (1998), indica que el procedimiento de división parte días antes regando, para luego podar el follaje justo antes de que las coronas sean desenterradas. Además recomienda hacer un primer corte en el suelo dividiendo la corona a la mitad, lo que hace que desenterrar la corona sea más fácil.

En todo caso, lo más común es utilizar el tractor con arado cincel para "soltar" el suelo y dejar las coronas en la superficie, para luego ser recolectadas con una horqueta con el máximo volumen de raíces y teniendo cuidado de no dañar las yemas, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999). Stevens

(1998), propone utilizar una hoja cortante incorporada al toma de fuerza del tractor para levantar las coronas de peonías con el mínimo daño a las yemas y a las raíces tuberosas, (Figura 10.2).

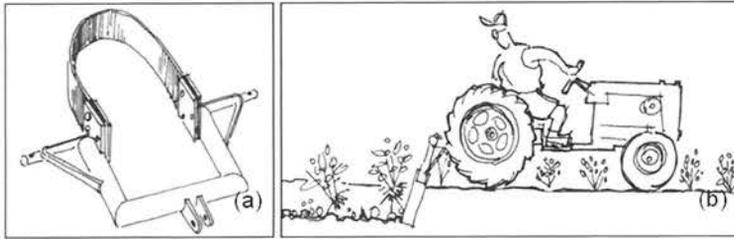


Figura 10.2. a: hoja afilada incorporada al toma de fuerza del tractor, c: con el tractor sobre la hilera, la herramienta va cortando el suelo a la profundidad deseada, (Stevens, 1998).

Una vez levantadas y lavadas, con todas sus yemas visibles, (Figura 10.3 a, b y c), cada corona se debe examinar cuidadosamente sobre una mesa limpia y el primer corte se hace enterrando un cuchillo muy afilado y estéril en el medio, de manera que la corona se “quiebre” naturalmente, (Pacific Flowers, 1996). Luego, se trabaja directamente en cada trozo, obteniéndose rizomas hijos que al ser plantados forman nuevas raíces absorbentes antes de que se presente el invierno, entrando en producción a la tercera temporada.



Figura 10.3. Secuencia del proceso de división de coronas. a: levantamiento, b: lavado a presión, c: corona lavada donde se pueden observar claramente las yemas y el nacimiento de las raíces tuberosas, d: raíces tuberosas cortadas entre 15 y 20 cm de largo, e: división propiamente tal, f: planta hija.

Rogers (1995) y Stevens (1998), indican que la primera etapa de la división, sería cortar las raíces carnosas entre 15 y 20 cm de largo desde la corona, para facilitar el trabajo posterior, (Figura 10.3 d). El centro viejo y leñoso de la planta puede ser utilizado solo si presenta yemas adultas, pero se debe descartar todo tejido muerto.

La división de coronas, es la vía más simple y segura para propagar, controlar el tamaño y rejuvenecer las peonías herbáceas. En las zonas templadas la división se realiza desde mediados a fines de otoño después de la poda, una vez que las peonías han entrado en receso. En zonas con inviernos muy fríos, la división se realiza muy temprano en otoño antes que el suelo se congele o a fines de invierno o principios de primavera una vez que el suelo se ha descongelado. En este caso, la planta ocupa la temporada de crecimiento en la producción de raíces y raicillas, “perdiéndose” una temporada, (Page, 2005).

La característica más importante de este modo de propagación es su baja tasa de división y la pobre calidad del material ofrecido, fundamentalmente porque las plantas divididas tienen mucha edad. Desgraciadamente, el material genético, tanto nacional como extranjero, ofrecido a los productores es un sub-producto de la producción de peonías como flores de corte y en este caso, las coronas divididas tienen entre 8 y 10 años de edad que han sido levantadas después que ha decaído su productividad y la plantación debe ser rejuvenecida.

Sin embargo, en el caso de los viveros, las coronas se dividen, se seleccionan por número de yemas y se establecen nuevamente, para al año siguiente ofrecer a los productores interesados, plantas de un año, muy uniformes en desarrollo y con todas las heridas provocadas por la división absolutamente cicatrizadas, en lo que se conoce como plantas “terminadas de vivero”, (Sáez, 2002).

Por otra parte, De Kartzow y Quijada (2009), proponen una metodología que consiste en establecer cada planta madre en un contenedor individual y cada temporada cosechar una parte de la corona de acuerdo a su diámetro, número de yemas y cantidad de raíces. Con este procedimiento, se logra recuperar el peso inicial de la corona y además crecer en un 40 a 50%, lo que es susceptible de ser cosechado, dando origen en promedio, a cuatro plantas hijas por planta madre, (Figura 10.4).



Figura 10.4. Metodología propuesta por De Kartzow y Quijada (2009), a: establecimiento en contenedores individuales, b: brotación, c: floración, d: cosecha del crecimiento anual de cada corona, (De Kartzow y Quijada, 2009).

Se podría creer que al plantar coronas adultas sin dividir éstas florecerán a la primera temporada, pero se debe recordar que una planta madura o adulta que es trasladada a otro sitio de plantación sin división no florecerá por algunos años, (Gómez y Sáez, 1998; D'Aoust, 2009). Son las plantas recién divididas las que parten con un crecimiento vigoroso inmediatamente, y que finalmente producen plantas de mejor calidad.

## Obtención de plántulas

### Esquejes de corona

En las peonías, este tipo de propagación está dada por la separación de las yemas que presenta la corona, asegurándose que cada sección presente una yema y su correspondiente porción de raíz tuberosa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en Lituania por Antanaitienė y Stanienė (2001), en la propagación de peonías herbáceas por segmentos de una corona con 1 a 2 yemas, el número de plantas producidas fue tres veces mayor que cuando se dividió una planta madre, pero el número de plantas que sobrevivieron después del invierno fue más baja por lo que se necesitaría

una etapa de aclimatación. El mayor número de plántulas se obtuvo de la variedad Festiva Maxima (variedad introducida) y de la variedad Virgilijus (variedad nativa), pero en muchos casos las plantas de Festiva Maxima no sobrevivieron al invierno en comparación a los cultivares lituanos.

En la obtención de estacas de corona es muy importante el peso y el número de yemas que presente el esqueje, debido a que es el índice de las reservas que posee el explante para subsistir hasta que se forma una planta completa, (Gallardo y Sáez, 2005). En el Cuadro 10.3, se presenta el porcentaje de enraizamiento (%) y yemas formadas (Nº), con esquejes de corona de 1 y 2 yemas.

Cuadro 10.3. Porcentaje de enraizamiento (%) y número de yemas formadas de acuerdo al peso al peso del esqueje de corona en la variedad Top Brass, (Gallardo y Sáez, 2005).

Tratamiento	Peso esquejes prom. (g)	Rango peso (g)	Enraizamiento (%)	Yemas formadas (Nº)
1 yema	70.1	75.5 – 65.7	80.7	1.49
2 yemas	100.5	125.5 – 75.6	98.1	2.61

En las dos variables presentadas, porcentaje de enraizamiento y número de yemas formadas, está clara la influencia del tamaño del esqueje de corona utilizado para promover el crecimiento de nuevas plantas adultas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Alvarado y Verdugo (2005), que indican que con los esquejes de corona de la variedad Festiva Maxima con dos yemas se logró un 94.4% de enraizamiento y que con el mismo tipo de esquejes pero con una yema, alcanzaron un enraizamiento de un 77.7%. Los pesos iniciales de estos dos tipos de esquejes de corona fueron, en promedio, 166.3 y 79.1 g respectivamente. Por otra parte, en los 108 días que duró el proceso, estos autores, obtuvieron 1,7 y 2.9 yemas formadas en los tratamientos de 1 y 2 yemas iniciales, respectivamente.

Robinson y Orlov (2009), han desarrollado en Israel la propagación intensiva de las variedades de peonías destinadas a flor de corte a partir de esquejes de corona como una alternativa a la división de coronas. El principio básico del método intensivo desarrollado por estos autores es utilizar como esquejes, pequeños segmentos de tamaño relativamente uniforme, con una o dos yemas y sus correspondientes porciones de raíces tuberosas, obtenidos solamente de las partes más jóvenes de la corona (parte externa). Las estacas o esquejes de corona extraídos de la planta madre deben tener un tamaño no menor de 50 g, debido al riesgo de pérdida y no mayor porque disminuye la

tasa de propagación. Finalmente, los esquejes de corona deben ser cultivados en bolsas de un litro con un sustrato inerte y fertirrigación, (Figura 10.5).



Figura 10. 5. a: obtención de estacas de corona con una o dos yemas y su correspondiente porción de raíz tuberosa de acuerdo al esquema presentado en b por Kamenetsky (2006), c y d: estacas establecidas en contenedores individuales con perlita al 100%, (Robinson y Orlov, 2009).

Después de 9 meses a un año, se obtienen coronas estándar de 3 a 5 yemas que se venden para ser establecidas inmediatamente y coronas más pequeñas que se dividen nuevamente para repetir el ciclo. Incluso, esta técnica ha sido denominada micropropagación porque en un año se pueden producir entre 15.000 y 20.000 plantas adultas/1000 m<sup>2</sup>.

Las ventajas del método son una alta tasa de propagación, menos enfermedades por el cultivo sin suelo y un enraizamiento (raíces absorbentes) óptimo. Las desventajas del método están determinadas por el tamaño del esqueje, que exige para su manejo una infraestructura especializada, como un invernadero de ambiente controlado y un invernadero frío. Por otra parte se requiere de un propagador especializado y una alta inversión en macetas, sustrato y riego localizado por contenedor, (Robinson y Orlov, 2009).

Una de las ventajas de la metodología de obtención de plantas de peonías a partir de esquejes de corona, es la posibilidad de obtener plantas adultas en un solo contenedor, sin traspaso del material enraizado a otro sistema de cultivo.

## Esquejes de raíz tuberosa

Rogers (1995), indica que existe un método de propagación de las peonías herbáceas que consiste en utilizar su capacidad de regenerarse a partir de trozos de raíces, habilidad del Género *Paeonia* para producir yemas adventicias como precursoras de nuevos tallos y nuevas raíces. Las yemas adventicias son fácilmente identificadas en las raíces lavadas ya que se presentan como protuberancias de color blanco o marfil desarrolladas en una o más lugares sobre la superficie radicular, (Figura 10.6).



Figura 10.6. Secuencia en la obtención de plantas adultas de peonías a partir de esquejes de raíz tuberosa, a: homogenización del material colectado, b: estacas con cortes longitudinales impregnados con auxina (IBA), c: estacas establecidas en contenedores con sustrato bajo condiciones controladas, d: inicio de enraizamiento (21 días), e: estacas con raíces y tallos (30 días), f: estacas enraizadas establecidas en camas en invernadero frío, g: plántulas con hojas extendidas, h: planta adulta, (Gallardo y Sáez, 2006; Montesinos, 2008; De Kartzow y Quijada, 2009).

Con estacas de este tipo, los mejores resultados pueden esperarse si las secciones de raíz se toman de plantas jóvenes a finales de invierno cuando las raíces están bien provistas de reservas almacenadas, antes que se inicie el nuevo crecimiento. Se debe evitar recolectar las estacas en la primavera, cuando la planta madre está desarrollando con rapidez los nuevos tallos. Gallardo y Sáez (2006), utilizaron estacas de raíz, de 2 y 2.5 cm de diámetro y 5 cm de largo, obtenidas a partir de plantas madres de 4 años, (Figura 10.6 a).

Previamente al tratamiento con hormonas, las estacas fueron guardadas en cámara de frío entre 0 y 1 °C por dos semanas. Luego, a los trozos de raíces se les hicieron cortes longitudinales que fueron impregnados con auxina a la forma de ácido indolbutírico (IBA) a una concentración de 500 ppm y se establecieron a una profundidad de alrededor de 3 cm en contenedores con un sustrato turba:perlita 1:2 (v/v), (Figura 10.3 b y c), en una sala de cultivo con temperatura controlada entre 20 y 25 °C. (Medina y Sáez, 2005). De Kartzow y Quijada (2009), utilizando esquejes de raíz de 12 cm de largo y 1.5 cm de diámetro, obtuvieron como resultado una respuesta positiva en el enraizamiento y brotación al usar IBA, en concentraciones entre 250 y 500 ppm.

En las estacas de raíz es importante que al ser instaladas se mantenga la polaridad correcta, por lo que es recomendable que sean establecidas en forma horizontal (apolar), evitando con ello la posibilidad de plantarlas invertidas, (Figura 10.6). Los resultados obtenidos por Gallardo y Sáez (2005), se presentan en el Cuadro 10.4:

Cuadro 10.4. Porcentaje de enraizamiento (%) y número de raíces/esquejes (N°) obtenidos a los 7, 14, 21, 28 y 35 días de tratamiento, (Gallardo y Sáez, 2005).

Tiempo (días)	Enraizamiento (%)	Raíces/esqueje (N°)
7	0	0
14	80	3.3
21	90	8.5
28	90	8.6
35	100	8.9

Cuando se obtienen plantas nuevas de trozos de raíces debe generarse el desarrollo de tallos y raíces adventicias y en este caso también influye en forma notoria el tamaño del esqueje, (Cuadro 10.5).

Cuadro 10.5. Efecto del peso de los esquejes de raíz (variedad Festiva Maxima) en el número de yemas formadas, (Alvarado y Verdugo, 2005).

Tratamiento (Festiva Maxima)	Peso (g)	Rango peso (g)	Enraizamiento (%)	Yemas formadas (N°)
estaca de raíz 1	9.7	15.0 – 6.0	44.4	0
estaca de raíz 2	30.9	40.5 – 28.6	61.1	0.33

La regeneración de nuevas plantas a partir de estacas de raíz se efectúa de diferentes formas, dependiendo de la variedad. En algunas se observa primero la aparición de raíces adventicias, sin embargo, un tipo bastante común,

produce primero un tallo adventicio y después las raíces, a menudo en la base del nuevo tallo en vez de hacerlo en el trozo de raíz original, (Figura, 10.7).

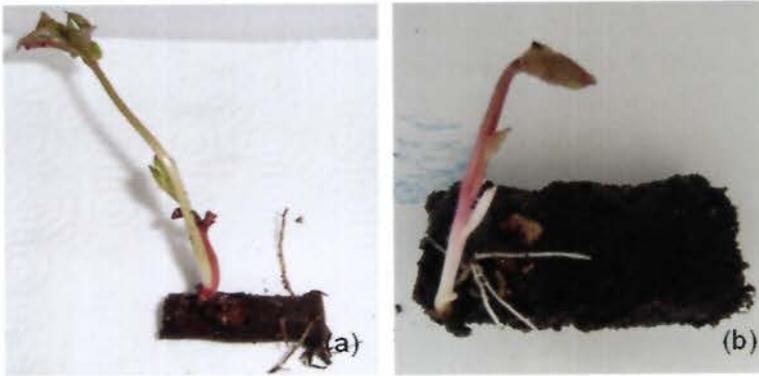


Figura 10.7. Emisión de raíces en estacas de raíces tuberosas, a: en el extremo de la estaca, b: en la base del nuevo tallo, (Gallardo y Sáez, 2005).

Cuando se extraen las raíces separándolas de las plantas y se cortan en trozos, es probable que las raíces se formen como respuesta a las lesiones. En raíces jóvenes, las yemas radicales pueden originarse en el periciclo, cerca del cambium vascular y las yemas en desarrollo aparecen como grupos de células de pared delgada, con un núcleo prominente y un citoplasma denso, (Strasburger, 2004). Los resultados obtenidos por Gallardo y Sáez (2005), indican que 21 días después que las estacas fueron establecidas presentaron raíz y luego de 28 días presentan yemas caulinares y después de 35 días fueron trasladadas a la etapa de viverización en invernadero frío.

En las raíces tuberosas, los primordios de yemas pueden desarrollarse también de los tejidos de callo, de heridas que proliferan en los extremos cortados o en las superficies lesionadas de las raíces o surgen al azar en el parénquima de la corteza.

Incluso, las nuevas raíces pueden no ser adventicias sino desarrolladas de raíces latentes contenidas en raíces secundarias y presentes en los trozos de raíz. Por lo general, esas raíces laterales se originan de células maduras del periciclo, endodermo o de ambos, adyacentes al cilindro central. También, se han observado raíces adventicias en la región del cambium vascular, (Hartmann et al., 2002).

### **Esquejes de yema**

Tomando como base el método descrito por Allemand (2001) y utilizando la variedad Top Brass, Medina y Sáez (2005), colectaron yemas

vegetativas después del invierno, con una pequeña parte de raíz carnosa. Una vez que las yemas fueron separadas de la planta madre, se desinfectaron en una solución comercial de hipoclorito de sodio al 0,2 % durante 5 minutos, luego se enjuagaron con abundante agua destilada y posteriormente se sometieron a un tratamiento con fungicida (Captan) al 2 % durante 20 minutos.

Una vez realizada la desinfección, a la base de las yemas se les aplicó IBA a una concentración de 500 ppm para luego ser establecidas en contenedores transparentes y sellados (Figura 10.8 a y b), con un sustrato compuesto de turba y perlita en una proporción de 1:2 (v/v) bajo condiciones de temperatura entre 20 y 25 °C y luminosidad de 3000 lux, durante 30 días, (Medina y Sáez, 2005).

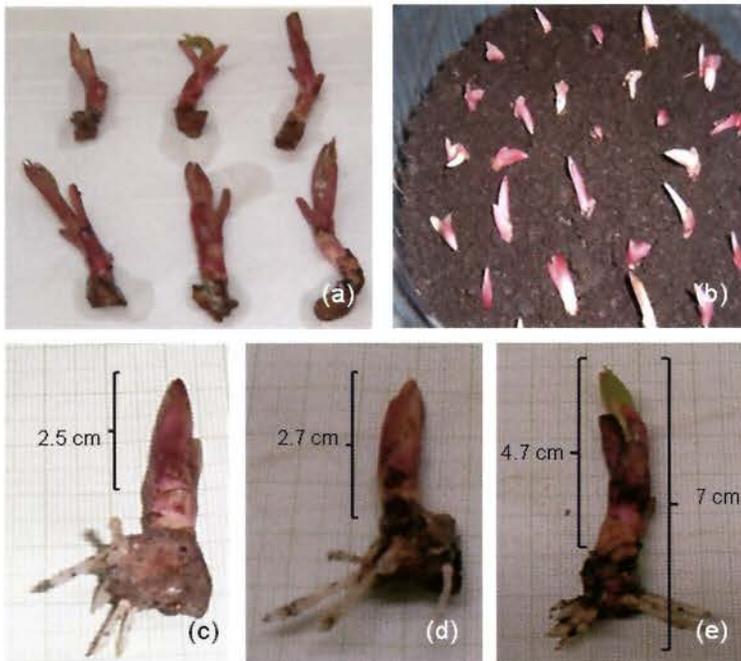


Figura 10.8. Proceso de enraizamiento de esquejes de yema. a: yemas recién colectadas, b: yemas establecidas en contenedores en condiciones controladas, c y d: raíces de las yemas a los 14 días, altura total 5 cm, e: raíces y apertura de la vaina a los 21 días, altura total 7 cm, (Medina y Sáez, 2005).

Las mediciones de raíces se realizaron a los 7, 14 y 21 días y los resultados presentados en la Figura 10.7 f, muestran que a los 21 días los esquejes de yema tienen suficientes raíces para ser trasladados a la zona de aclimatación para formar su sistema radical y foliar, antes de ser establecidas en contenedores individuales en invernadero.

## Esquejes de tallo

Las estacas foliosas, son secciones de tallo sin raíces que son puestas a enraizar en un medio donde es inducido el desarrollo de raíces adventicias. Las estacas de tallo son obtenidas tomando una porción vigorosa y sana, de un tallo sin flores que incluya algunas yemas. Temprano en verano es el mejor momento para tomar estacas de tallo de las especies que florecen en primavera como las peonías.

Los resultados obtenidos por Vidasova, Ippolotova y Trushechkin (1988), provienen de ensayos con estacas de tallo de 7 cultivares de *Paeonia lactiflora* tratados con IBA $\alpha$ , -NAA, heteroauxinas o cinco reguladores de crecimiento en preparaciones comerciales. Las estacas de tallo de los cultivares de *P.lactiflora* mostraron no menos de un 70% de enraizamiento, pero la sobrevivencia de las estacas dependió de la aparición de yemas, sin las cuales, las estacas murieron.

El cultivar Thomas Vaar produjo nuevas yemas rápidamente, mientras que el cultivar Amalia Olsen prácticamente no produjo. Todos los cultivares respondieron pobremente a la aplicación de heteroauxinas, IBA o  $\alpha$ -NAA pero mostraron un desarrollo de yemas en respuesta a los componentes comerciales N°33, N°44, Bif-2, EBF5 y Kartolin (citoquinina).

Germanyan (1977), recomienda tomar las estacas de tallo, con un nudo antes de la floración (antesis) y enterrar la mitad de la estaca en una mezcla arena y suelo de 6 a 10 cm, con esta metodología, el enraizamiento obtenido fue de 90%. Montesinos (2008), utilizó estacas de tallo de la variedad roja Henry Bockstoce, extraídas de plantas de tres años (desde su plantación), antes de la antesis. Los tallos se tomaron completos y luego se subdividieron en estacas de 20 a 25 cm con dos nudos al menos, de acuerdo a lo indicado por Kamenetsky (2006) y que se presenta en la Figura 10.9.

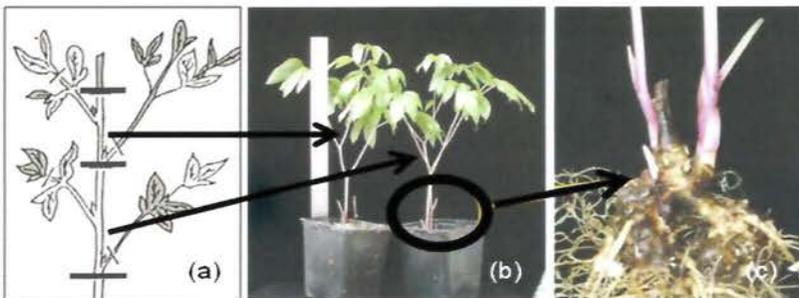


Figura 10.9. a: esquema del enraizamiento y la obtención de esquejes de tallo, b: establecimiento, c: desarrollo de la corona, raíces tuberosas y raicillas, (Kamenetsky, 2006).

El ensayo llevado a cabo por Montesinos (2008), se desarrolló en condiciones de invernadero frío con un sistema de riego por neblina, controlado eléctricamente mediante la utilización de un programador que mantuvo la frecuencia de riego en dos minutos de mojamiento cada dos horas. Como sustrato para el enraizamiento, se utilizó una mezcla de turba:perlita 1:2 (v/v), descrita por Gallardo y Sáez (2005). Las estacas, fueron sumergidas por un minuto en IBA (ácido indolbutírico) en tres concentraciones (250, 500 y 1000 ppm, respectivamente), obteniéndose el mejor resultado a una concentración de 500 ppm de IBA, a los 60 días con un 52% de estacas enraizadas y un 63% de sobrevivencia, (Figura 10.10 a y b).

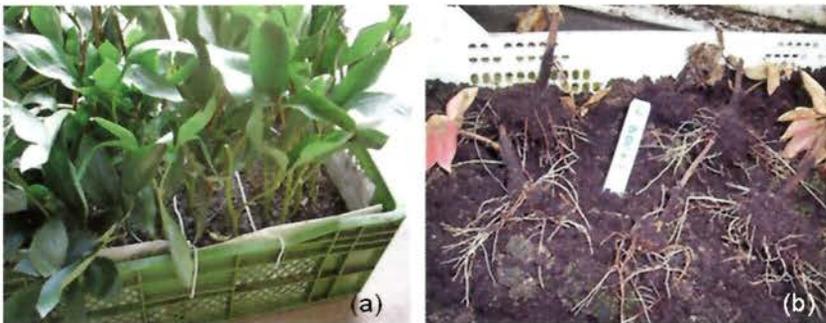


Figura 10.10. Enraizamiento de estacas de tallo de la variedad Henry Bockstoece en el Vivero Los Montes. a: establecimiento de las estacas, b: presencia de raíces, (Montesinos, 2008).

El desarrollo de plántulas a partir de esquejes de tallo ha demostrado ser una técnica efectiva para producir nuevas plantas de variedades escasas, fundamentalmente por el gran número de individuos adultos que se pueden obtener en un plazo de 3 años, (Kamenetsky, 2006; Montesinos, 2008).

### **Cultivo de meristemas (Cultivo *in vitro*)**

Haley (1999), indica que uno de los obstáculos para un rápido desarrollo de las peonías como un cultivo comercial en Israel, es la baja tasa de reproducción de la propagación tradicional por división de coronas. Por esta razón se está desarrollando en los países productores la metodología para la propagación a través del cultivo de meristemas.

El cultivo de meristemas comenzó, cuando a principios del Siglo XIX se observó que el virus del tabaco se distribuía desigualmente a través de la planta y que en esa distribución el meristema estaba libre del virus. Esta ausencia fue explicada porque los virus se mueven por el sistema vascular

de la planta y como los vasos no llegan al meristema, el virus no puede alcanzarlo. Incluso si el virus fuera capaz de invadir o moverse de célula a célula, su velocidad de avance es inferior al crecimiento del meristema e impide su invasión. En 1960, George Morel en Francia, durante su trabajo en eliminación de virus en orquídeas, llegó a la conclusión que además podía obtener comercialmente muchas plantas de orquídeas a partir de una pequeña pieza de tejidos o explante, (D'Aoust, 2000).

El cultivo de tejidos, llamado también, cultivo *in vitro*, cultivo en vidrio o micropropagación, es una técnica que consiste en la disección y posterior incubación de un pequeño trozo de tejido, como por ejemplo el domo meristemático, para dar vida a una planta completa. Es decir, utilizando pequeños trozos de tejidos o de órganos implantados en receptáculos de vidrio bajo condiciones de máxima asepsia, se pueden obtener miles de plantas hijas exactamente iguales a la planta madre que les dio origen.

Aún cuando la literatura en el tema es escasa en peonías, ésta indica que se han obtenido exitosamente plántulas de peonías *in vitro* a través del cultivo de meristemas apicales de las yemas anuales, (Hosoki et al., 1989; Albers y Kunneman, 1992; Sáez, 2000; Onesto, Poupet y Poupet, 2001, Bahamonde y Sáez, 2002). Sin embargo, también es cierto, que en muchos casos sólo se ha obtenido callo (tejidos indiferenciados), una alta tasa de contaminación y un excesivo oscurecimiento de los tejidos producido por compuestos fenólicos.

Hosoki et al. (1989), obtuvieron explantes desde meristemas de yemas principales y axilares que luego fueron puestos en medio Murashige y Skoog (1962), modificado a la mitad para macronutrientes y Ringe y Nitsch (1967) para microelementos y vitaminas, suplementado con 0.5 mg/l BAP y 1 mg/l GA<sub>3</sub> para promover el desarrollo de yemas axilares desde los tallos formados. El resultado fue una propagación continua por división vertical de las plántulas en las axilas de los tallos y un sub-cultivo cada 36 días con una alta tasa de explantes enraizados cuando fueron trasladados a un medio líquido con 1 mg/l IBA. Finalmente, Hosoki et al. (1989), estimaron que se pueden obtener 700 y 300 plantas desde una yema de los cultivares Takinoyosooi y Sarah Bernhardt, respectivamente.

Albers y Kunneman (1992), desarrollaron un protocolo de cultivo *in vitro* para peonías herbáceas y arbustivas utilizando el medio descrito por Lepoivre (Quorin et al. 1977). Los explantes fueron extraídos desde las variedades Sarah Bernhardt y Karl Rosenfield (*Paeonia lactiflora*), Rubra

Plena (*Paeonia officinalis*) y dos cultivares de *Paeonia suffruticosa*. La tasa de multiplicación obtenida fue de 1.3 a 2.9 en 7 semanas, a 15 °C, a una intensidad luminosa de 35 mmol/s/m<sup>2</sup> y un largo de día de 16 horas. Estos autores examinaron el efecto de varios factores (temperatura, kinetina, BAP, 2IP, GA<sub>3</sub>, carbón activado, medio líquido, fotoperíodo, azúcar, tratamiento de frío, adición de una pequeña concentración de auxina y concentración de macroelementos) en la tasa de crecimiento, llegando a la conclusión que excepto el tratamiento de frío, ningún otro tratamiento tenía un efecto positivo extra sobre el desarrollo de los tallos. El mejor enraizamiento fue obtenido con IAA o IBA comparado con NAA, a una concentración óptima de 0.1 g/l y las primeras plantas obtenidas fueron plantadas al aire libre después de una temporada en invernadero.

Onesto, Poupet y Poupet (2001), seleccionaron 8 variedades de *Paeonia lactiflora* de acuerdo a su aptitud para forzado y flor cortada como Sarah Bernhardt, Peter Brand, Odile, Reine Hortense, Faust, Giorgina Shaylor, Duchesse de Nemours y Adam Modzelewski. Coronas de estas variedades fueron establecidas en sustrato en invernadero y una vez aparecidas las yemas extrajeron los ápices meristemáticos para su cultivo *in vitro*. Estos autores ponen en evidencia la necesidad de un medio de establecimiento específico para cada variedad o grupo de variedades y la influencia del medio de multiplicación sobre el porcentaje de enraizamiento.

El enraizamiento obtenido por Onesto, Poupet y Poupet (2001), varió entre 18 y 95% pero solamente en cuatro de las variedades estudiadas el porcentaje de rizogénesis indica una proyección comercial. El coeficiente de multiplicación obtenido en el tiempo para dichas variedades fue de 2 y 6 veces a las 6 semanas, lo que permitiría proyectar una producción rentable al poder obtenerse, de esta forma, entre 25.000 y 50.000 vitroplantas/año. Estos autores obtuvieron flores varietalmente comerciales a los tres años.

Bahamonde y Sáez (2003), compararon los medios de cultivo establecidos en la literatura para *Paeonia lactiflora* y obtuvieron plantas *in vitro* de las variedades Sarah Bernhardt y Top Brass utilizando la metodología desarrollada por Hosoki et al. (1989), que utiliza el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) y la metodología presentada por Albers y Kunneman (1992), que se basa en el medio de cultivo propuesto por Lepoivre (Quorin et al., 1977).

Las tasas de sobrevivencia obtenidas en cada etapa no fueron significativamente diferentes, sin embargo, al comparar las tasas de crecimiento, se obtuvo una diferencia significativa para las dos variedades en el medio

Murashige y Skoog (1962), eligiéndose como la metodología más eficiente para el cultivo de meristemas de peonías, (Sáez et al., 2008).

El desarrollo de las plantas *in vitro* se realiza en un medio de cultivo que tiene como objetivo reproducir, en forma artificial, el sustrato donde viven y se desarrollan las plantas en la naturaleza y que por definición debe contener, macro y micronutrientes, vitaminas, aminoácidos, hormonas, sacarosa, pH característico y contener un agente gelificante como agar. Es decir, como medio de cultivo se entiende el medio en el cual crecen los explantes en cualquiera de las fases del proceso de cultivo *in vitro*:

- Fase I: Establecimiento
- Fase II: Multiplicación
- Fase III: Enraizamiento

Algunos autores (D'Aoust, 2000; Bahamonde y Sáez, 2003), incluyen una etapa preparatoria o Fase 0 que implica la recolección de las yemas y la obtención de los explantes que serán establecidos *in vitro*.

#### Fase 0 (Obtención de explantes)

El primer paso para la recolección de yemas es el establecimiento de coronas en un medio inerte de tal forma de evitar la contaminación que se provoca con material plantado en terreno. El lavado acucioso de cada corona es importante para que se visualicen perfectamente las yemas que se deben extraer. En la mayoría de las variedades, las yemas, se encuentran en la base del tallo producido la temporada anterior, (Figura 10.11 a).

Las yemas fueron recolectadas en otoño y luego lavadas con agua corriente, remojadas en una solución de hipoclorito de sodio (cloro activo 0,7%) por 3 minutos y finalmente se agitaron en agua destilada estéril por 10 minutos en un frasco tapado, (Figura 10.11 b y c).

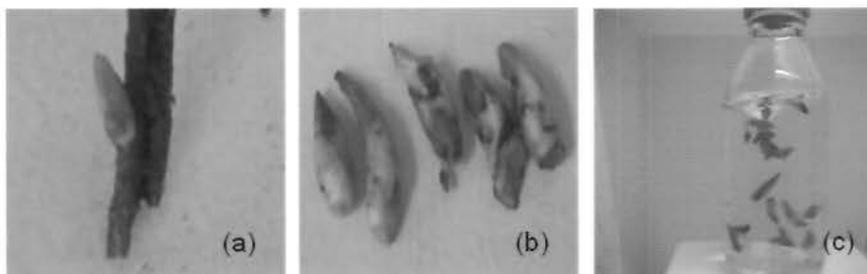


Figura 10.11. Colecta de yemas y lavado. a: yema adulta adherida al tallo del crecimiento del año anterior, b: yemas individuales, c: lavado, (Bahamonde y Sáez, 2003).

### Fase I (Establecimiento)

Para la fase de establecimiento, una vez que las yemas han sido lavadas y desinfectadas, se continúa el proceso dentro de la cámara de flujo laminar y bajo una lupa estereoscópica se separa el meristema de los tejidos acompañantes. El explante obtenido tiene un tamaño de 0,03 a 0,07 mm (Figura 10.12 a) y corresponde a la parte apical del meristema o domo meristemático, (Bahamonde y Sáez, 2003).

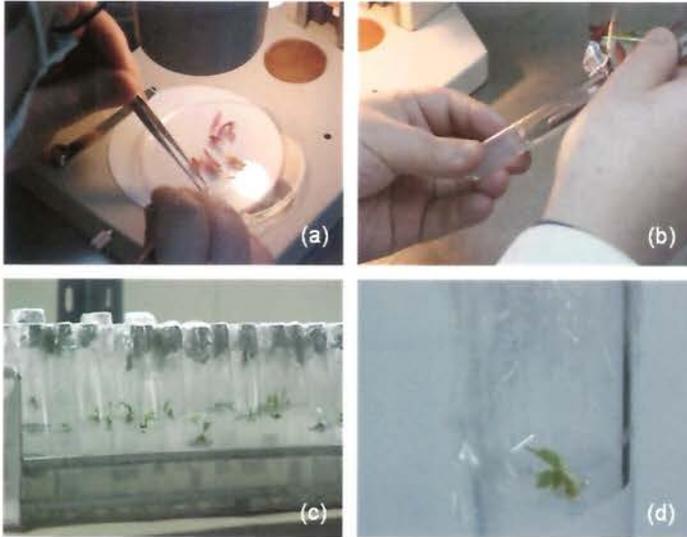


Figura 10.12. a: obtención del explante (meristema), b: “siembra”, c: establecimiento, d: planta madre, (Bahamonde y Sáez, 2003).

Luego, cada explante es “sembrado” (Figura 10.12 b) en tubos de vidrio de 9,5 cm de alto por 1,5 cm de diámetro que contienen el medio de cultivo de establecimiento Murashige y Skoog (1962), con la presencia de 0.5 mg/l BAP y 1 mg/l  $GA_3$ . Los tubos son sellados con parafilm (Figura 10.12 c) y puestos a incubar en una sala de cultivo a una temperatura de  $22 \pm 3^\circ C$ , con un fotoperíodo de 16 horas de luz y una luminosidad de 3.000 lux y 8 horas de oscuridad (Figura 10.12 d), hasta obtener una planta madura.

En esta primera fase, las variedades estudiadas comenzaron su brotación entre el segundo y cuarto día después de la “siembra”. La fase de establecimiento se dió por finalizada una vez que los explantes alcanzaron una altura uniforme (7.58 mm a 8.73 mm) y presentaban 2.5 brotes en promedio para todas las variedades (2 a 3 brotes), lo que ocurrió después de 30 días.

En el cultivo *in vitro*, la contaminación es un factor impredecible que ocasiona la muerte de explantes a pesar de que la manipulación tanto de reactivos como del instrumental y material vegetal se realiza en máximas condiciones de asepsia. La contaminación que se produce en los medios de cultivo puede ser provocada por hongos y por bacterias, las que se diferencian fácilmente por observación visual. Los hongos presentan una vellosidad blanquecina (Figura 10.13 a) y las bacterias se manifiestan por el desarrollo de una mancha de color amarillento, (Figura 10.13 b).

Al término de la etapa de establecimiento se evaluó la sobrevivencia de los explantes en porcentaje, tomando como punto de partida la “siembra” de 50 individuos por variedad, no encontrándose diferencias significativas entre ellas con un 82 % de promedio, (Bahamonde y Sáez, 2003).

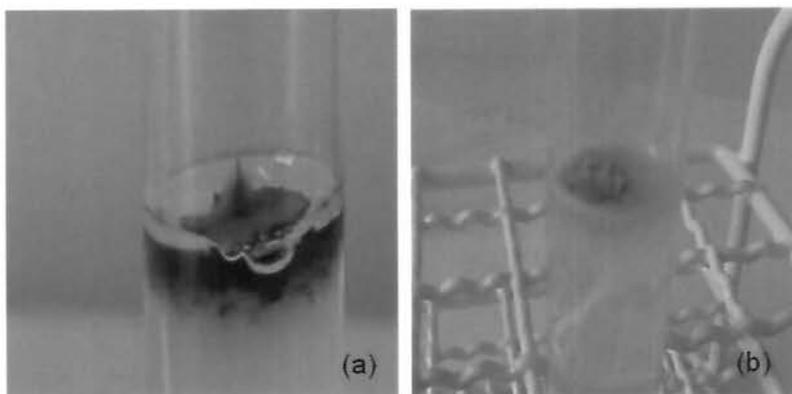


Figura 10.13. a: contaminación por hongos, b: contaminación por bacterias, (Bahamonde y Sáez, 2003).

### Fase II (Multiplicación)

Para la fase de multiplicación, Bahamonde y Sáez (2003), utilizaron el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) descrito para la fase de establecimiento. Esta fase comienza una vez que los brotes, propágulos o nuevos explantes, que se han desarrollado en cada explante inicial en la fase de establecimiento, (Figura 10.14 a) se separan del explante madre, (Figura 10.14 b, c, d, e) y son repicados a frascos de vidrio de mayor tamaño, que contienen 60 ml de medio de cultivo, (Figura 10.14 f y g).

Una vez efectuado el repique, los frascos son sellados y llevados a la sala de cultivo, (Figura 10.14 f y g) con las mismas condiciones de temperatura ( $22 \pm 3$  °C), fotoperíodo (16/8) y luminosidad (3.000 lux), detalladas para la fase de establecimiento.

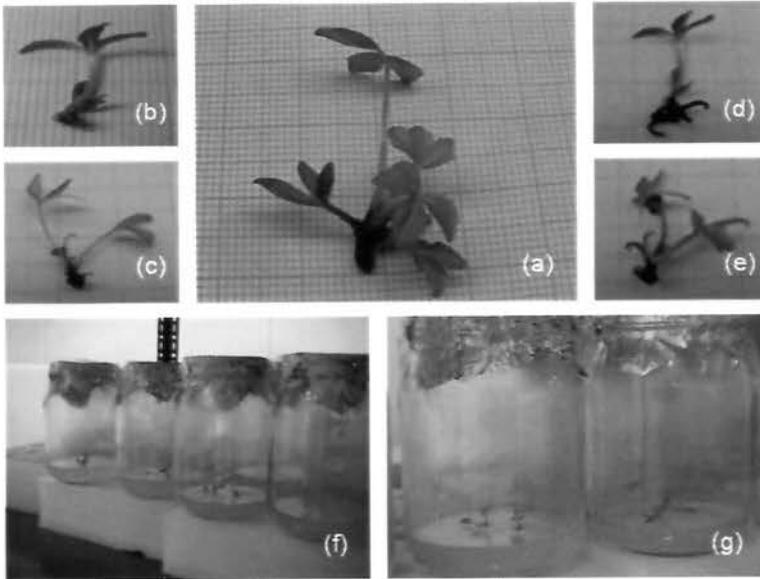


Figura 10.14. a: planta madre, b, c, d y e, plantas hijas, f y g: plantas hijas que pasan a ser plantas madres hasta la producción de nuevas plantas hijas, (Bahamonde y Sáez, 2003).

El período de multiplicación, se dio por terminado una vez que se han producido dos a cuatro nuevos explantes por propágulo y una altura de 15 a 20 cm, lo que implica un lapso de tiempo de 8 a 12 días después del repique. La fase de multiplicación se repite hasta cuatro veces para no producir mutaciones en el material propagado, (Hosoki et al., 1989).

Al igual que en la fase de establecimiento, el desarrollo de los propágulos se ajustó a una curva exponencial que abarca el período entre 24 y 32 días, (Fase de multiplicación, 8 días), obteniéndose en dicho lapso de tiempo una tasa de multiplicación de 2,5 nuevos brotes en promedio. También, en esta fase, la contaminación por hongos fue un factor importante que redujo el número de propágulos finales, (Bahamonde y Sáez, 2003).

### Fase III (Enraizamiento)

Después de la fase de multiplicación, los nuevos brotes son enraizados *in vitro*, para lo cual son colocados en un medio de enraizamiento que contiene carbón vegetal e IBA a una concentración de 1 g/l (Figura 10.15 a) y llevadas nuevamente a la sala de cultivo por un período de 30 días, (Figura 10.15 b) después del cual, las plántulas pasan a la fase de aclimatación o primera etapa fuera de los contenedores de vidrio (*ex vitro*) (Figura 10.14 c) y luego a la viverización.

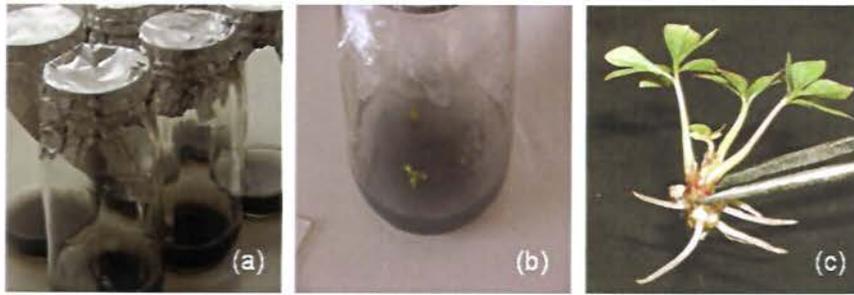


Figura 10.15. a: plántulas en medio de enraizamiento, b: plantas enraizadas, (Bahamonde y Sáez, 2003; Kamenetsky, 2006).

La tercera fase del cultivo *in vitro* o fase de enraizamiento, difiere fundamentalmente de las fases I y II en la preparación de un medio de cultivo que debe contribuir a la emisión de raíces con la incorporación de IBA a una concentración de 1 mg/l, sin la presencia de las otras hormonas que están presentes en las fases de establecimiento y multiplicación como BAP y GA<sub>3</sub>. Además, el medio de cultivo en la etapa de enraizamiento debe servir de transición de la planta enraizada *in vitro* a contenedores con sustratos y suelo, para lo cual se debe agregar carbón activado en proporción de 0,5 g/l. En los resultados del enraizamiento de las variedades blancas, ambas *Paeonia lactiflora* (Gardenia y Duchesse de Nemours) y variedades rojas, que son híbridos interespecíficos *Paeonia lactiflora* x *P.officinalis* (Red Charm y Henry Bocktoce), no hubo diferencias significativas, obteniéndose un promedio del 35 %, (Sáez et al., 2008).

## Aclimatación

Cuando las plántulas de peonías obtenidas *in vitro* han desarrollado un adecuado sistema radicular en la fase de enraizamiento están en condiciones de ser pasadas a la etapa siguiente, es decir a la etapa en que dejan las condiciones absolutamente artificiales del cultivo *in vitro* y pasan a condiciones *ex vitro* donde deben sintetizar sus propios compuestos carbonados para sobrevivir.

Para ello son transplantadas desde el medio de cultivo en frascos, a contenedores transparentes perfectamente sellados para evitar deshidratación y contaminación. El sustrato utilizado es turba:suelo 1:1 previamente esterilizado, (Figura 10.16 a). Así, las plantas crecen en un ambiente de alta humedad relativa, baja intensidad luminosa, temperatura constante, escaso intercambio gaseoso y un medio rico en compuestos orgánicos.



Figura 10.16. Etapas de aclimatación. a: plántulas enraizadas en contenedores sellados, b: plántulas fuera de los contenedores en ambiente controlado, (Bahamonde y Sáez, 2003).

Luego, la etapa de aclimatación tiene un segundo paso que consiste en mantener a las plántulas fuera de los contenedores sellados por 20 días a 30 días en ambiente controlado, para asegurar la resistencia de los tejidos de las hojas a la radiación, (Figura 10.16 b).

## Viverización

Una vez que las estacas han formado sus sistemas absorbente y fotosintetizador y las plántulas obtenidas *in vitro* han sido aclimatadas en condiciones controladas de luz, humedad relativa y temperatura, las peonías pasan a la etapa de viverización cuyo objetivo final es la obtención de plantas adultas de variedades certificadas listas para la venta.

Durante la viverización también se pueden distinguir dos etapas. Una es la etapa de invernadero donde las hojas adquieren la textura necesaria para no ser afectadas por la radiación y las condiciones de temperatura existentes en el medio externo y una segunda fase, que es definitivamente al aire libre desde donde salen las plantas adultas para el mercado, (Figura 10.17).

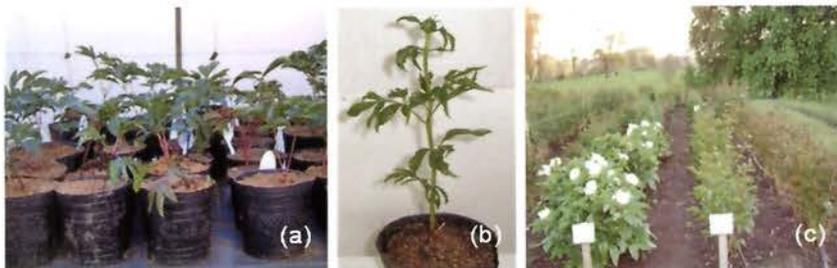


Figura 10.17. Viverización, a: etapa en invernadero frío en contenedores individuales, b: planta obtenida a nivel de laboratorio y sala de cultivo, c: plantas establecidas en condiciones de campo, (Sáez et al., 2008).

Para completar el proceso en la obtención de plantas adultas se necesitan de dos a tres temporadas. En la primera temporada se obtienen plántulas a nivel de laboratorio y sala de cultivo, donde los esquejes desarrollan sus raíces y su sistema foliar. Cumplido con este objetivo, las plántulas son establecidas en un invernadero frío en primavera una vez que se ha elevado la temperatura, son podadas en otoño y de acuerdo al tamaño obtenido son establecidas al aire libre o se mantienen por una segunda temporada en el invernadero. Debido a que la primera floración no refleja realmente las características varietales, en la segunda floración son chequeadas para quedar disponibles en el otoño del año siguiente.

# 11

## Variedades

---

**E**n el hemisferio norte la producción comercial de la peonía herbácea como flor de corte abarca zonas tan al norte como Fairbanks (64°61') en Alaska (Holloway, Hanscomand and Matheke, 2005), Hämeelinna (61°00') en Finlandia (Peltola y Koivu, 2007), Saskatchewan (53°12') en Canadá (Williams, 2007) hasta tan al sur como en California (32°30'), (Halevy, 1999).

En el hemisferio sur por otra parte, se producen satisfactoriamente en Christchurch (43°32') en Nueva Zelanda y en microclimas de Australia y Sud-Africa, (McGeorge, 2006) y en Argentina en el paralelo 42°56' en Esquel, (Diacinti, 2003) y en el paralelo 51°37' en Río Gallegos, (Mora et al., 2003). En Chile, existen plantaciones de peonías para flor de corte en los paralelos 34°10' en Rancagua (Arancibia, 2009), 35°36' en Lontué (Schiappacase y Suárez, 1998), 36°09' en Parral (Sáez y Navarro, 2010), 38°55' en Cunco (Cuevas, 2006), 38°59' en Pitrufquén (Ortiz y Cueto, 2004), 39°38' en Panguipulli (Coronado, 2006), 40°19' en Río Bueno (De Kartzow y Quijada, 2009), 45°34' en Coyhaique (Manzano, 2004) y 53°09' en Punta Arenas, (Sáez, 2002).

Muchos de los cultivares (variedades) comerciales de peonías herbáceas utilizados para flores de corte, provienen de programas de mejoramiento genético en Estados Unidos, Holanda, Inglaterra, Francia y Japón. Tanto en Europa como en Estados Unidos, la mayoría de las variedades disponibles, son cultivares híbridos intraespecíficos de *Paeonia lactiflora* o peonía china, que fueron posicionados en el mercado por investigadores franceses después de la Segunda Guerra Mundial o híbridos interespecíficos de *Paeonia lactiflora* x *P.officinalis* y *Paeonia lactiflora* x *P.peregrina*, (Rogers, 1995; Harding, 1995; Page, 1997; Fearnley-Whittingstall, 1999; American Peony Society, 2001; McGeorge, 2006).

El número de variedades de peonías cultivadas para corte varía de país en país. De acuerdo a la American Peony Society (2001), se han reconocido oficialmente sobre 7.000 cultivares de peonías herbáceas, de los cuales hay muchos que no están disponibles comercialmente o no son adecuados como flores de corte, (Auer y Greenberg, 2009).

Por otra parte, el precio de las coronas varía sustancialmente entre variedades, fundamentalmente como una función de la cantidad disponible en forma comercial y su año de salida al mercado. Por ejemplo, el catálogo de Adelman Peony Garden 2010/2011 ofrece coronas de cultivares Sarah Bernhardt y Duchesse de Nemours, ambos antiguos pero muy populares y adecuados para flor de corte, en 12 y 18 US\$/corona respectivamente, mientras que los cultivares Itoh, Bartzella y Garden Treasure de color amarillo y disponibles a partir de 1999, tienen un precio entre 90 y 150 US\$/corona. Esto se debe a que cuando una nueva variedad es obtenida, cada planta es producida por separado y se requieren varios años para incrementar el número de coronas para cultivos comerciales.

## **Jardines de Variedades**

En Estados Unidos, la peonía es la flor oficial del estado de Indiana, (Lerner, 1996) y en los estados donde se produce en forma comercial para flor de corte, los productores establecen su propio jardín de variedades que van incrementando año a año. Así obtienen la información necesaria y muchas veces, material genético de las variedades alternativas para completar su producción, reemplazar alguna variedad que sea poco interesante comercialmente o simplemente, para ampliar su oferta de flores cortadas, (Sáez y Montesinos, 2000). Frente al gran número de variedades existentes en el mercado, los Jardines de Variedades son muy importantes como información base para la elección de las variedades mas adecuadas a cada ecosistema.

En Rusia, cada jardín entre los Estados Bálticos y la frontera con China tiene por lo menos dos plantas de peonías y cada ciudad o pequeño estado posee su propio jardín botánico con un promedio de 200 variedades de peonías que incluyen especies nativas de Francia, Holanda o Inglaterra que, incluso, actualmente no se encuentran disponibles en Europa, (Flamingo International, 1999). De hecho, un gran porcentaje de la producción china de coronas de peonías herbáceas, son exportadas año a año a Rusia para ornamentación de plazas y jardines, (Sáez, 2009).

En Alaska el cultivo de las peonías herbáceas como flores de corte empezó durante el año 2000 con el objeto de llegar al mercado de Estados Unidos desde la última semana de julio y durante el mes de agosto, o sea, fuera de la temporada de producción de peonías en el hemisferio norte, que abarca entre mayo y la segunda semana de julio. Fitzgerald (2003), señala que en Chile se presenta una situación similar a la producción de Magallanes en enero y eventualmente, en febrero.

Sin embargo, a diferencia del cultivo en Magallanes y en Chile en general, en el caso de Fairbanks (Alaska) la información para la elección de las variedades estuvo basada en la observación y los registros llevados en el Georgeson Botanical Garden, ubicado en la Agricultural Fairbanks Experimental Station. Holloway, Hanscom y Matheke (2003), indican que las variedades elegidas de peonías florecen, en Fairbanks seis semanas después que en las zonas de producción ubicadas más al sur en Estados Unidos, (paralelo 48°).

En Rusia, en la Región de Leninnogorsk a 810 m.s.n.m., se escogieron 47 variedades desde el jardín botánico de Altay y de éstas, finalmente se recomendaron para flor de corte 27 variedades dobles, entre blancas, rosadas y rojas, (Dement'eva, 1978). En Ucrania, se estableció un jardín de variedades en el norte de la estepa forestal con 300 variedades y de éstas se recomendaron para flor de corte 46 variedades, repartidas en muy tempranas (4), tempranas (3), media estación temprana (10), media estación (13), media estación tardía (10) y tardías (6), todas dobles y semi-dobles. Entre las variedades elegidas están Amabilis, Edulis Superba, Duchesse de Nemours y Festiva Maxima, (Gorobets, 1991).

Denny (2003), evaluó en Ontario, la época de floración de alrededor de 970 variedades de peonías, determinando que cerca de un 47% de los cultivares eran dobles, 25% simples, 14% entre japonesas y anémonas y 14% semi-dobles. Es decir, un 61% de las variedades evaluadas serían susceptibles de ser utilizadas para peonías de corte.

En Chile, cuando el cultivo de las peonías para flor de corte empezó a desarrollarse en Magallanes en el año 1997, se estableció un jardín de 29 variedades de las cuales se eligieron 21 para flor de corte. Solamente no se recomendaron para este uso, las variedades simples, japonesas y anémona, debido a que por su bajo número de pétalos no tienen un buen pronóstico en poscosecha, (Covacevich y Sáez, 2003).

Reconociéndose la importancia de contar con las mejores variedades para la zona productora que abarca desde San Francisco de Mostazal por

el norte a Punta Arenas por el sur, en el año 2004 se instalaron jardines de variedades en Punta Arenas (Bahamonde, 2008), Coyhaique (Manzano, 2008), Osorno (Montesinos, 2008) y Curicó (Covacevich, 2008). Así, se pudo comparar los rendimientos y las alturas obtenidas en distintas condiciones edafoclimáticas por las mismas variedades. Los resultados obtenidos para plantas adultas, se presentan en el Cuadro 11.1.

Cuadro 11.1. Resultados comparativos en el largo (cm) y número de varas comerciales por planta (vc/pta) en variedades establecidas en Curicó (VII Región), Osorno (X Región), Coyhaique (XI Región) y Punta Arenas (XII Región), (Covacevich, 2008; Montesinos, 2008; Manzano, 2008; Bahamonde, 2008).

Variedad	Largo varas (cm)				Rendimiento (vc/pta)			
	VII	X	XI	XII	VII	X	XI	XII
Amabilis	60	80	90	93	9	8	15	4
Dinner Plate	60	75	81	84	6	5	6	4
Florence Nicholls	62	70	80	82	8	8	6	1
Gardenia	52	65	78	81	7	8	5	5
Gayborder June	55	70	71	90	9	10	4	5
Henry Bockstoce	75	90	105	95	3	9	4	6
Highlight	55	65	65	72	10	5	2	4
Kansas	60	65	105	85	6	8	15	5
Karl Rosenfield	65	80	80	80	8	10	10	5
Krinkled White	60	65	74	75	8	14	14	6
Mons. Jules Elie	60	60	91	95	8	8	9	2
Mother's Choice	55	80	84	90	6	10	7	3
Paul Wild	70	60	87	91	7	7	10	3
Peiche	45	60	68	70	7	5	9	3
Red Charm	60	60	110	90	6	5	4	6
Sarah Bernhardt	60	80	124	85	9	8	15	1
Shirley Temple	50	60	85	85	7	5	10	5
Snow Mountain	63	76	80	85	11	4	8	4
V. de la Marne	65	65	73	95	9	10	8	9

En el Cuadro 11.1, se puede observar que en cuanto a la altura alcanzada por las plantas, la tendencia es que disminuya desde la zona austral a la zona central. Sin embargo no existe una tendencia definida en cuanto al rendimiento expresado como varas comerciales/planta, lo que indicaría, que hay variedades que expresan mejor su potencial en determinados ecosistemas. Esta situación valida la importancia de la instalación de jardines de variedades a lo largo de la zona productora.

Montesinos (2008), en la X Región (Osorno) ha formado un vivero comercial (Vivero Los Montes) con 35 variedades de peonías recomendadas

para flor de corte, donde los productores interesados pueden observar las características de floración en el mes de noviembre. A partir del año 2008, Chahín et al. (2010), en la Estación Experimental del INIA en Carillanca (Temuco), han establecido un jardín con 50 variedades con potencial para ser cultivadas como flores de corte. Sin embargo, es necesario recordar que los resultados obtenidos en cuanto a precocidad, altura y productividad de las variedades utilizadas, son válidos solo para las características edafoclimáticas del lugar donde los jardines han sido establecidos.

Los resultados que fueron obtenidos de norte a sur, presentados en el Cuadro 11.1, indican que las variedades con mejor pronóstico de comercialización deben evaluarse en forma paralela en varios puntos del país, de tal forma que la oferta al mercado internacional entre octubre y enero sea uniforme tanto en calidad y color como en cantidad.



Figura 11.1. Jardín de Variedades en Curicó en el mes de noviembre. (Covacevich, 2008).

En la Figura 11.1, que muestra los resultados del Jardín de Variedades establecido por Covacevich (2008), se puede observar, que en dicho agroecosistema, en el mes de noviembre hay variedades que ya están sobremaduras y otras que aún se encuentran en estado de botón pre-cosecha, lo que da una idea de la amplitud de oferta que es susceptible de ser lograda.

## **Elección de las variedades para flor de corte**

La elección de los cultivares utilizados para producir peonías de corte se basa en la época de floración, el color, la forma o cantidad de pétalos, el perfume, la resistencia a la poscosecha y la duración de su vida en el florero. También deben considerarse el vigor, la altura y la producción de

tallos florales de las plantas. (Stevens, et al., 1993; Armitage, 1995; Stevens, 1998, Fitzgerald, 2003).

Algunos de estos parámetros deben ser evaluados a nivel de campo, como época de floración, forma y productividad y otros deben ser registrados en condiciones controladas, como resistencia al almacenaje, traslado y manipulación y la vida en el florero, (vida útil o vase-life).

### **Epoca de floración**

Para establecer una plantación comercial, además del color y la forma o cantidad de pétalos, la época de floración es una de las características más importantes al elegir las variedades para flor de corte, ya que es el único parámetro susceptible de ser manejado, sin otras inversiones, para aumentar la oferta de flor cortada por productor, (Rogers, 1995).

El objetivo principal de una plantación de peonías para corte es proporcionar una oferta que abarque el máximo período de tiempo posible. Por lo mismo, el grado de precocidad de las distintas variedades es muy importante al momento de planificar la adquisición del material genético, que debe conjugar la época de floración con el color más adecuado para cada período de cosecha de acuerdo al mercado. Por ejemplo, se debe considerar que el mercado estadounidense prefiere los colores otoño en octubre (amarillo, coral, naranja y marrón) y luego los colores blanco y rojo cuando se acercan las fiestas de Fin de Año, siendo el color blanco el de mayor demanda durante todo el año. Por otro lado, la variedad Sarah Bernhardt, se vende a través de todo el período de oferta, siendo su precio dependiente de la cantidad ofrecida en el mercado, (Sáez, 2002).

Hashida (1990), establece tres categorías de precocidad, tempranas, media estación y tardías, indicando que las variedades de media estación agrupan a la gran mayoría y que en ningún caso se deberían ver al mismo tiempo, variedades tempranas y de media estación o de media estación y tardías. Wang et al. (1998), establecen las mismas tres categorías de floración, en las peonías arbustivas, para las localidades de Luoyang (Provincia de Henan) y Heze (Provincia de Shangdong) en China, dividiendo el período de floración en 6 semanas. Tempranas: variedades que florecen entre la primera y la segunda semana de abril, media estación: variedades que florecen entre la tercera y cuarta semana de abril y tardías: las que abren en las dos primeras semanas de mayo.

Sin embargo, debido a que la cosecha de las peonías por variedad y por agroecosistema tiene una duración entre 3 y 18 días, los programas

de mejoramiento han tendido a obtener además de diferentes colores y formas, variedades que abarquen una mayor amplitud de cosecha. Así se han obtenido cultivares muy tempranos, tempranos, media estación temprana, media estación, media estación tardía, tardíos y muy tardíos, con lo cual el período de oferta podría ser ampliado entre 30 y 45 días, aún cuando no se ha definido cuantos días deberían existir entre cada categoría, (Rogers, 1995; Harding, 1995; Armitage, 1997; Page 1997; Fearnley-Whittingstall, 1999; Maillat, 2001; Kamenetsky, 2006).

En el Cuadro 11.2, Denny (2003), en las condiciones de Ontario (Canadá), presenta una aproximación de la distribución de la floración de las especies e híbridos de peonías herbáceas comercialmente disponibles en los viveros de Estados Unidos, Canadá y Europa. También se presentan ejemplos de variedades y cultivares utilizados para ornamentación de jardines, independientemente que algunos también sean utilizados para flor de corte. De esta forma, en los jardines se puede mantener una floración continua de las peonías por alrededor de 7 semanas.

En los datos presentados por Denny (2003), se observa que el máximo de floración se presenta durante la semana cinco, en la cual florecen prácticamente el 50% de las variedades. Por otro lado, el 17% florece en la semana anterior (cuarta) y el 18% florece la semana siguiente (sexta), lo que indica que en las semanas cuatro, cinco y seis florecen cerca del 85% del total de las variedades comerciales evaluadas, (Cuadro 11.2).

En general, se puede indicar que los ejemplos de la semana uno corresponden a las especies nativas como tales, de las cuales las mas importantes son variedades de la peonía helecho (*Paeonia tenuifolia*) y sus híbridos. En la semana dos continúan floreciendo los híbridos de peonías helecho y empiezan a florecer las variedades de *Paeonia officinalis*. En las semanas uno y dos, tanto variedades como cultivares presentan flores simples y solo en la semana tres aparecen algunos cultivares semi-dobles, que podrían ser utilizados para flor de corte.

A partir de la semana cuatro empiezan a florecer los híbridos inter e intraespecíficos utilizados como peonías de corte que provienen, generalmente de *Paeonia lactiflora* que es la especie de peonías herbáceas que presenta los tallos mas largos y vigorosos. Sin embargo, las variedades con ambos padres de esta especie son las mas tardías. Por otro lado, los híbridos de *Paeonia lactiflora* x *P.tenuifolia* y *P.lactiflora* x *P.peregrina* son los mas tempranos, porque las especies *Paeonia tenuifolia* y *Paeonia peregrina* aportan las características de mayor precocidad.

Cuadro 11.2. Distribución de la floración de las peonías herbáceas de acuerdo a la especie o los híbridos utilizados expresada en porcentaje (%), (Denny, 2003).

Semana floración	Especies/Híbridos	Variedades/Cultivares (ejemplos)	(%)
uno	<i>P. caucasica</i> <i>P. anomala</i> <i>P. peregrina</i> <i>P.mlokosewitschii x P.macrophylla</i> <i>P. tenuifolia</i>	Nova Little Red Gem	2.4
dos	<i>P. anomala</i> <i>P. lactiflora x P.macrophylla x P. mlokosewitschii x</i> <i>P. peregrina</i> <i>P.lactiflora x P.macrophylla</i> <i>P.mlokowitschii x P.tenuifolia</i> <i>P.officinalis</i> <i>P.lactiflora x P.tenuifolia</i>	Starlight  Seraphim Nosegay Rubra Plena Early Scout Laddie	4.8
tres	<i>P.mlokosewitschii x P.lactiflora</i> <i>P. lactiflora x P.macrophylla x P. mlokosewitschii x</i> <i>P. peregrina</i> <i>P. lactiflora x P.mlokosewitschii x P. tenuifolia</i>	Claire de Lune Firelight  Roselette	7.4
cuatro	<i>P. lactiflora x P. officinalis</i> <i>P. lactiflora x P.peregrina</i>  <i>P. lactiflora x P.lactiflora</i>	Red Charm Moonrise Cytherea Richard Carvel Mme. de Verneville	17.1
cinco	<i>P. lactiflora x P.officinalis</i> <i>P.lactiflora x P.peregrina</i> <i>P. lactiflora x P.lactiflora</i>	Diana Parks Coral Charm Monsieur Jules Elie Miss America Mrs. F. D. Roosevelt Festiva Maxima Mother 's Choice Gardenia	49.8
seis	<i>P.lactiflora x P.lactiflora</i>	Sarah Bernhardt Martha Bulloch Nick Shaylor Ann Cousins	18.0
siete	<i>P.lactiflora x P.lactiflora</i>	Marie Lemoine Marilla Beauty Myrtle Gentry Glory Hallelujah Hargrove Hudson	1.4

Denny (2003), señala que en Ontario (hemisferio norte), la mayor producción o semana cinco, se ubica entre el 4 y el 10 de junio. En las zonas más frías puede producirse una semana después y en las zonas más calurosas una semana antes.

Rogers (1995), indica que las condiciones climáticas de cada año también influyen en el período de floración. Por ejemplo, una primavera fría y lluviosa retrasa el comienzo de la floración, mientras que primaveras cálidas la aceleran. Es así como una vez que se ha producido la brotación y la emergencia de los tallos florales, las condiciones de temperatura de la primavera traen consigo un rango de variación entre las fechas de cosecha de una temporada a otra debido a los requerimientos específicos de grados-día que presenta cada variedad para alcanzar la madurez fisiológica que permite su cosecha.

Montesinos (2008) presenta en el Cuadro 11.3, el rango de variación de la floración entre una temporada y la siguiente en distintas variedades.

Cuadro 11.3. Fechas de floración y rango de variación (días) para distintas variedades durante los años 2007, 2008 y 2009 en Osorno, (Montesinos, 2008).

Variedad	Floración (año)			Rango variación	
	2007	2008	2009	2007-2008	2008-2009
Red Charm	25. oct.	20. oct.	19. oct.	(-) 5	(-) 1
Mother's Choice	13. nov.	01. nov.	11. nov.	(-) 12	(+) 10
Florence Nicholls	11. nov.	15. nov.	08. nov.	(+) 4	(+) 7
Diana Park	15. nov.	20. nov.	15. nov.	(+) 5	(-) 5
Festiva Maxima	13. nov.	20. nov.	11. nov.	(+) 7	(-) 9
Kansas	14. nov.	20. nov.	17. nov.	(+) 6	(-) 3
Sarah Bernhardt	25. nov.	25. nov.	18. nov.	0	(-) 7
Henry Bockstoce	25. nov.	23. nov.	22. nov.	(-) 2	(-) 1
Inmaculee	01. dic.	30. nov.	23. nov.	(-) 1	(-) 7

Como se puede observar, el rango de variación en las épocas de floración entre una temporada y otra puede ser de gran amplitud, desde un día antes para la variedad Inmaculee entre el año 2007 y 2008 hasta el comportamiento de la variedad Mother's Choice que floreció 12 días antes durante el año 2008 con respecto al 2007 y 10 días después durante el año 2009 con respecto al año anterior.

Covacevich y Sáez (2003), a partir de las curvas de crecimiento de 29 variedades, pudieron obtener el número de días de brotación a cosecha en plantas adultas en la tercera floración. Los resultados, validados en terreno, permitieron obtener cinco rangos de floración en las condiciones

de Magallanes: variedades muy tempranas desde 70 a 84 días, variedades tempranas desde 85 a 97 días, variedades de media estación desde 98 a 105 días, variedades tardías desde 106 a 112 días y variedades muy tardías entre 113 y 120 días.

En la Figura 11.2, se muestran las curvas de crecimiento obtenidas para las variedades Seraphim (*Peonia lactiflora* x *P. macrophylla*), Red Charm (*Paeonia lactiflora* x *P. officinalis*), Monsieur Jules Elie (*P. lactiflora*), Snow Mountain (*P. lactiflora*) y Krinkled White (*P. lactiflora*), muy temprana, temprana, media estación, tardía y muy tardía, respectivamente.

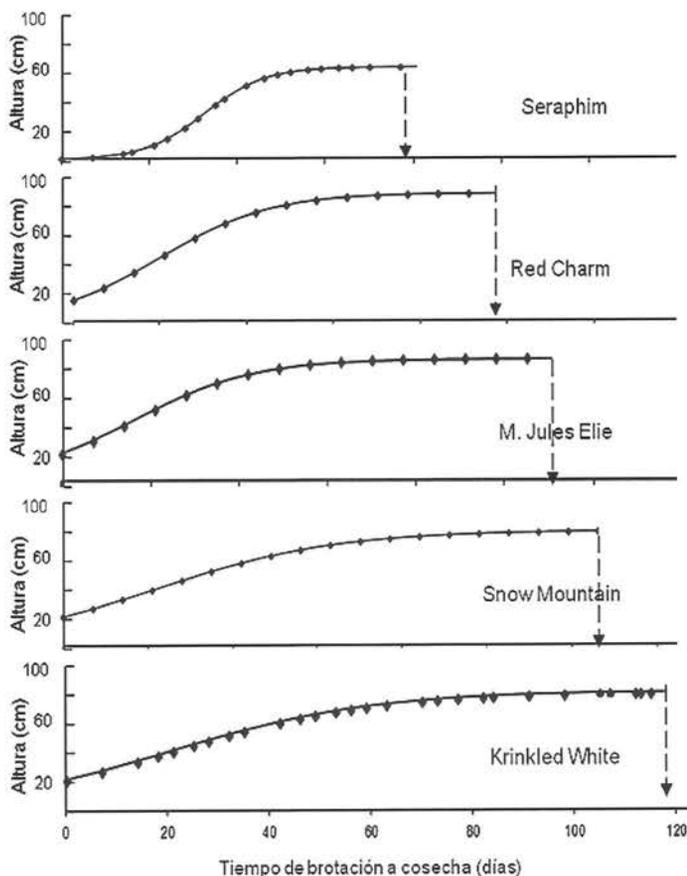


Figura 11.2. Curvas de crecimiento características, para las variedades muy tempranas, tempranas, media estación, tardías y muy tardías obtenidas en las condiciones de Magallanes, (Covacevich y Sáez, 2003).

Debido, precisamente a la importancia de las características de cada agroecosistema en la determinación de la precocidad de las variedades, es

que no siempre coincide la época de floración que indican los catálogos con lo que se obtiene en cada predio. Así, cada productor debe encontrar el medio para definir su secuencia de cosecha, antes de adquirir las variedades.

La necesidad de definir la categorización de las épocas de floración en relación a un punto de referencia se manifiesta también en la variación de los niveles de precocidad de distintas variedades dados por diferentes autores, (Cuadro 11.4).

Cuadro 11.4. Categorización comparativa de la época de floración de algunas variedades presentes en el país de acuerdo a, Gast (2000), Maillat (2001), Covacevich y Sáez (2003), Denny (2003), Baskerville (2004), Coronado (2006), Montesinos (2008).

Variedad	Gast (2000)	Maillat (2001)	Covacevich y Sáez (2001)	Denny (2003)	Baskerville (2004)	Coronado (2006)	Montesinos (2008)
Amabilis	s/i*	mtem	tem	tem	s/i	s/i	s/i
D. de Nemours	tem	tem	s/i	mest	s/i	mest	s/i
Festiva Maxima	tem	tem	s/i	mest	mest	s/i	mest
H. Bockstoce	s/i	s/i	mest	mest	s/i	tem	tar
Inmaculee	s/i	mest	tar	mtar	s/i	tar	mtar
Kansas	tem	tem	tem	mest	tar	tar	mest
M. Jules Elie	tem	tem	mest	mest	tar	s/i	s/i
Mother's Choice	mest	s/i	tem	mest	mest	tem	tem
Red Charm	tem	s/i	tem	tem	mest	tem	tem
Sarah Bernhardt	tar	tar	tar	tar	mtar	tar	tar
Shirley Temple	mest	tem	mest	mest	s/i	mest	s/i

\*s/i: sin información, mtem: variedad muy temprana, tem: variedad temprana, mest: variedad media estación, tar: variedad tardía, mtar: variedad muy tardía.

En el Cuadro 11.4 se puede observar que la época de floración para las distintas variedades van desde muy temprana a temprana para Amabilis, de temprana a media estación para Duchesse de Nemours, Festiva Maxima, Mother's Choice y Red Charm y de tardía a muy tardía en Sarah Bernhardt a un rango bastante más amplio como es en el caso de Henry Bockstoce, Kansas y Monsieur Jules Elie, en las que la época de floración va desde temprana a tardía. En Inmaculee, el rango en la época de floración informado por los distintos autores, va desde media estación a muy tardía.

Por otro lado, hay proveedores holandeses que indican las categorías de épocas de floración como: variedades precoces (Big Ben, Coral Charm, Diana Park, Henry Bockstoce, Kansas, Pecher), variedades semiprecoces (Boule de Neige, Duchesse de Nemours, Festiva Maxima, Gardenia, Shirley Temple, Red Charm) y variedades semitardías (Coral Sunset, Karl Rosenfield, Peter Brand, Pink Hawaiian Coral, Sarah Bernhardt), lo cual induce a una

mayor confusión al planificar una plantación comercial de peonías para corte, (Sáez, 2002).

Denny (2003), en su estudio para obtener el máximo de floración de las peonías en los jardines, recopiló la secuencia de floración y las ordenó con respecto a la floración de la variedad Red Charm a la que asignó el tiempo cero. Este orden relativo puede ser útil a la hora de elegir las variedades que un productor debiera probar como flores de corte, sobre todo para completar su oferta de colores y época de cosecha y aún cuando las épocas de cosecha deben ser validadas. Lo interesante de esta secuencia es que se encuentren en cada color, variedades dobles y semi-dobles más tardías y más tempranas que las que actualmente se cultivan en el país.

A continuación se presentan los Cuadros 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9 y 11.10, con los cultivares dobles y semi-dobles rojos, rosados, blancos, rosado-coral, amarillos y blush respectivamente, con los días antes o después de su floración respecto a la floración de la variedad Red Charm. Por híbrido se entiende el cruzamiento entre *P. lactiflora* con otra especie de peonía herácea como por ejemplo *P. peregrina* o *P. officinalis*, pero si no se especifica (H), ambos padres pertenecen a la especie *Paeonia lactiflora*. Las variedades ITOH son productos del cruzamiento entre *Peonía lactiflora* y *P. sufruticosa*, es decir son híbridos intraespecíficos, (Denny, 2003).

Cuadro 11.5. Variedades rojas dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado, perfume y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume	Floración
Smoothii (H)	Smout/Van Houtte	1843	D	+	-13
Red Glory (H)	Auten	1937	S-D	s/i	-9
Old Main (H)	Auten	1939	D	s/i	-5
Rose Marie (H)	Auten/Glasscock	1936	D	s/i	-4
Edward Steichen (H)	Saunders	1941	S-D	s/i	-4
Auten's 1816	Auten	s/i	D	s/i	-3
Indian Hill	Glasscock	1950	D	s/i	-3
Illini Belle (H)	Glasscock	1941	S-D	s/i	-3
John Harvard (H)	Auten	1939	S-D	+	-2
<b>Firebelle (H)</b>	<b>Mains</b>	<b>1959</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>-1</b>
Louis Jolliet	Auten	1929	S-D	s/i	-1
<b>Rosedale (H)</b>	<b>Auten</b>	<b>1936</b>	<b>S-D</b>	<b>+</b>	<b>-1</b>
<b>Convoy (H)</b>	<b>Glasscock</b>	<b>1944</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>0</b>
Heritage (H)	Saunders	1950	D	s/i	0
King's Ransom (H)	Saunders	s/i	D	s/i	0
Pfeiffer's Red	Pfeiffer	1937	D	s/i	0

Cuadro 11.5. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume	Floración
<b>Red Charm (H)</b>	<b>Glasscock</b>	<b>1944</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>0</b>
A Krekler	Krekler	1965	S-D	s/i	0
Cardinal's Robe (H)	Saunders	1940	S-D	s/i	0
Chief Logan (H)	Mains	1961	S-D	s/i	0
Delaware Chief (H)	Hollingsworth	1984	D	s/i	1
Henry Webster	Franklin	1928	D	s/i	1
Jean Cooperman	Brand	1936	D	s/i	1
Red Parrot (H)	Bockstoce/Landis	1974	D	s/i	1
Belle Center (H)	Mains	1956	S-D	no	1
Crusader (H)	Glasscock	1940	S-D	no	1
Eldorado (H)	Auten	1936	S-D	s/i	1
Paladin (H)	Saunders	1950	S-D	No	1
Postillon (H)	Saunders	1941	S-D	+++	1
Red Ensign (H)	Auten	1940	S-D	s/i	1
<b>Red Red Rose (H)</b>	<b>Saunders</b>	<b>1942</b>	<b>S-D</b>	<b>+</b>	<b>1</b>
Black Monarch (H)	Glasscock	1939	D	s/i	2
Black Swan (H)	Murawska	1968	D	s/i	2
Cherry Hill	Thurlow	1915	D	s/i	2
Lustrus (H)	Saunders	1942	D	s/i	2
<b>Red Comet (H)</b>	<b>Auten</b>	<b>1956</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>2</b>
<b>Buckeye Belle</b>	<b>Mains</b>	<b>1956</b>	<b>S-D</b>	<b>no</b>	<b>2</b>
Lois Arleen (H)	Moots	1962	S-D	+++	2
Night Watch (H)	Saunders	1950	S-D	s/i	2
<b>Many Happy Returns (H)</b>	<b>Hollingsworth</b>	<b>1990</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>3</b>
<b>Richard Carvel</b>	<b>Brand</b>	<b>1913</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>3</b>
Chief Justice (H)	Auten	1941	S-D	s/i	3
Dandy Dan (H)	Auten	1946	S-D	+	3
Helen Matthews (H)	Saunders/Krekler	1953	S-D	s/i	3
Nadia	Saunders	1941	S-D	s/i	3
Robert W Auten (H)	Auten	1948	S-D	s/i	3
<b>Best Man</b>	<b>Klehm</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>4</b>
Fireplace	Kelsey	1936	D	s/i	4
Glowing Raspberry Rose	Cousins/Klehm	1981	D	s/i	4
Jacqueline Hanratty	Gardner/Hanratty	s/i	D	s/i	4
Kopper Kettle (H)	Anderson	1999	D	s/i	4
Rubio	Nicholls	1941	D	s/i	4
W. E. Blanchette	Brand	1936	D	s/i	4
Carina (H)	Saunders	1944	S-D	No	4
Cherry Ruffles (H)	Hollingsworth	1996	S-D	+	4
Constance Spry (H)	Saunders	1941	S-D	s/i	4
Ellen Cowley (H)	Saunders	1940	S-D	no	4
Hosierland	Klehm	1958	S-D	s/i	4
Accent	Bigger	1979	D	++	5
<b>Adolphe Rousseau</b>	<b>Dessert-Mechin</b>	<b>1890</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>5</b>
Angelo Cobb Freeborn (H)	Freeborn	1943	D	s/i	5
<b>David Harum</b>	<b>Brand</b>	<b>1907</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>5</b>
<b>Diana Parks (H)</b>	<b>Bockstoce</b>	<b>1942</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>5</b>

*Cuadro 11.5. Continuación*

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume	Floración
<b>Eliza Lundy (H)</b>	<b>Krekler</b>	<b>1975</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>5</b>
Ida Mellinger	Kelsey	1934	D	s/i	5
King Midas	Lins	1942	D	s/i	5
Mrs Bryce Fontaine	Brand	1916	D	s/i	5
<b>Peter Brand</b>	<b>Seit</b>	<b>1937</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>5</b>
Red Grace (H)	Glasscock/Klehm	1980	D	+	5
Red Goddess	Brand	1940	S-D	s/i	5
Santa Fe	Auten	1937	S-D	s/i	5
Auten's Red	Auten	1951	D	s/i	6
<b>Big Ben</b>	<b>Auten</b>	<b>1933</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>6</b>
<b>Chippewa</b>	<b>Murawska</b>	<b>1943</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>6</b>
Fairy Tale	Auten	1932	D	s/i	6
Falcon	Klehm	1999	D	++	6
<b>Highlight</b>	<b>Auten</b>	<b>1952</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>6</b>
<b>Inspector Lavergne</b>	<b>Doriat</b>	<b>1924</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>6</b>
<b>Kelway's Lovely</b>	<b>Kelway</b>	<b>1905</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>6</b>
Red Bird	Franklin	1921	D	s/i	6
<b>Rosabel</b>	<b>Sass</b>	<b>1937</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>6</b>
Sarah Napier	Vories	1930	D	s/i	6
Valentine (H)	Hollingsworth	2004	S-D	s/i	6
Edgar Jessop (H)	Bockstoce	1938	D	s/i	7
Irwin Altman	Kelsey	1940	D	s/i	7
<b>Kansas</b>	<b>Bigger</b>	<b>1940</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>7</b>
Marechel Vaillant	Calot	1867	D	s/i	7
Mary Brand	Brand	1907	D	++	7
Matilda Lewis	Saunders	1921	D	s/i	7
Mons Martin Cahuzac	Dessert	1899	D	s/i	7
<b>Philippe Rivoire</b>	<b>Riviere</b>	<b>1911</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>7</b>
Unknown Soldier	desconocido	s/i	D	s/i	7
<b>Hillary (ITOH)</b>	<b>Anderson</b>	<b>1999</b>	<b>S-D</b>	<b>++</b>	<b>7</b>
Julia Rose (ITOH)	Anderson	s/i	S-D	++	7
Tempest	Auten	1931	S-D	+	7
Chief Wapello	Smith	1971	D	++	8
Edward Flynn	Brand	1942	D	s/i	8
<b>Felix Crousse</b>	<b>Crousse</b>	<b>1881</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>8</b>
Fire Opal	Marx-Rogers	1979	D	s/i	8
<b>Henry Bockstoce (H)</b>	<b>Bockstoce</b>	<b>1955</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>8</b>
Kelway's Beauty	Kelway	1929	D	s/i	8
Kelway's Betty	Kelway	1917	D	s/i	8
Longfellow	Brand	1907	D	+	8
<b>M. Adam Modzelewsky</b>	<b>Doriat</b>	<b>1935</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>8</b>
Rosalie	Auten	1927	D	+	8
<b>Ruth Clay</b>	<b>Kelsey</b>	<b>1935</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>8</b>
Ruth Elizabeth	Brand	1936	D	+++	8
Drummer Boy	Auten	1952	D	s/i	8
<b>Command Performance (H)</b>	<b>Hollingsworth</b>	<b>1996</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>9</b>

Cuadro 11.5. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume	Floración
Francis Ortega	Parmentier	1850	D	s/i	9
<b>Lora Dexheimer</b>	<b>Brand</b>	<b>1913</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>9</b>
Orlando Roberts	Krekler	1962	D	s/i	9
Sam Donaldson	Brand	1943	D	s/i	9
Sir John Franklin	Franklin	1939	D	s/i	9
Uncle Tom	Auten	1951	S-D	s/i	9
Carol (H)	Bockstoce	1953	D	+	10
Col. Robert McCormack	Murawska	1965	D	s/i	10
Edwin C Bills	Murawska	1959	D	s/i	10
Grover Cleveland	Terry	1904	D	s/i	10
<b>Karl Rosenfield</b>	<b>Rosenfield</b>	<b>1908</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
<b>Maestro</b>	<b>Auten</b>	<b>1957</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>10</b>
<b>Mt St Helens</b>	<b>Marx-Rogers</b>	<b>1981</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>
<b>Old Faithful (H)</b>	<b>Glasscock/Falk</b>	<b>1964</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>10</b>
<b>Paul M Wild</b>	<b>Wild and Son</b>	<b>1964</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
Rachel	Lemoine	1904	D	s/i	10
Valencia	Lins	1942	D	s/i	10
Bonanza	Franklin	1947	D	s/i	11
Cherry Red (H)	Glasscock	1939	D	s/i	11
Douglas Brand	Tischler	1972	D	s/i	11
<b>General McMahon</b>	<b>Calot</b>	<b>1867</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>11</b>
<b>Shawnee Chief</b>	<b>Bigger</b>	<b>1940</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>11</b>
<b>Victoire de la Marne</b>	<b>Dessert/Mechin</b>	<b>1915</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>11</b>
Celebration	Nicholls/Wild and Son	1964	D	s/i	12
Dr C F Paterson	desconocido	s/i	D	s/i	12
Eugene Bigot	Dessert	1894	D	s/i	12
Garden Glory	Auten	1956	D	s/i	12
Gibraltar	Bigger	1958	D	s/i	12
Music Man	Wild	1967	D	s/i	12
The Mighty Mo	Wild	1950	D	s/i	12
<b>Blaze (H)</b>	<b>Fay</b>	<b>1973</b>	<b>S-D</b>	<b>+</b>	<b>12</b>
British Beauty	Kelway	1926	D	s/i	13
Cherry Bomb	Desconocido	s/i	D	s/i	13
Dixie	Franklin	1931	D	s/i	13
Harry L Smith	Smith H L/Krekler	1953	D	s/i	13
Red Champion	desconocido	s/i	D	s/i	13
Delachei	Delachei	1856	D	s/i	14
<b>Felix Supreme</b>	<b>Kriek</b>	<b>1955</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>14</b>
Arabian Prince	Kelways	s/i	S-D	s/i	14
Bouchela	desconocido	s/i	D	s/i	15
Brand's Magnificent	Brand	1918	D	s/i	15
Glory Hallelujah	Klehm	s/i	D	s/i	15
Linda K Jack	Jack	s/i	D	s/i	15
Lucky Star	Auten	1938	D	s/i	15
Red Magic	desconocido	s/i	D	s/i	15
Cleopatra	Auten	1939	D	s/i	16

Cuadro 11.5. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume	Floración
Jay Cee	Klehm	1959	D	++	16
<b>L'Eclactante</b>	<b>Calot</b>	<b>1860</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>16</b>
President Roosevelt	Waarnar	1905	D	++	19
Thor	Sass	1937	D	s/i	19
Sinbad	Auten	1941	S-D	s/i	19
Francois Rousseau	Dessert	1909	D	s/i	22
Red Satin	Sass	1937	D	++	25
Charles McKellip	Brand	1907	D	s/i	32
Dr. John Crenshaw	Brand	1936	D	s/i	39

\*: + leve, ++ moderado, +++ fuerte, s/i sin información.

Cuadro 11.6. Variedades rosadas dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado, perfume y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Magnolia Flower (H)	Saunders	1949	S-D	s/i	-12
Mary Gretchen (H)	Oveson	1991	D	s/i	-7
Reliance	Glasscock	1950	D	s/i	-5
Martha Mains	Mains	s/i	D	s/i	-3
Hi-Mabel (H)	Bockstoce	1961	D	s/i	-2
Roseheart (H)	Bockstoce/Landis	1955	D	+	-2
Bill Krekler (H)	Mains	1960	D	s/i	-1
Langley (H)	Bockstoce	1955	S-D	s/i	-1
Lotus Bloom (H)	Saunders	1943	S-D	s/i	-1
Singing Pink	Goldsmith	1994	S-D	s/i	-1
Good Will (H)	Saunders	1941	D	s/i	0
Janice (H)	Saunders	1939	S-D	s/i	0
Peggy	Auten	1931	D	s/i	0
Pink Vanguard (H)	Seidi/Hollingsworth	2005	S-D	no	0
Spotlight	Krekler	1985	D	s/i	0
Friendship (H)	Glasscock	1955	S-D	s/i	1
Missie's Blush	Hollingsworth	1994	D	s/i	1
<b>Paula Fay (H)</b>	<b>Fay</b>	<b>1968</b>	<b>S-D</b>	<b>no</b>	<b>1</b>
Peg O My Heart	Kelway	s/i	D	s/i	1
Reine Deluxe	Klehm	s/i	D	s/i	1
Claudia (H)	Saunders	1944	S-D	s/i	2
Dayton	Krekler	1962	D	+++	2
Hope (H)	Saunders	1929	S-D	s/i	2
Lovely Rose	Saunders	1942	S-D	no	2
Miss Eckhart	Van der Meer	1928	D	++	2
<b>Mr Ed</b>	<b>Klehm</b>	<b>1980</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>2</b>
Royal Rose (H)	Reath	1980	S-D	s/i	2
Victoria Lincoln (H)	Saunders	1938	D	s/i	2
Weathrball 90	Lins	1972	D	s/i	2
Alexander Woolcott (H)	Saunders	1941	S-D	no	3

Cuadro 11.6. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
<b>Cytherea (H)</b>	<b>Saunders</b>	<b>1953</b>	<b>S-D</b>	<b>no</b>	<b>3</b>
First Lady	Klehm	<i>s/i</i>	D	<i>s/i</i>	3
Florence Ellis	Nicholls	1948	D	<i>s/i</i>	3
Julia Grant (H)	Saunders	1939	S-D	no	3
Marietta Sisson	Sass	1933	D	+++	3
Multiflora	Gilbertson	1974	D	<i>s/i</i>	3
Pink Luau	Klehm	<i>s/i</i>	S-D	<i>s/i</i>	3
Spring Beauty	Nicholls	1933	D	<i>s/i</i>	3
Sugar'N Spice (H)	Rogers	1988	S-D	no	3
Viking Chief	Krekler	1978	S-D	<i>s/i</i>	3
Zuzu	Krekler	1955	S-D	<i>s/i</i>	3
Sophie (H)	Saunders	1940	S-D	<i>s/i</i>	3
Andrew Meuglig	desconocido	<i>s/i</i>	D	<i>s/i</i>	4
Evangeline Newhall	Brand	1936	D	<i>s/i</i>	4
Fiona	desconocido	<i>s/i</i>	D	<i>s/i</i>	4
Joe Hanratty	Gardner/Hanratty	1951	D	<i>s/i</i>	4
Laura Magnuson (H)	Saunders	1941	S-D	<i>s/i</i>	4
Liberty Bell	Neeley	1926	D	<i>s/i</i>	4
Ludovica (H)	Saunders	1941	S-D	no	4
Mons. Charles Levesque	Calot	1861	D	<i>s/i</i>	4
Nancy Dolman	Vories	1924	D	<i>s/i</i>	4
Nathalie (H)	Saunders	1939	S-D	<i>s/i</i>	4
Nice Gal	Krekler	1965	S-D	<i>s/i</i>	4
Rose Glory	Otis	1940	D	<i>s/i</i>	4
West Hill	Little	1938	D	<i>s/i</i>	4
<b>Amabilis</b>	<b>Calot</b>	<b>1856</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>5</b>
Bess Bockstoe	desconocido	<i>s/i</i>	D	<i>s/i</i>	5
Eden's Perfume	desconocido	<i>s/i</i>	D	+++	5
Elizabeth Huntington	Sass	1925	D	<i>s/i</i>	5
<b>Georgina Shaylor</b>	<b>Shaylor</b>	<b>1908</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>5</b>
James Kelway	Kelway	1900	D	<i>s/i</i>	5
Joker	Rogers	2004	D	no	5
Joyce Ellen (H)	Moots	1960	S-D	<i>s/i</i>	5
Lamartine	Lemoine	1908	D	<i>s/i</i>	5
Octavie Demay	Calot	1867	D	<i>s/i</i>	5
<b>Pêcher (Fleur de Pêcher, Noemie Demay)</b>	<b>Calot</b>	<b>1867</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>5</b>
Peppermint	Nicholls	1958	D	<i>s/i</i>	5
Pink Moon (H)	Bockstoe/Landis	1974	D	<i>s/i</i>	5
Aerie	Bigger	1949	S-D	no	6
Alexandre Dumas	Guerin	1862	D	+	6
Anna Pavlova	Kelway	<i>s/i</i>	D	<i>s/i</i>	6
<b>Annisquam</b>	<b>Thurlow y Stranger</b>	<b>1951</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>6</b>
Attar of Roses	Murawska	1951	D	<i>s/i</i>	6
Bernice Carr	Hollingsworth	1995	S-D	<i>s/i</i>	6
Bessie	Krekler	1958	D	<i>s/i</i>	6

*Cuadro 11.6. Continuación*

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Bev	Krekler	1975	D	++	6
Elise Renault	Doriat	1926	D	s/i	6
Faith Fenton	Brethour	s/i	D	+++	6
First Arrival (ITOH)	Anderson	1986	S-D	++	6
Germaine Bigot	Dessert	1902	D	s/i	6
Heavenly Pink	desconocido	s/i	D	s/i	6
Judge Berry	Brand	1907	D	s/i	6
<b>Katryn (Catharina) Fonteyn</b>	<b>desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>6</b>
Kelway's Exquisite	Kelway	1912	D	s/i	6
Lake of Silver	Franklin	1920	D	s/i	6
Madame Furtado	Guerin	1856	D	s/i	6
Mammoth Rose	Franklin	1940	D	s/i	6
Mme Calot	Mielllex	1856	D	++	6
<b>Mons Jules Elie</b>	<b>Crousse</b>	<b>1888</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>6</b>
Prince of Darkness	Brand	1907	D	s/i	6
Raspberry Clown	Klehme	1995	D	s/i	6
Rosy Cheek (H)	Saunders	1943	S-D	s/i	6
Ruth Cobb	Wild	1963	D	s/i	6
Shannon	Brown	1952	D	s/i	6
Sweet Melody	Hollingsworth	1992	S-D	s/i	6
The Nathans	Kelsey	1937	D	+	6
A G Perry	Brand	1933	D	s/i	7
<b>Better Times</b>	<b>Franklin</b>	<b>1941</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>7</b>
Circus Circus	Klehme	1995	S-D	s/i	7
Ellen Foster	Brand	1937	D	s/i	7
<b>Gayborder June</b>	<b>Hoogendoorn</b>	<b>1949</b>	<b>S-D</b>	<b>+</b>	<b>7</b>
Gloire de Charles	Gombault	1866	D	s/i	7
Judge Snook	Good	1930	D	s/i	7
<b>Lorelei (H)</b>	<b>Hollingsworth</b>	<b>1996</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>7</b>
Madame Benoit Riviere	Riviere	1911	D	s/i	7
Mary Auten	Auten	1933	D	s/i	7
Pink Glow	Auten	s/i	D	s/i	7
Praire Princess	Hollingsworth	1984	D	++	7
<b>Therese</b>	<b>Dessert</b>	<b>1904</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>7</b>
Armistice	Kelsey	1938	D	+++	8
Asa Gray	Crousse	1886	D	no	8
Cincinnati	Krekler	1962	D	s/i	8
<b>Edulis Superba</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1824</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>8</b>
Edulis Supreme	Kriek	s/i	D	s/i	8
Exquisite	Kelway	1902	D	s/i	8
<b>June Rose</b>	<b>Jones</b>	<b>1938</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>8</b>
Kelway's Daystar	Kelway	s/i	D	s/i	8
Ladonna (H)	Hollingsworth	1997	D	++	8
Loren Franklin	Franklin	1931	D	s/i	8
Mme Ducel	Mechin	1880	D	s/i	8
Modeste Guerin	Guerin	1845	D	s/i	8

Cuadro 11.6. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Mrs Livingstone Farrand	Nicholls	1935	D	s/i	8
Philomele	Calot	1861	D	+++	8
Rozella	Reath	1991	D	+	8
Secretary Fewkes	Shaylor	1917	D	s/i	8
The Fawn	Wright	s/i	D	s/i	8
<b>Walter Faxon</b>	<b>Richardson</b>	<b>1904</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>8</b>
Anastasia	Hollington	2001	D	++	9
Athelstane	Brown	1935	D	s/i	9
Bandit	Krekler	1977	D	s/i	9
Banner Bright	Franklin	s/i	S-D	++	9
Blanche King	Brand	1922	D	s/i	9
Cornelia Sheylor	Shaylor	1919	D	s/i	9
Ella Christiansen	Brand	1925	D	s/i	9
Eugenie Verdier	Calot	1864	D	s/i	9
Gilbert Barthelot	Doriat	1931	D	s/i	9
Gilbert H Wild	Nicholls/ Wild and Son	1857	D	++	9
Irving Flint	Kelsey	1935	D	s/i	9
Mme Emile Galle	Crousse	1881	D	s/i	9
Nancy Nora	Bernstein	1942	D	s/i	9
Peach Fluff	Wild	1964	D	s/i	9
Pink Delight	Klehm	1995	S-D	s/i	9
Pink Pearl	Reath	1991	D	+++	9
Pink Pom Pom	Reath	1992	D	++	9
Raggedy Ann	Krekler	1958	D	s/i	9
Sandra Marie	Hollingsworth	1998	S-D	s/i	9
Sibelius	Rosenfield	1939	D	s/i	9
Truly Yours	Nicholls/Wild	1958	D	s/i	9
<b>Angel Cheeks</b>	<b>Klehm</b>	<b>1975</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
Auguste Dessert	Dessert	1920	S-D	+	10
Dawn's Flush	Neeley	1936	D	s/i	10
Donald	Kelsey	1936	D	s/i	10
E. G. Hill	Lemoine	1906	D	s/i	10
Elwood Pleas	Pleas	1900	D	s/i	10
Exotic	Kelsey	1936	S-D	s/i	10
Frances Mains	Mains	1955	D	s/i	10
<b>Hansina Brand</b>	<b>Brand</b>	<b>1925</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>
Helen Hayes	Murawska	1943	D	s/i	10
<b>La France</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1901</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
Marguerite Gerard	Crousse	1892	D	s/i	10
Mary Eddy Jones	Nicholls	1961	D	s/i	10
Mme E. Debatene	Dessert/Doriat	1927	D	s/i	10
<b>Mrs. Franklin D.</b>	<b>Franklin</b>	<b>1932</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
<b>Queen of Sheba</b>	<b>Sass</b>	<b>1937</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>
Raspberry Ice	Klehm	1980	D	s/i	10
Vesper	Kelsey	1935	D	s/i	10
Alberta Kelsey	Kelsey	1937	D	+++	11

*Cuadro 11.6. Continuación*

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Amberglow	Thurlow's and Strangers	1951	D	s/i	11
Armance Dessert	Doriat	1929	D	s/i	11
Blush	Nicholls	1941	D	s/i	11
<b>Claire Dubois</b>	<b>Crousse</b>	<b>1886</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>11</b>
<b>Dinner Plate</b>	<b>Klehm</b>	<b>1968</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>11</b>
Ella Lewis	Lewis	1925	D	s/i	11
<b>Fairy's Petticoat</b>	<b>Klehm</b>	<b>1963</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>11</b>
Fragans	Banks	1805	D	+++	11
Grace Batson	Sass	1927	D	s/i	11
Henry Avery	Brand	1907	D	s/i	11
Humei	Anderson	1810	D	s/i	11
Jeanne D'Arc	Calot	1858	D	s/i	11
Judy Ann	Wild	1964	D	s/i	11
Lavon	Hollingsworth	1993	D	+++	11
Mandaleen	Lins	1942	D	++	11
Marie Crousse	Crousse	1892	D	s/i	11
Milton Jack	Jack	s/i	D	++	11
Miss Dainty	Bigger	1949	D	s/i	11
Myrtle Tischler	Tischler	1967	D	s/i	11
<b>Pillow Talk</b>	<b>Klehm</b>	<b>1973</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>11</b>
<b>Reine Hortense</b>	<b>Calot</b>	<b>1857</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>11</b>
Dolorodell	Lins	1942	D	++	12
Franklin's Pride	Franklin	1931	D	s/i	12
<b>Hermione</b>	<b>Sass</b>	<b>1932</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>12</b>
<b>James Pillow</b>	<b>Pillow</b>	<b>1936</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>12</b>
Katharine Havenmeyer	Thurlow	1921	D	s/i	12
Lavender Bouquet	Nicholls/Wild	1964	D	s/i	12
Mrs W L Gumm	Gumm	1929	D	s/i	12
<b>Nick Shaylor</b>	<b>Shaylor/Allison</b>	<b>1931</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>12</b>
Petite Elegance	Klehm	1995	S-D	s/i	12
Pink Cameo	Bigger	1954	D	s/i	12
<b>Princess Margaret</b>	<b>Murawska</b>	<b>1960</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>12</b>
Souvenir de Louis Bigot	Dessert	1913	D	s/i	12
Wilford Johnson	Brand	1966	D	s/i	12
Auten's Pride	Auten	1933	D	s/i	13
Candy Hearts	Bigger	1961	D	++	13
Clemenceau	Dessert	1920	D	s/i	13
<b>Doris Cooper</b>	<b>Cooper</b>	<b>1946</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>13</b>
<b>Dr Alexander Fleming</b>	<b>desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>13</b>
Jay Hawker	Bigger	1949	D	++	13
Jeannot	Dessert	1918	D	s/i	13
Jenny Lind	Barr	1860	D	s/i	13
La Perle	Crousse	1886	D	++	13

Cuadro 11.6. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Nancy Gedge	desconocido	s/i	D	s/i	13
Petticoat Flounce	Klehm	1985	D	s/i	13
Pink Derby	Bigger	1966	D	++	13
Springfield	Krekler	1962	D	s/i	13
Venus	Kelway	1888	D	s/i	13
Chestine Gowdy	Brand	1913	D	+++	14
Harriet Farnsley	Brand	1907	D	s/i	14
Lillian Gumm	Gumm	1921	D	++	14
<b>Martha Bulloch</b>	<b>Brand</b>	<b>1907</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>14</b>
Mildred Gardner	Gardner/Hanratty	s/i	D	s/i	14
Mlle. Leonie Calot	Calot	1861	D	s/i	14
Pierre Duchartre	Crousse	1895	D	s/i	14
Rosa Bonheur	Dessert	1905	D	s/i	14
Sensation	Sass	1937	D	s/i	14
Tinka Phillips	Phillips	1953	D	s/i	14
Courage	Bigger	1968	S-D	+++	15
<b>Madelon</b>	<b>Dessert</b>	<b>1922</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>15</b>
<b>Minuet</b>	<b>Franklin</b>	<b>1931</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>15</b>
Pink Wonder	Bigger	1950	D	s/i	15
<b>President Taft</b>	<b>Blaauw</b>	<b>1909</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>15</b>
<b>Sarah Bernhardt</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1906</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>15</b>
Tourangelle	Dessert	1910	D	+++	15
Gene Wild	Cooper/Wild and Son	1956	D	s/i	16
Lady Orchid	Bigger	1942	D	s/i	16
Livingstone	Crousse	1879	D	s/i	16
Alice Crousse	Calot	1872	D	s/i	17
Myra MacRae	Tischler	1967	D	++	17
Susie Q	Klehm	s/i	D	s/i	17
Emma Klehm	Klehm	1951	D	s/i	18
Grandiflora	Richardson	1883	D	s/i	19
Lady Kate	Vories	1924	D	s/i	19
<b>Chiffon Parfait</b>	<b>desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>19</b>
Queen of Hamburg	Sass	1937	D	s/i	19
Serene Pastel	Klehm	2000	D	s/i	19
<b>Vivid Rose</b>	<b>Klehm</b>	<b>1952</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>20</b>
Whopper	Klehm	1980	D	++	20
Flying Pink Saucers	Klehm	1999	S-D	s/i	21
He's My Star	Klehm	2000	D	s/i	21
<b>Pink Parfait</b>	<b>Klehm</b>	<b>1975</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>21</b>
Mary Jo Legere (H)	Pehrson	1978	D	no	22
Jacorma	de Vroomen	1969	D	s/i	24

\*: + leve, ++ moderado, +++ fuerte, s/i sin información

Cuadro 11.7. Variedades blancas dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado, perfume y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Dawn Glow (H)	Saunders/Hollingsworth	1986	S-D	s/i	-3
Moonrise (H)	Saunders	1943	S-D	s/i	-1
Center Point (H)	Saunders	s/i	D	s/i	2
Anna Mary	Krekler	1965	D	s/i	4
Camelia (H)	Saunders	1942	D	s/i	4
Eastern Star	Bigger	1975	D	s/i	4
La Fiancée	Lemoine	1898	D	s/i	4
Snow White	Little	1939	D	s/i	4
Susan B White	Brand	1933	D	s/i	4
<b>Boule de Neige</b>	<b>Calot</b>	<b>1862</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>5</b>
<b>Miss America</b>	<b>Mann/van Steen</b>	<b>1936</b>	<b>S-D</b>	<b>+++</b>	<b>5</b>
Petite Porcelain	Klehm	1998	S-D	s/i	5
Praire Moon (H)	Fay	1979	S-D	no	5
Dr J H Neeley	Neeley	1930	D	s/i	6
Elora	Brown	1949	D	s/i	6
Festival Queen	Lins	s/i	D	s/i	6
Frankie Curtis	Vories	1924	D	s/i	6
Lancaster Imp	Klehm	1987	D	++	6
Luella Shaylor	Shaylor	1917	D	s/i	6
Mrs Fern Lough	Gumm	1930	D	s/i	6
Snow Princess	Klehm	1990	S-D	s/i	6
The Fleece	Kelsey	1936	D	s/i	6
Denise	Lemoine	1924	D	s/i	7
Fringed Ivory	Klehm	1978	D	s/i	7
Joseph Christie	Rosenfield	1939	D	++	7
La Lorraine	Lemoine	1901	D	s/i	7
<b>Le Cygne</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1907</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>7</b>
Marie Jacquin	Verdier	s/i	S-D	+++	7
<b>Marshmallow Puff</b>	<b>Klehm</b>	<b>1989</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>7</b>
Mildred May	Murawska	1943	S-D	s/i	7
My Love	Hollingsworth	1992	D	+	7
Sylver	Klehm/Lienau	1968	D	s/i	7
<b>Charlie's White</b>	<b>Klehm</b>	<b>1951</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>8</b>
<b>Duchesse de Nemours</b>	<b>Calot</b>	<b>1856</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>8</b>
Ethel Mars	Murawska	1943	S-D	+++	8
<b>Festiva Maxima</b>	<b>Miellez</b>	<b>1851</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>8</b>
Golden Bracelet	Brand	1939	D	s/i	8
La Belle Helene	Kelway	1915	D	s/i	8
Madame Emile Lemoine	Lemoine	1899	D	++	8
<b>Mme de Vernville</b>	<b>Crousse</b>	<b>1885</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>8</b>
Pecher Rose	Calot	1867	D	s/i	8
Amalia Olson	Olson	1959	D	++	9
<b>Bowl of Cream</b>	<b>Klehm</b>	<b>1963</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>9</b>
<b>Festiva Supreme</b>	<b>Klehm</b>	<b>1981</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>9</b>

Cuadro 11.7. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
<b>Florence Nicholls</b>	<b>Nicholls</b>	<b>1938</b>	<b>D</b>	<b>+++</b>	<b>9</b>
<b>Gardenia</b>	<b>Lins</b>	<b>1955</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>9</b>
Jubilee	Plees	1908	D	s/i	9
La Tendresse	Crousse	1896	D	s/i	9
<b>Mary Nicholls</b>	<b>Nicholls</b>	<b>1941</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>9</b>
Mrs Edward Harding	Shaylor	1918	D	++	9
White Charm (H)	Glasscock/Falk	1964	D	s/i	9
<b>Bridal Gown</b>	<b>Klehm</b>	<b>1957</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>
Cheddar Pom Pom	Klehm	1986	D	no	10
Flower Girl	Auten	1935	D	s/i	10
Grace Gedge	Kelsey	1934	D	s/i	10
<b>Honey Gold</b>	<b>Klehm</b>	<b>1966</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
<b>Kelway's Glorious</b>	<b>Kelway</b>	<b>1909</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>
La Roserie	Crousse	1888	S-D	s/i	10
Laura Dessert	Dessert	1913	D	++	10
Lois Kelsey	Kelsey	1934	D	s/i	10
Magic Moonbeam	Krekler	1984	S-D	s/i	10
Marcella	Lins	1952	D	s/i	10
Mons DuPont	Calot	1868	D	s/i	10
Mont Blanc	Lemoine	1899	D	s/i	10
<b>Mother's Choice</b>	<b>Glasscock</b>	<b>1950</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
Mother's Day	Kelsey	1936	D	s/i	10
Old Lace	Lins	1945	D	s/i	10
<b>Raspberry Sundae</b>	<b>Klehm</b>	<b>1968</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
<b>Shirley Temple</b>	<b>Desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>10</b>
The Admiral	Franklin	1940	D	s/i	10
To Kalon	Kelsey	1938	D	s/i	10
Victory	Thompson	1944	D	s/i	10
Waterlily	Brand	1931	S-D	s/i	10
Carolina Moon	Auten	1944	D	s/i	11
Cheddar Cheese	Klehm	1973	D	no	11
<b>Cora Louise (ITOH)</b>	<b>Anderson</b>	<b>1986</b>	<b>S-D</b>	<b>+</b>	<b>11</b>
Harry F Little	Nicholls	1933	D	s/i	11
Cheddar Cheese	Klehm	1973	D	no	11
Magic Orb	Krekler	1984	S-D	s/i	11
Marshmallow Button	Klehm	1996	D	s/i	11
Mrs A M Brand	Brand	1925	D	++	11
R A Napier	Brand	1939	D	s/i	11
White Ivory	Klehm	1981	D	s/i	11
A B C Nichollas	Nicholls	1937	D	s/i	12
Alsace-Lorraine	Lemoine	1906	D	s/i	12
<b>Avalanche</b>	<b>Crousse</b>	<b>1886</b>	<b>D</b>	<b>+</b>	<b>12</b>
Evening Star	Sass	1937	D	++	12
Jacob Styer	Styer	1948	D	s/i	12
Rare Etching	Kelsey	1939	S-D	s/i	12
Thura Hires	Nicholls	1938	D	s/i	12

Cuadro 11.7. Continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
White Frost	Reath	1991	D	++	12
Albert Crousse	Crousse	1893	D	++	13
Dr F G Brethour	Sass	1938	D	s/i	13
Lottie Dawson Rae	Reath	1939	D	++	13
Mattie Lafuze	Johnson	1942	D	s/i	13
<b>Moon Over Barrington</b>	<b>Klehm</b>	<b>1986</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>13</b>
Rapture	Thurlow	1937	D	s/i	13
Duluth	Franklin	1931	D	s/i	14
Henry Sass	Sass	1948	D	+++	14
Jack Frost	Krekler	1978	D	s/i	14
Lady of the Snows	Brethour	1938	D	s/i	14
Plymouth	Auten	1931	D	s/i	14
A B Franklin	Franklin	1926	D	+++	15
Carr East	desconocido	s/i	D	s/i	15
<b>Elsa Sass</b>	<b>Sass</b>	<b>1930</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>15</b>
Mrs Franklin Beach	Brand	1925	D	+++	15
Mrs J V Edlund	Edlund	1929	D	++	15
<b>Snow Mountain</b>	<b>Bigger</b>	<b>1946</b>	<b>D</b>	<b>no</b>	<b>15</b>
Couronne D'Or	Calot	1873	D	+++	16
Louise Lossing	Lossing	1943	D	s/i	16
<b>Marie Lemoine</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1869</b>	<b>D</b>		<b>16</b>
Mrs Frank Beach	Brand	1925	D	s/i	16
Snow Ball	Franklin	1933	D	s/i	16
<b>Ann Cousins</b>	<b>Cousins</b>	<b>1946</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>17</b>
<b>Cheddar Surprise</b>	<b>Klehm</b>	<b>1980</b>	<b>S-D</b>	<b>no</b>	<b>17</b>
Leading Lady	Bigger	1955	D	s/i	17
Alesia	Lemoine	1927	D	++	18
Greenland (H)	Pehrson	1989	D	s/i	19
<b>Inmaculee</b>	<b>desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>19</b>
Lord Cavin	Klehm	s/i	D	s/i	19
<b>Bridal Icing</b>	<b>Klehm</b>	<b>1959</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>23</b>
Golden Dawn	Gumm	1923	D	s/i	36

\*: + leve, ++ moderado. +++ fuerte, s/i sin información

Cuadro 11.8. Variedades rosado-coral y coral dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado, perfume y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Salmon Chiffon	Rudolph/Klehm	1981	S-D	s/i	0
Coral Fay (H)	Fay	1973	S-D	s/i	1
Salmon Dream (H)	Reath	1979	S-D	s/i	1
<b>Pink Hawaiian Coral</b>	<b>Klehm</b>	<b>1981</b>	<b>S-D</b>	<b>++</b>	<b>3</b>
<b>Etched Salmon</b>	<b>Cousins/Klehm</b>	<b>1981</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>4</b>
<b>Coral Supreme (H)</b>	<b>Wissing</b>	<b>1964</b>	<b>S-D</b>	<b>s/i</b>	<b>5</b>

Cuadro 11.8. Continuación

Cultivar	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
<b>Coral Sunset (H)</b>	<b>Wissing/Klehm</b>	<b>1981</b>	<b>S-D</b>	<b>s/i</b>	<b>6</b>
<b>Coral Charm (H)</b>	<b>Wissing</b>	<b>1964</b>	<b>S-D</b>	<b>no</b>	<b>7</b>
Coral Wonder (H)	Bockstoe/Landis	1974	D	s/i	7
Topeka Coral (H)	Cousins/Bigger	1975	D	s/i	7
Salmon Glory (H)	Glasscock	1947	D	s/i	9
Coral Isle	Kelway	1939	S-D	s/i	13

\*: + leve, ++ moderado, +++ fuerte, s/i sin información

Cuadro 11.9. Variedades amarillas dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado, perfume y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
<b>Sunny Girl (H)</b>	<b>Reath</b>	<b>1985</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>-2</b>
Goldilocks (H)	Gilbertson	1975	D	+	2
Yellow Heaven (ITOH)	Itoh/Smirnow	1974	S-D	s/i	3
Yellow Emperor (ITOH)	Itoh/Smirnow	1974	S-D	s/i	4
Smirnow Itoh (ITOH)	Itoh/Smirnow	s/i	S-D	s/i	5
Praire Charm (ITOH)	Hollingsworth	1992	S-D	++	7
Lemon Chiffon (H)	Reath	1981	D	s/i	8
<b>Goldmine (H)</b>	<b>exJapan/Smirnow</b>	<b>1954</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>8</b>
Summer Glow (H)	Hollingsworth	1992	D	s/i	8
<b>Bartzella (ITOH)</b>	<b>Anderson</b>	<b>1986</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
<b>Garden Treasure (ITOH)</b>	<b>Hollingsworth</b>	<b>1984</b>	<b>S-D</b>	<b>++</b>	<b>10</b>
Callie's Memory (ITOH)	Anderson	1990	D	s/i	11
<b>Yellow Crown (ITOH)</b>	<b>Itoh/Smirnow</b>	<b>1974</b>	<b>S-D</b>	<b>++</b>	<b>11</b>
<b>Border Charm (ITOH)</b>	<b>Hollingsworth</b>	<b>1984</b>	<b>S-D</b>	<b>s/i</b>	<b>15</b>

\*: + leve, ++ moderado, +++ fuerte, s/i sin información

Cuadro 11.10. Variedades blush dobles (D) y semi-dobles (S-D), mejorador, año de salida al mercado y época de floración relativa a la variedad Red Charm, (Denny, 2003).

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Audrey (H)	Saunders	1938	S-D	s/i	-23
<b>Alice Harding</b>	<b>Lemoine</b>	<b>1922</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>4</b>
Ave María	Mann/van Steen	1936	D	s/i	4
Margaret Lough	Gumm	1929	D	s/i	4
Rare China	Kelsey	1935	S-D	s/i	5
Mrs Euclid Snow	Brand	1939	D	s/i	7
Laura Treman	Nicholls	1943	D	s/i	8
<b>Top Brass</b>	<b>Klehm</b>	<b>1968</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>8</b>
Mrs Harry F Little	Little	1936	D	s/i	9
Frances Willard	Brand	1907	D	++	10
<b>Nancy Nicholls</b>	<b>Nicholls</b>	<b>1941</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>10</b>

Cuadro 11.10. continuación

Cultivar/híbrido	Mejorador	Año	Forma	Perfume*	Floración
Norma Volz	Volz	1962	D	s/i	10
Florence Macbeth	Sass	1924	D	s/i	11
Moonstone	Murawska	1943	D	++	11
<b>Baroness Schroeder</b>	<b>Kelway</b>	<b>1889</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>12</b>
Hans P Sass	Sass	1937	D	s/i	13
Ramona Lins	Lins	1942	D	s/i	13
Virginia Lee	Auten	1939	D	s/i	16
Myrtle Gentry	Brand	1925	D	+++	19
<b>Moon River</b>	<b>desconocido</b>	<b>s/i</b>	<b>D</b>	<b>s/i</b>	<b>19</b>
Solange	Lemoine	1907	D	s/i	19
<b>Candy Stripe (ITOH)</b>	<b>Anderson</b>	<b>1981</b>	<b>D</b>	<b>++</b>	<b>20</b>
Marilla Beauty	Kelsey	1940	D	s/i	20

\*: + leve, ++ moderado, +++ fuerte, s/i sin información.

En negrita se indican las variedades recomendadas para flor de corte por Stevens et al. (1993), Stevens (1998), Gast (2000), Maillat (2001), Chapugier y Maillat (2001) y McGeorge (2006), muchas de ellas presentes en Chile en plantaciones comerciales y otras, en plantaciones muy jóvenes o a nivel de viveros sin que todavía hayan sido comercializadas como flores de corte.

Como se puede observar en el Cuadro 11.5, la época de floración con las variedades rojas abarca desde 13 días antes de la floración de la variedad Red Charm hasta 39 días después, con lo cual se pueden llegar a completar 52 días de floración. En el caso de las variedades rosadas (Cuadro 11.6), este período va de 12 días antes y 24 días después, con un total de 36 días de período de floración y en el caso de las variedades blancas (Cuadro 11.7), su período de floración es de 3 días antes y 36 días después que la variedad Red Charm. El caso de las variedades blush (Cuadro 11.10) es interesante, porque completa un total de 43 días de floración, con 23 días antes y 20 días después de la floración de la variedad Red Charm.

Las variedades rosado-coral, coral, salmón y amarillas, debido al bajo número de variedades, tienen un total de 13 y 17 días respectivamente, empezando prácticamente junto a la Red Charm. Sin embargo, hay que tomar en consideración que precisamente por ser un producto escaso, alcanzan mejores precios en los mercados estadounidense y europeo.

Debido a que la nomenclatura utilizada para definir la época de floración es, a lo menos, de variedades muy tempranas, tempranas, media

estación, tardías y muy tardías, para transformar la época de floración presentada en los Cuadros 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9 y 11.10, se hizo el siguiente ejercicio. Para partir se tomaron dos puntos conocidos, la variedad Red Charm que es una variedad temprana y la variedad Sarah Bernhardt que es una variedad tardía. Así, si el cero corresponde a la mitad de la semana en que florece la variedad Red Charm, son tempranas las variedades que florecen entre los días -3 y 3 y muy tempranas las variedades que florecen antes y hasta el día -4.

Por otro lado, la variedad Sarah Bernhardt, considerada tardía por excelencia, florece alrededor de 15 días después de la Red Charm. Si se coloca el día 15 en el medio de la semana de floración de la variedad Sarah Bernhardt, entonces una variedad tardía es aquella que florece entre los días 12 y 18. Así, una variedad de media estación es la que florece entre los días 4 y 11 y una variedad muy tardía aquella que florece después del día 18. Con lo cual, desde el día -8 al 22, se tendrían al menos 30 días de oferta por productor, sin tomar en cuenta que las peonías más tempranas empezarían el día -23 (blush) y las más tardías (rojas), terminarían su período de cosecha 39 días después de la variedad Red Charm, completándose prácticamente 60 días.

El abanico de oferta que puede abarcar tres a cuatro semanas en cada plantación, se desplaza desde Rancagua a Punta Arenas y de mar a cordillera, generando un período de oferta de peonías que podría ir desde septiembre a enero, aumentando de esta forma la competitividad como país, fundamentalmente frente a la oferta de peonías neozelandesas en el mercado estadounidense.

En el Cuadro 11.11, se dan las variedades existentes en el país y su época de floración de acuerdo a su lugar dentro de la escala obtenida a partir de los resultados de Denny (2003).

Los resultados presentados en el Cuadro 11.11, estarían de acuerdo con Hashida (1990), que señala que alrededor del 65% de las variedades de peonías utilizadas para flor de corte entrarían en la categoría de media estación y el 35% restante estaría repartido entre muy tempranas, tempranas, tardías y muy tardías. Por esta razón, es que algunos autores han subdividido la categoría de media estación, en media estación temprana, media estación y media estación tardía, (Stevens, 1998).

Cuadro 11.11. Variedades de peonías herbáceas existentes en el país ordenadas por color y época de floración de acuerdo a la escala planteada por Denny (2003).

Epoca de floración/Variedades/Color				
muy tempranas	tempranas	media estación	tardías	muy tardías
<b>rojas</b>				
sin información	Red Charm	Adolphe Rousseau	Felix Supreme	sin información
	Buckeye Belle	Diana Parks		
	Many Happy Return	Peter Brandt		
	Eliza Lundy	Big Ben		
		Highlight		
		Inspecteur Lavergne		
		Kansas		
		Renato		
		Felix Crousse		
		Henry Bockstoce		
		Command Performance		
		Karl Rosenfield		
		Paul M Wild		
		Victoire de la Marne		
<b>rosadas</b>				
sin información	Paula Fay	Catharina Fonteyn	Doris Cooper	sin información
	Amabilis	Monsieur Jules Elie	Dr. Alexander Fleming	
		Gayborder June	L'Eclactante	
		Lorelei	Madelon	
		Edulis Superba	Sarah Bernhardt	
		Dinner Plate		
<b>blancas</b>				
sin información	sin información	Boule de Neige	Elsa Sass	Lilian Wild
		Charlie's White	Snow Mountain	Inmaculee
		Duchesse de Nemours	Marie Lemoine	
		Festiva Maxima	Ann Coussins	
		Bowl of Cream		
		Festiva Supreme		
		Florence Nicholls		
		Gardenia		
		Mother's Choice		
		Shirley Temple		
		Cora Louise		
<b>coral</b>				
sin información	Pink Hawaiian Coral	Coral Supreme	sin información	sin información
		Coral Sunset		
		Coral Charm		
<b>amarillas</b>				
sin información	Bartzella	sin información	sin información	sin información
	Garden Treasure			
<b>blush</b>				
sin información	sin información	Top Brass	Baroness Schroder	sin información
		Nancy Nicholls		

Aún, cuando el Cuadro 11.11 presenta el resultado de un análisis teórico, indica que en el país prácticamente no hay variedades muy tempranas o variedades muy tardías y aunque solo es un ejercicio se puede concluir que en la producción nacional se deberían incorporar, a lo menos, variedades blancas muy tempranas y tempranas, variedades rojas tardías y muy tardías y variedades rosadas, muy tempranas, tempranas y muy tardías, debido a que generalmente los compradores piden cajas “mix” que deben contener al menos los tres colores básicos. En la Temporada 2010/2011, hubo productores que no pudieron comercializar las flores de la variedad Sarah Bernhardt (generalmente la más tardía de su producción), por no tener flores blancas o rojas que la acompañaran, (Ibáñez, 2011).

### **Forma**

Los exportadores indican que las flores cortadas de peonías que se comercializan en los mercados estadounidense y europeo son semi-dobles y dobles, que incluyen las formas semirosa, rosa, corona, globo y bomba definidas en el Capítulo 1. En general, las variedades simples, japonesas y anémona prácticamente no se transan en Estados Unidos como flores de corte pero podrían ser solicitadas por el mercado japonés. Sin embargo en FloraHolland (2007), la principal subasta holandesa, se comercializan normalmente las variedades simples Krinkled White (blanca), Flame (rosada) y Blaze y Scarlet O’Hara (rojas).

Por otra parte, los comercializadores siempre buscan novedades o nuevos productos para introducir al mercado, demanda que podría ser en parte, satisfecha con variedades simples con buen pronóstico de poscosecha y vida útil, (Gast, 2000).

Las variedades de los tipos o formas semi-dobles, semirosa, rosa, corona, globo y bomba, por su gran número de pétalos presentan botones compactos con mayor resistencia al traslado y a la deshidratación y por lo tanto con mejores resultados en poscosecha, característica fundamental para su utilización como flores de corte destinadas a exportación, (Stevens et al., 1993; Yagello y Sáez, 1999).

### **Color**

El color es la característica más atractiva de las flores tanto en el jardín como en un florero y en el caso de las peonías todos los colores son apetecidos. D’Aoust (2004), indica que el rango de colores las flores de las peonías herbáceas va desde el blanco al amarillo pasando por el coral al rosado, rojo y marrón.

Valdivia (2002) indica que los colores de moda son las tonalidades fuertes, atrevidos y brillantes; pero los colores preferidos son siempre los tonos pastel, amarillo claro y rosa pálido.

El rosado es el color más común en las peonías herbáceas y se presenta en todos los tonos, desde el rosado pálido de la variedad Sweet Melody al tono fluorescente de la Paula Fay. También el rojo, puede variar desde el rojo puro a color rojo remolacha y las peonías blancas van desde el blanco nieve al crema, (Figura 11.3).



Figura 11.3. Algunas de las variedades blancas más adecuadas para flores de corte, (Sáez et al., 2008).

Muchas peonías blancas al inicio presentan un tinte rosado, especialmente si se cultivan en zonas frías, como ocurre con la variedad Shirley Temple en Punta Arenas. En esta variedad, al hacer los ramos para el embalaje, se deben seleccionar los cinco botones con igual tono de rosado, lo que hace el proceso un poco más lento que en otras variedades (Sáez, 2002).

Los exportadores, normalmente, clasifican las peonías en blancas, rojas, rosadas, rosado-coral, amarillas y de color indeterminado con tonos rojizos o rosados (blush). Sin embargo, para determinados nichos de mercado, cada color podría ser clasificado, a lo menos, en oscuros (profundos, fuertes), normales y claros. Por ejemplo, algunos compradores clasifican la variedad Karl Rosenfield como rojo púrpura, la variedad Red Charm como rojo oscuro o rojo profundo, la variedad Henry Bockstoce como rojo o rojo brillante, la variedad Kansas como rojo claro, la variedad Felix Crousse como rojo carmesí y la variedad Buckeye Belle como rojo marrón, (Figura 11.4).



Figura 11.4. Algunas de las variedades rojas más adecuadas para flores de corte, (Sáez et al., 2008).

En el caso de las variedades rosadas, la variedad Amabilis puede ser catalogada como rosado fuerte, la variedad Sarah Bernhardt como rosada y la Peiche, como rosado pálido. Dentro de estas denominaciones subjetivas, Maillat (2001), por ejemplo, clasifica a la variedad Shirley Temple como una

variedad rosada y Denny (2003), cataloga como variedad roja a la L'Eclatante, en consecuencia que Covacevich y Sáez, (2001), las han considerado como variedades blanca y rosada, respectivamente. En la figura 11.5 se presentan algunas de las variedades rosadas de mejor pronóstico comercial.



Figura 11.5. Algunas de las variedades rosadas más adecuadas para flores de corte. Se incluyen las variedades Doreen, tipo anémona y Paula Fay, tipo simple, (Sáez et al., 2008).

En todo caso, como muchas variedades de peonías van variando en color a través de su proceso de apertura, Wang et al. (1998), indican que el momento adecuado para definir el color de cada variedad es cuanto las flores se encuentran completamente abiertas.

En la Figura 11.6, se presenta el rango de colores en que se pueden encontrar las peonías comercializadas como flores de corte. Con una escala de este tipo es muy difícil decidir, por ejemplo, donde termina el rosado y empieza el rojo.

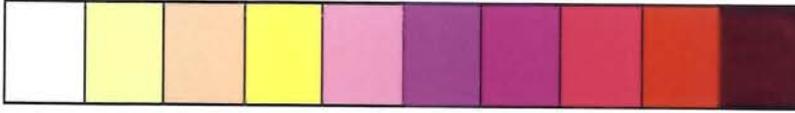


Figura 11.6. Escala de colores en que se encuentran la mayoría de las peonías, herbáceas y arbustivas, (Heartland Peony Society, 2008).

Debido a la dificultad en la definición del color, Wang et al. (1998), recomiendan el uso de la carta de colores de la Royal Horticultural Society, que indica el color pero al mismo tiempo el código correspondiente en la carta entre paréntesis, por ejemplo, la variedad Fen Yu Qiu es rosada (73-C).

El color de las flores está definido por la presencia (o ausencia) de pigmentos específicos cuyo origen es genético y en las peonías, todavía el color es el resultado del intercambio natural de genes o del trabajo de los hibridadores que polinizan las flores en forma manual. En otras especies, ya se está trabajando en crear colores a través del intercambio artificial de genes, (D'Aoust, 2003).

El amarillo es ciertamente un color poco común en el mundo de las peonías herbáceas y en general, cuando se presenta tiende a ser muy tenue. Por otra parte, el amarillo está presente en un gran número de variedades de peonías arbustivas y es el color predominante en las variedades Itoh o interseccionales (*Paeonia lactiflora* x *P.suffruticosa*). La especie de peonía herbácea que posee la mayor proporción de pigmentos amarillos es *Paeonia mlokosewitschii* y en las peonías arbustivas las variedades amarillas corresponden a *Paeonia lutea* y *P.potanini*, (Jiajue et al., 2005).

Las variedades interseccionales amarillas, Yellow Crown, Yellow Emperor, Yellow Dream y Yellow Heaven fueron los primeros cultivares creados por Itoh entre 1940 y 1950 y son ofrecidas tanto en los viveros como en centros de jardinería. Por lo mismo existe consenso en que a través de los años estas variedades se han entremezclado, especialmente por su gran parecido y amplia distribución, agrupándose con el nombre de Yellow Crown.

Por otro lado, D'Aoust (2003) indica que las variedades Itoh, Garden Treasure, creada por Don Hollingsworth en 1984 y Bartzella, creada por Roger Anderson en 1986, se caracterizan por sus flores amarillo fuerte perfectamente formadas y por su fragancia, (Figura 11.7).



Figura 11.7. Variedades interseccionales o Itoh de color amarillo, de las cuales Yellow Crown, Bartzella y Garden Treasure están siendo establecidas en el país para ser comercializadas como flores de corte, (Sáez et al., 2008).

El amarillo de las peonías herbáceas descendientes de *Paeonia mlokosewitschii*, es mas claro que el obtenido en las variedades Itoh. Una de las variedades introducida a Chile para su cultivo como flor de corte es Goldmine también conocida como Oriental Gold, Aurea, Golden Wheel, Yokihi o Huang Jin Lun, dependiendo de quien la ofrezca. Es una peonía doble y sus flores son definitivamente amarillo claro, (Figura 11.8).



Figura 11.8. Variedades de peonías herbáceas amarillas, (Sáez et al., 2008).

Otras variedades dobles de peonías herbáceas amarillas son Goldilocks, Lemon Chiffon, Summer Glow y Sunny Girl, (D'Aoust, 2003). La variedad Goldilocks (Gilbertson, 1975), es el resultado del cruzamiento entre Goldmine y Claire de Lune (simple), es decir tiene una doble dosis de pigmentos amarillos, ya que ambos padres son considerados de este color. De hecho, la variedad Claire de Lune es el resultado del cruzamiento entre *Paeonia mlokosewitschii* y *P.lactiflora*.

De todos los colores, aparte del amarillo, las variedades rosado-coral son las que presentan una mayor demanda debido a su escasez y precocidad. La mayoría de estos híbridos provienen del cruzamiento entre *Paeonia peregrina*, que entrega el color y la precocidad y *P.lactiflora* que aporta el largo y la robustez de los tallos. Dentro de las variedades de color coral o rosado-coral, la variedad Coral Charm es una de las más cultivadas para flor de corte en el país y en Nueva Zelanda, logrando excelentes precios a su llegada al hemisferio norte, (Figura 11.9).



Figura 11.9. Algunas de las variedades de color rosado-coral o coral recomendadas para flor de corte, (Sáez et al., 2008).

Denny (2009), indica que del total de las variedades dobles y semi-dobles observadas (590), se puede encontrar un 43.6% de rosadas, un 28% de rojas, un 20.7% de blancas, un 2.4% de amarillas, un 1.9% de rosado-coral y un 3.6% de blush. De estas últimas, muchas están clasificadas como variedades blancas como Alice Harding y Baroness Schroeder, pero

en general, se ocupan como flores de corte para completar la temporada o porque alguna variedad es especialmente apetecida.

## **Productividad**

El rendimiento definido como el número de varas comerciales/planta, es una característica varietal que condiciona el cultivo para la producción de flores de corte, (Stevens et al., 1993; Stevens, 1998).

Stevens et al. (1993), señalan que las peonías deben ser descabezadas y desbotonadas durante las primeras tres temporadas de floración para que la corona alcance su madurez fisiológica y aumente de tamaño. Solo, de esta forma, a la cuarta temporada se pueden esperar rendimientos de 20 a 30 tallos florales/planta, dependiendo de la variedad. Del total de los tallos solamente se debe cosechar un 30% y de esta manera al quinto año se obtendrá una planta vigorosa que puede llegar a producir entre 36 y 50 tallos florales/planta, de los cuales solo se debe cosechar solo el 50%.

En la práctica, fundamentalmente, por la presión de los costos operacionales en una plantación comercial se descabezan y desbotonan las dos primeras floraciones y a partir de la tercera, se cosecha como máximo el 50% de las varas totales, (Sáez, 2002).

Aún cuando las peonías pueden mantener su productividad durante 25 años (Stevens et al., 1993; Stevens, 1998), resultados obtenidos por Maillat (2001), indican que las peonías cosechadas para flor de corte, decaen en su producción entre la séptima y octava floración. Armitage (1993), señala que el manejo intensivo de las plantas causa una disminución de su productividad entre los 8 y 12 años desde que se empiezan a cosechar y recomienda dividir al año siguiente de haber tenido una baja en la producción.

La recomendación dada por Armitage (1993), trae consigo el peligro de quedar sin producción durante los tres años siguientes a la división, por lo que Sáez (2002) recomienda ir dividiendo y rejuveneciendo la plantación de acuerdo a una calendarización que permita estabilizar la producción anual en varas comerciales/planta.

En el Cuadro 11.12, se presentan los rendimientos obtenidos por Maillat (2001), entre el primer (plantas de 3 años de edad) y séptimo año de producción en coronas establecidas en el año 1991.

Cuadro 11.12. Rendimientos en flores/planta por temporada, en coronas establecidas durante en 1991 en Antibes (Francia), (Maillat, 2001).

Variedad/temporada	Rendimientos (flores/planta)						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Amabilis	1.8	3.9	7.3	8.8	10.2	12.3	9.9
Bouchalart	2.8	4.6	4.2	5.3	6.7	9.3	6.2
Candidissima	2.9	9.4	12.9	13.4	14.3	12.6	9.4
Claire Dubois	0.6	4.2	3.2	3.1	2.1	3.9	0.5
Doyen d'Enghein	4.8	5.5	5.4	10.8	11.2	9.0	7.5
Felix Crousse	7.3	12.3	14.5	17.1	18.2	20.6	17.0
Festiva Maxima	4.6	7.1	9.7	11.6	16.5	15.4	13.1
Pêcher	3.6	6.4	8.5	9.2	8.9	12.6	12.1
Monsieur Jules Elie	3.9	5.3	4.9	5.3	8.2	10.3	8.3
Kelways Lovely	2.6	5.4	7.8	8.4	10.7	11.9	11.2
Lord Kitchener	4.1	5.9	11.9	10.8	13.0	12.4	11.6
Madame Muysard	4.4	4.5	7.3	5.7	8.2	7.6	6.0
Odile	8.4	11.5	12.1	11.8	15.5	18.4	15.9
Sarah Bernhardt	3.4	10.6	8.0	7.6	6.9	11.4	7.1
Washington	5.0	8.3	8.0	10.7	11.8	9.5	7.3

Los resultados presentados por Maillat (2001) muestran una tendencia de los rendimientos a incrementarse cada año, hasta el sexto o séptimo año de producción dependiendo de la variedad (8 y 9 años desde su plantación), edad en que los rendimientos decaen en forma notoria.

Para presentar los rendimientos en forma comparativa Maillat (2001), propone una escala con tres grados: baja productividad (+), entre 0.1 y 4.0 varas comerciales/planta, productividad media (++), entre 4.1 y 7.0 varas comerciales/planta y alta productividad (+++), desde 7.1 varas comerciales/planta.

Cuadro 11.13. Efecto del ecosistema en la productividad, (Sáez et al., 2008)

Variedad	Kansas	Antibes	P.Arenas	Coyhaique	Osorno
	37°50' L.N.	43°34' L.N.	53°10' L.S.	45°34' L.S.	40°35' L.S.
Dr. Alexander Fleming	3.0	3.4	4.5	8.3	8.0
Duchesse de Nemours	2.8	1.3	1.5	10.0	8.0
Kansas	0.4	3.3	4.8	8.0	8.0
Sarah Bernhardt	10.2	10.6	0.3	12.0	10.0

En el Cuadro 11.13, se presenta la productividad estabilizada, expresada como varas comerciales/planta, en resultados obtenidos para las mismas variedades con igual edad por Gast (2000) en Kansas (U.S.A), Maillat

(2001) en Antibes (Francia), Covacevich y Sáez (2003) en Punta Arenas, Manzano (2004) en Coyhaique y Montesinos (2008) en Osorno. Debido a la influencia que presentan las características del ecosistema en el cual se encuentra cada plantación de peonías, la escala de productividad propuesta por Maillat (2001), solo tiene validez en condiciones similares.

Como se puede observar, de las cuatro variedades comparadas, solo Sarah Bernhardt presenta una productividad similar en los distintos ecosistemas, excepto en Punta Arenas donde la temperatura media de verano no sobrepasa los 10 °C. Esta situación implica que las variedades tardías a muy tardías como Sarah Bernhardt, no alcancen a completar sus requerimientos de grados-día.

### **Altura de plantas**

La altura de las plantas entrega el largo comercializable de las varas por variedad. De acuerdo a Stimart (1985), la altura de la planta está relacionada con la latitud y por consiguiente, con la duración del período de frío a que han estado sometidas las plantas. Por ejemplo, el promedio en Fremont (California) es de 25 cm, en Pantego (North Carolina) de 45 cm y en los estados sobre el oeste medio, de 60 a 90 cm. Sin embargo, más que el período de frío lo que influye es la temperatura imperante después de la emergencia, (Capítulo 2). Así, en zonas de mayor temperatura donde las plantas pueden acumular rápidamente los grados-día necesarios para alcanzar su madurez fisiológica, las varas tendrán un largo menor comparado con el largo obtenido en zonas con temperaturas más bajas, en las cuales el período de crecimiento es mayor, (Sáez et al., 2008).

En los Jardines de Variedades ubicados entre las regiones VII y XII, en los que se compararon las mismas variedades (Cuadro 11.1), la tendencia indica que la mayor altura se obtuvo en Magallanes y Coyhaique y la menor en Curicó, (Bahamonde, 2008; Covacevich, 2008; Manzano, 2008; Montesinos, 2008). Esta característica es muy importante al momento de elegir las variedades a incorporar a una plantación de peonías para flor de corte, porque el largo mínimo de exportación es de 60 cm y solo en casos especiales se acepta un calibre de 50 cm.

### **Fragancia**

La fragancia puede ser caracterizada por el tipo de perfume así como por su relativa fuerza, (Cuadros 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9 y 11.10).

En los jardines, las peonías fuertemente perfumadas se pueden oler desde lejos, mientras que para conocer el perfume de otras hay que acercarse a corta distancia. Por otra parte, lo que para determinadas personas es un aroma agradable para otras es insoportable y por lo mismo, es un factor a considerar en las peonías utilizadas para flor de corte.

En general, las variedades sin perfume y las que presentan una fragancia moderada son las más utilizadas para mantener en un florero en una habitación que normalmente está calefaccionada. La fragancia puede cambiar a lo largo del día como también en el proceso de apertura de las flores, (D'Aoust, 2004).

Algunas peonías tienen una fragancia de rosas o un agradable aroma cítrico, pero también hay algunas de las que emana un olor desagradable. En el rango de colores, dentro de las variedades blancas, blush y rosadas existen un gran número de variedades con un exquisito perfume, característica que es más difícil encontrar en las variedades rojas, (D'Aoust, 2004).

Por ejemplo, dentro de las variedades blancas, la variedad Duchesse de Nemours presenta una dulce fragancia a través de toda la vida de las flores. La variedad Baroness Schroeder se caracteriza por su aroma a rosas, lo mismo que la verdadera Festiva Maxima y la variedad Ann Cousins. Dentro de las rosadas, las variedades que presentan un aroma agradable son, entre otras, Monsieur Jules Elie, Dr. Alexander Fleming, Doris Cooper y Mister Ed. Rogers (1995), señala que la variedad Victoria de la Marne presenta un olor desagradable, sin embargo Covacevich y Sáez (2001), que la utilizaron como flor de corte no lo percibieron.

## Identificación de las variedades

Debido a que los productores de peonías para corte dependen todavía, del material genético ofrecido en Holanda o Estados Unidos, no es raro que reciban un material que no corresponde a lo solicitado y cancelado. Con el agravante que muchas veces la variedad recibida no tiene nombre conocido y se necesita conocer para poder salir al mercado, (Figura 11.10).

Manzano (2008), al instalar el Jardín de Variedades en Coyhaique determinó como la variedad Monsieur Jules Elie, adquirida en Holanda, venía mezclada con otras variedades del mismo color. Esta situación se repite en la mayoría de los embarques de peonías recibidos en el país, en los cuales, en cada variedad viene una o varias plantas que no corresponden a

la denominación indicada. Es muy importante que cada productor conozca su oferta y por lo tanto, debe caracterizar sus variedades como una forma de defender su negocio



Figura 11.10. Variedades rosadas recibidas desde Holanda como variedad Monsieur Jules Elie, (Manzano, 2008).

Desafortunadamente no es simple identificar una variedad. Una fotografía, que normalmente es lo único con lo que se cuenta no entrega detalles sino solo una visión general de su color y forma. Para identificar las variedades desconocidas se necesita llevar un registro de sus características por lo menos durante tres temporadas de producción, o sea, de plantas adultas, para poder comparar las observaciones con las descripciones documentadas en los registros de la American Peony Society, (D'Aoust, 2007).

Por otro lado, D'Aoust (2007), señala que si se estudian los registros ingresados en los últimos 150 años en la American Peony Society, solamente una pequeña fracción del número total de variedades de peonías cuentan con la caracterización a un nivel de detalle suficiente para llegar a la identificación de una variedad desconocida. Por ejemplo, la descripción de la variedad Sea Shell dice lo siguiente:

Variedad simple, rosada, de media estación, alta. Esta variedad ha sido siempre una de las más admiradas en los jardines de variedades expuestos al público. Presenta grandes flores de un rosado pálido

brillante con centro amarillo lleno de estambres. Un centro de atracción en el jardín y simplemente hermosa como flor de corte.

Como indica D'Aoust (2007), esta descripción tan general puede corresponder a muchas otras variedades cambiando solo la época de floración, que como ya se ha visto es una característica muy dependiente de cada ecosistema. Otra fuente de información para la identificación de variedades es el Carsten Burkhardt's Web Project Paeonia.

Ciertamente hay que registrar características básicas y generales como color, forma, altura, número de botones laterales y tamaño de la flor, pero también se necesitan otras características para tener una identificación correcta. En primer lugar es útil describir la forma de los botones en estado de precosecha, que puede ser, tal como se presenta en la Figura 11.11, achatada en los polos, esférica o redonda, esférica terminada en punta y alargada o mas larga que ancha, (Wang et al., 1998).

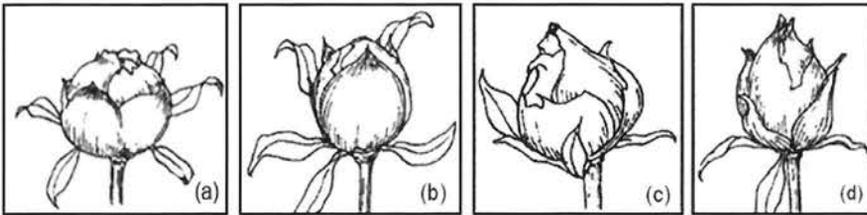


Figura 11.11. Formas de botón. a: achatado en los polos, mas ancho que alto, b: esférico o redondo, c: esférico con punta, d: mas alto que ancho, (Wang et al., 1998).

En la medida que la flor va abriendo, otra característica que puede ser definida, es el número y forma de los pétalos de guarda: circulares, tener la forma de una lágrima invertida, tener forma ovoide con muescas de diferente tipo u ovoides sin muescas, (Figura 11.12).

En el caso de la flor se deben describir las características de estambres y pistilos (carpelos). En los estambres se debe registrar su presencia o ausencia, disposición dentro de la flor, forma, color y largo de filamentos y anteras si están presentes. En los pistilos, además de su presencia o ausencia, es muy importante describir el color de los estigmas y número y características de los carpelos como presencia (completa, parcial) o ausencia y densidad de su vellosidad y el color del disco estaminoidal, (D'Aoust, 1998).

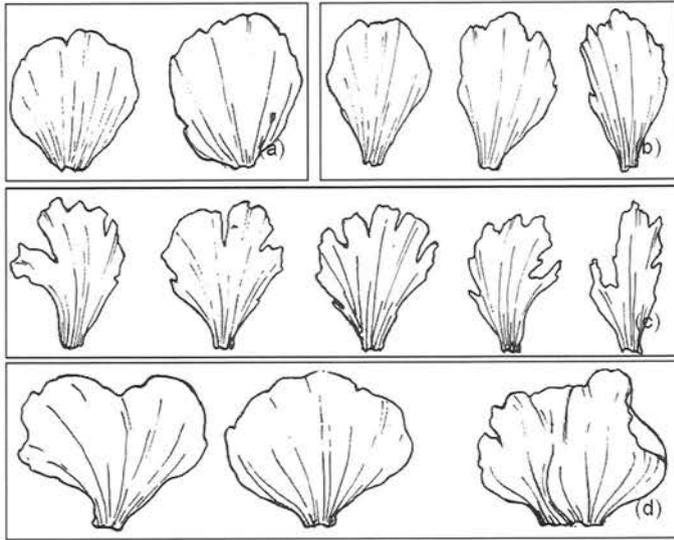


Figura 11.12. Forma de los pétalos de guarda, a: circulares, b: forma de lágrima invertida, c: forma ovoide con muescas, d: ovoide sin muescas, (Wang et al., 1998).

En la Figura 11.13, se presentan las partes de una peonía en una flor simple porque son más fáciles de distinguir, sin embargo las flores de peonías para corte, generalmente no presentan estambres (filamentos y anteras) ya que han sido transformados en estaminoides y a veces tampoco presentan los pistilos (carpelos y estigmas), que han sido transformados en carpeloides. En este caso, es conveniente hacer una segunda observación en una flor lateral debido a que muchas variedades dobles tienen sus estructuras reproductivas totalmente transformadas en la flor principal, pero en las flores secundarias que normalmente tienen un menor desarrollo, es posible observar el color de los estigmas y vellosoidad de los carpelos, (D'Aoust, 2007).

Es obvio que las observaciones deben ser hechas en botones o flores en un mismo estado de desarrollo para poder comparar los resultados, una buena recomendación es hacer la descripción justo al momento de la apertura de la flor principal, (Wang et al., 1998).

Sin duda que la época de floración es una característica importante de definir, sin embargo, la fecha no es suficiente sino que se debe tener un punto de referencia, que debe ser una variedad cultivada en las mismas condiciones. Para esta determinación Denny (2003) y D'Aoust (2007), han propuesto la variedad Red Charm, pero, perfectamente puede ser una variedad que el productor elija, ya que hay ecosistemas en que la variedad

Red Charm se da muy corta, no alcanzando el mínimo para ser exportada. La fragancia es también una determinación importante y puede ser la característica diferenciadora entre una variedad y otra.



Figura 11.13. Partes de una flor de peonía, forma simple, (D'Aoust, 2007).

## Oferta de peonías desde Chile

Valdivia (2002), indica que las variedades más representativas de la oferta chilena de peonías, fundamentalmente en el mercado estadounidense, eran Sarah Bernhardt, Dr. Alexander Fleming (rosadas), Shirley Temple, Duchesse de Nemours (blancas), Louis van Houte, Felix Crousse y Karl Rosenfield (rojas), provenientes en su mayoría de la X Región. El período de oferta se estimaba en aproximadamente 30 días.

Debido a la incorporación de nuevas zonas al cultivo y nuevas variedades, esta situación ha ido cambiando a través de cada temporada y actualmente se exportan alrededor de 36 variedades entre rojas, rosadas, blancas y rosado-coral, brindando una oferta de 13 semanas (90 días), producida entre la VI y XII Regiones, (Cuadro 11.14).

En el Cuadro 11.14 se presentan las variedades de peonías y su color. De las 36 variedades que se estima se comercializaron en la temporada 2008/2009, un 33.3% correspondía a variedades rojas, un 36.1% a variedades rosadas, mayoritariamente Sarah Bernhardt, un 27.8% a variedades blancas y un 2.8% a la variedad Coral Charm de color coral. Esta situación sigue cambiando y se estima que desde la temporada 2010/2011, se están incorporando al mercado tallos de otras variedades color coral como Coral

Supreme y Coral Sunset, tallos de variedades amarillas como Goldmine y nuevas variedades blancas.

Cuadro 11.14. Estimación de las variedades (color) exportadas durante la temporada 2008/2009, entre la segunda semana de octubre y mediados de enero del año siguiente.

Variedades	Semana												
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2
Karl Rosenfield	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro	KR-ro
Red Charm	RCh-ro	RCh-ro	RCh-ro	RCh-ro	-	-	-	RCh-ro	RCh-ro	RCh-ro	RCh-ro	RCh-ro	-
Adolphe Rousseau	-	-	AR-ro	AR-ro	AR-ro	AR-ro	AR-ro	AR-ro	AR-ro	-	-	-	-
Henry Bocktoce	-	-	-	-	HB-ro	HB-ro	HB-ro	-	-	HB-ro	HB-ro	HB-ro	HB-ro
Big Ben	-	-	-	-	BB-ro	BB-ro	BB-ro	-	-	-	-	-	-
Peter Brand	-	-	-	-	PB-ro	PB-ro	PB-ro	-	-	-	-	-	-
Felix Crouse	FC-ro	FC-ro	FC-ro	FC-ro	FC-ro	FC-ro	FC-ro	-	-	-	-	-	-
Red Sarah	-	-	-	-	-	-	RS-ro	RS-ro	-	-	-	-	-
Kansas	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro	Ka-ro
Inspecteur Lavergne	IL-ro	IL-ro	IL-ro	-	-	IL-ro	IL-ro	IL-ro	-	-	-	-	-
Victoria de la Marne	-	-	-	-	VM-ro	VM-ro	VM-ro	-	-	-	-	-	-
Scarlet O'Hara	-	-	-	-	SO-ro	SO-ro	SO-ro	-	-	-	-	-	-
Madelon	-	-	-	-	-	-	Ma-ros	Ma-ros	Ma-ros	-	-	-	-
Bowl of Beauty	-	-	-	BofB-ros	BofB-ros	BofB-ros	-	-	-	-	-	-	-
Edulis Superba	-	-	-	ES-ros	ES-ros	ES-ros	ES-ros	-	-	-	-	-	-
Sarah Bernhardt	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	SB-ros	-
Monsieur Jules Elie	-	-	-	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros	MJE-ros
Lady Alexander Duff	-	-	-	-	-	-	-	-	AD-ros	AD-ros	AD-ros	-	-
Katherine Fonteyn	-	-	-	KF-ros	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amabilis	-	-	-	-	-	Am-ros	Am-ros	Am-ros	-	-	-	-	-
Pecher	-	-	-	Pec-ros	Pec-ros	-	-	-	-	-	-	-	-
Gayborder June	-	-	-	GJ-ros	GJ-ros	GJ-ros	GJ-ros	-	-	-	-	-	-
Doreen	-	-	-	Dor-ros	Dor-ros	Dor-ros	Dor-ros	Dor-ros	-	-	-	-	-
Dr. Alexander Fleming	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	-	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros	DAF-ros
Pink Panther	PP-ros	PP-ros	PP-ros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lilian Wild	-	-	-	-	-	LW-bl	LW-bl	-	-	LW-bl	LW-bl	-	-
Gardenia	-	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl	-	-	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl	Gar-bl
Mother's Choice	-	MC-bl	MC-bl	MC-bl	MC-bl	-	-	-	-	-	-	-	-
Florence Nicholls	-	-	-	FN-bl	FN-bl	FN-bl	FN-bl	-	-	-	-	-	-
Charlie White	-	-	-	-	CW-bl	CW-bl	-	-	-	-	-	-	-
Duchesse de Nemours	-	-	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl	DN-bl
Festiva Maxima	-	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl	FM-bl
Inmaculee	-	-	-	-	-	Inm-bl	Inm-bl	Inm-bl	Inm-bl	Inm-bl	-	Inm-bl	Inm-bl
Mary Nicholls	-	-	-	-	-	-	-	MN-b	-	-	-	-	-
Shirley Temple	-	-	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl	ST-bl
Coral Charm	-	CCh-co	CCh-co	CCh-co	-	-	-	CCh-co	CCh-co	-	-	-	-

\*ro: roja, ros: rosada, bl: blanca, co: coral.

Con respecto a la época de cosecha, el Cuadro 11.14 muestra que las variedades rojas Kansas y Karl Rosenfield están presentes durante las 13

semanas de exportación, las demás variedades presentan lagunas importantes que provocan déficit del color en algunas semanas. Lo mismo ocurre con las variedades rosadas, en las cuales las más importantes son Sarah Bernhardt, Monsieur Jules Elie y Dr. Alexander Fleming con presencia en 11, 10 y 12 semanas, respectivamente. En este sentido, las variedades blancas más importantes son: Gardenia con 10 semanas, Duchesse de Nemours y Shirley Temple con 11 semanas y Festiva Maxima con 12 semanas de presencia en el mercado a partir de la tercera semana de octubre (semana 43).

Por otro lado, de las 36 variedades exportadas solo Scarlet O'Hara es simple y Bowl of Beauty y Doreen son del tipo anémona, las otras 33 variedades son dobles o semi-dobles, incluyéndose en el grupo de las variedades dobles, aquellas del tipo corona, rosa, semirosa, globo y bomba.

Este análisis puede servir para tomar la decisión de compra de las variedades de peonías para flor de corte, dependiendo de la zona en que se encuentre ubicado cada productor. Lo más importante es tener en consideración que en la medida que se aumenta el número de plantas de una variedad en un sector determinado, se corre el riesgo de saturar el mercado y tener un retorno menor, como es lo que ha ocurrido con la variedad Sarah Bernhardt en la X Región, (Sáez, 2002).

Si se toma en consideración que en general la exportación de peonías herbáceas al hemisferio norte empieza en la semana 41 y termina en la semana 3, se tiene un período de comercialización como país de 14 semanas. Estos tres meses y medio de presencia en los mercados, ubica a Chile en una posición óptima en cuanto a competitividad.

# 12

## Comercialización

---

A nivel mundial, la demanda de flores de corte ha aumentado de forma importante en las últimas décadas pasando de ser un consumo ocasional de especies tradicionales a un consumo regular, con una demanda creciente de variedades exóticas y fuera de estación. Constituyendo así un elemento decorativo habitual en los hogares del hemisferio norte, siendo Europa, Estados Unidos y Japón, los principales consumidores e importadores mundiales de flores de corte, (Figura 12.1).



Figura 12.1. Peonías estadounidenses ofrecidas a fines de mayo, época de producción en el hemisferio norte, (Ibáñez, 2009).

Infocenter (2010), indica que las importaciones europeas de flores de corte representan más del 65% de la demanda mundial, pero de este porcentaje, cerca del 75% procede de la propia Unión Europea y más concretamente de Holanda que presenta una actividad importadora/reexportadora. Por otra parte, dentro de los países europeos, Suiza, Alemania y el Reino Unido son los mercados con mayor demanda, (Figura 12.2).



Figura 12.2. Demanda mundial de flores de corte, (Infocenter, 2010).

Internacionalmente, existe un alto nivel de integración en la industria de la flor cortada y una gran parte de esta integración se debe a las subastas holandesas, que son el mayor canal de distribución en Europa. Además distribuyen a los mercados de Estados Unidos y Asia, alcanzando durante los años 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007, ventas por 2.331, 2.330, 2.401, 2.500 y 2.548 millones de euros respectivamente, (Infocenter, 2010).

Estas subastas, que forman la Dutch Flower Auctions Association (VBN), ordenadas por nivel de ingresos son, FloraHolland, Bloemenveiling Aalsmeer (VBA), Veiling Oost Nederland (VON) y Veiling Vleuten. En Aalsmeer, a 16 km al suroeste de Amsterdam, en el año 2001 se vendían 19 millones de flores de corte en un día promedio, con alrededor de 40 mil transacciones y entre los años 1997 y 2001, esto significa que había aumentado de 9 a 14.7 millones de unidades, lo que significa un aumento de ventas de un 70% en tres años, (Walt, 2001).

Los países que participan en la industria de flor cortada, se pueden agrupar en tres categorías básicas, definidas por el rol que cada país juega dentro del contexto mundial:

- Importadores netos. Son predominantemente, los países europeos donde el consumo per cápita de flores cortadas es muy superior al del resto del mundo. Dentro de este grupo, Alemania es el país más representativo, por las grandes cantidades de flores importadas que necesita para satisfacer la demanda.
- Exportadores netos. Estos países son grandes productores de flores, pero su demanda doméstica es muy pequeña, consecuentemente, casi todas las flores que producen son destinadas a la exportación. Colombia y Kenia son los principales ejemplos de este grupo.
- Importadores/exportadores. De este grupo neutral, los principales ejemplos son Japón y Estados Unidos, donde las flores producidas domésticamente llenan una cantidad de su propia demanda, pero como no es suficiente requieren altos volúmenes de flores importadas.

El rol de los países dentro de la industria de flores de corte está sujeto a cambios. Por ejemplo Estados Unidos transita a convertirse en importador neto y nuevos países se desarrollan como exportadores. Por otra parte, cada país puede ser caracterizado a través del consumo per cápita de flores cortadas, como se puede observar en el Cuadro 12.1.

Cuadro 12.1. Consumo per cápita de flores de corte (US\$) por país en el año 2005, (Auer y Greenberg, 2009).

País	Consumo per cápita (US\$)
Suiza	51.70
Holanda	33.00
Alemania	20.90
Reino Unido	22.00
Italia	18.15
Francia	18.15
Estados Unidos	14.30
España	10.45
Polonia	3.85
Rusia	1.65
China	0.14

Dentro del Cuadro 12.1, cabe destacar la posición de Rusia, considerado uno de los mercados emergentes más promisorios. En el año 2003 ocupaba el lugar número catorce en el ranking de consumo per cápita

de flores cortadas, en el año 2005 el lugar número diez (Cuadro 12.1) y en el año 2007, ascendió al quinto lugar, (Infocenter, 2010).

Walt (2001), indica que los estadounidenses gastaban casi 15 mil millones de dólares al año en flores y plantas, en 30 mil florerías y 23 mil supermercados, unas cuatro veces más que la generación anterior. Sin embargo a pesar de estas cifras, en el año 2005 en los Estados Unidos se consumía la cuarta parte del consumo por habitante de Suiza, (Cuadro 12.1).

En Estados Unidos la venta de flores cortadas presenta una tendencia creciente, pasando su volumen de ventas de 2.600 millones de unidades en 1992 a más de 3.700 millones de tallos vendidos en el 2006. Como el mercado doméstico no es suficiente para cubrir la gran demanda anual, Estados Unidos presenta una gran actividad importadora, que sigue aumentando y que actualmente representa el 80% de las flores cortadas que compran los estadounidenses, (Infocenter, 2010).

A diferencia del mercado de Holanda, la comercialización en Estados Unidos no se lleva a cabo mediante el sistema de subastas sino mediante una cadena de comercialización, en la cual los importadores están localizados en los principales puntos de entrada del país, como es el caso de Miami, desde donde las flores son redistribuidas.

Japón por su parte, es un país con una importante tradición florícola, siendo el tercero de los grandes consumidores de flor cortada a nivel mundial. La industria nipona, con una destacada actividad no es suficiente para cubrir la demanda, de manera que es necesario que adquiera este producto en el mercado internacional. Por lo tanto, al igual que Estados Unidos, Japón es un mercado donde la actividad importadora es mucho mayor que la actividad exportadora.

El mercado japonés presenta también ciertas similitudes con el mercado de Holanda ya que dispone de un sistema de subastas para la comercialización de flor cortada y porque las ventas de origen nacional son mayores que las de origen extranjero. La relación mercado doméstico/ mercado externo es de 80%/20% en Japón y de 70%/30% en Holanda, (Infocenter, 2010).

## Principales mercados para las peonías chilenas

Antiguamente en Estados Unidos las peonías solamente se vendían en grandes cantidades para la ornamentación del Memorial Day, en el mes de mayo. Actualmente, se usan tanto en ramos de novia (Figura 12.3), como en grandes arreglos especiales para una enorme diversidad de eventos durante prácticamente todo el año, complementándose la producción del hemisferio norte con la del hemisferio sur. En general, la peonía es una flor con gran demanda, con una aparente preferencia por las peonías blancas sobre las rojas o rosadas, aún cuando se advierte que el color preferencial depende de la época y su uso en cada decoración.



Figura 12.3. Ramos de novia confeccionados con peonías frescas, (Sáez, 2002).

En Europa, las peonías son una de las flores con la temporada de comercialización más corta (finales de mayo a principios de junio). Sin embargo, el mercado de contraestación está en expansión fundamentalmente en Holanda, desde donde las peonías son reexportadas al resto de los países europeos. Las peonías chilenas tienen presencia en España, Alemania, Reino Unido y Holanda, pero no así en el mercado francés, aún cuando su consumo ha aumentado de 520.000 varas en 1994 a 1.360.000 varas en el año 2000, de acuerdo a las estadísticas del mercado de flores de Hyères.

En España y Francia, las peonías están consideradas como un producto de lujo y sofisticación y se usan en cualquier arreglo floral que quiera contar con un toque exótico. En general se comercializan en tiendas

especializadas o floristerías exclusivas que trabajan con productos de alto valor comercial, (ProChile, 2007).

La participación de las peonías en el mercado de exportación ha ido aumentando progresivamente. En 1997 la exportación de peonías ocupaba un 2% de las exportaciones de flores chilenas, (Verdugo y Schiapacasse, 1999), en el año 2002 subió a un 3.9% (ODEPA, 2002), ocupando el tercer lugar en las exportaciones de flores frescas desde Chile. En el año 2009, las exportaciones de peonías alcanzaron el primer lugar de las especies exportadas, con un 27.7% del total, alcanzando un monto de US\$ 802.700, (Sandoval, 2009).

En la Figura 12.4, se presentan las exportaciones de flores y follaje por especie durante el año 2009, expresadas en porcentaje del total de flores y follajes exportados por Chile y miles de dólares:

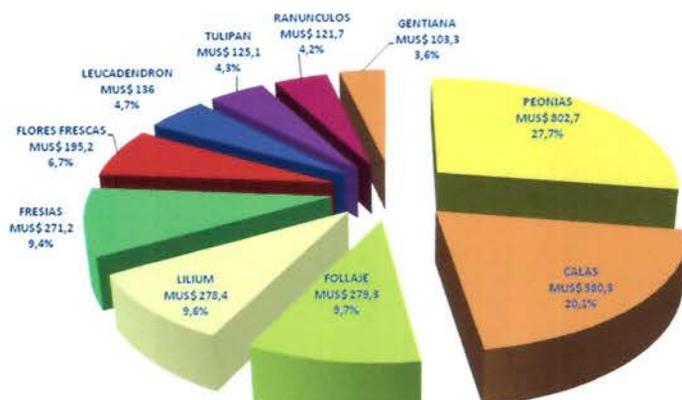


Figura 12.4. Exportaciones de flores y follaje por especie/2009, (Sandoval, 2010).

Dentro de las exportaciones totales de flores y follajes desde Chile, Estados Unidos importa un 44.6% (US\$ 1.250.500), Holanda un 37.9% (US\$ 1.064.200) y Japón un 9.9% (US\$ 277.100). Otros países importadores de flores chilenas, relativamente importantes son Perú con un 3.78% y Colombia, que también presenta una actividad reexportadora como Holanda, con un 2.4%, (Sandoval, 2010).

Del total de flores y follajes importados por Estados Unidos desde Chile en el año 2009, un 51.8% correspondió a peonías, alcanzando el primer lugar dentro de las especies importadas desde Chile por ese país, luego siguen Japón con un 16.1% y Holanda con un 9.2%, lo que corresponde a US\$ 647.963, 44.654 y 98.112, respectivamente, (Figura 12.5).

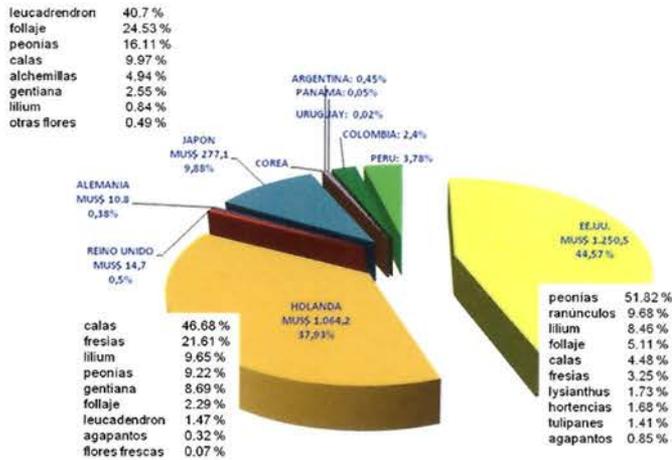


Figura 12.5. Exportaciones de flores y follaje por país y por especie, (Sandoval, 2010).

Los indicadores presentados por Sandoval (2010), reflejan claramente que Estados Unidos es el principal consumidor de las peonías chilenas, con un mercado funcionando a través de todo el año desde hace décadas. Europa, por otro lado, es un mercado de contraestación incipiente que es necesario expandir. De acuerdo a Infocenter (2010), de los tres principales importadores de peonías chilenas, Japón es el que presenta el menor potencial y Holanda el mayor potencial de negocios para esta especie.

## Características de la industria de las peonías como flores de corte

Tres son los factores que dan forma a la industria de la flor cortada en general: es un producto altamente perecible, se requiere un clima adecuado para su producción y la búsqueda de costos más bajos de producción. Debido a la escasa duración de la calidad del producto, las flores necesitan viajar el mínimo de tiempo entre el productor y el comprador. Por otro lado, los buenos climas para la producción están normalmente muy alejados de los mercados, así en los últimos años, la producción se ha ido desplazando predominantemente en dirección a la línea del ecuador donde se puede producir todo el año. Actualmente, las áreas del mundo donde existe la producción masiva de flores cumplen con tener un clima adecuado a la producción de un gran número de especies, sin problemas de contar con mano de obra a menor costo, (Auer y Greenberg, 2009).

El análisis para la estructura de la industria de la flor cortada de peonías es diferente, ya que es una especie que necesita inviernos fríos para romper su dormancia. Esta característica hace que los climas donde se produce la mayoría de las flores cortadas no sea el adecuado para la producción de peonías. Por otro lado, debido a que la época de floración de las peonías está altamente correlacionada con las temperaturas de la primavera, los lugares donde se inicia este cultivo son seleccionados en base al momento en que el producto llega al mercado.

Así, los productores de Nueva Zelanda y Chile suministran peonías en el hemisferio norte durante los meses de invierno (octubre, noviembre, diciembre, enero), llenando un nicho en que el suministro de flores es crítico. Por otra parte, Fairbanks (Alaska) y Punta Arenas (Chile), donde las peonías crecen en una primavera de menor temperatura que en el resto de las zonas productoras de sus respectivos hemisferios, llegan con su producción fuera de la época de floración de los grandes centros de producción, (Auer y Greenberg, 2009).

### **Estacionalidad de la oferta**

En la industria de flor cortada, las flores son categorizadas en dos grandes grupos: flores de consumo masivo y flores de especialidad. Las flores de consumo masivo son aquellas que están disponibles en grandes cantidades durante todo el año, por lo que las peonías son consideradas flores de especialidad. Esto significa que su disponibilidad es estacional con grandes fluctuaciones en las cantidades disponibles para los consumidores, (Auer y Greenberg, 2009).

Durante el año, se distinguen dos épocas de comercialización de las peonías, una en el hemisferio sur y otra, en el hemisferio norte. La comercialización en el hemisferio sur empieza entre la primera y segunda semana de octubre, con flores provenientes de Nueva Zelanda, Australia y Chile y luego continúa con la producción de Chile hasta la tercera semana de enero. Por otro lado, la producción en el hemisferio norte empieza en abril con las peonías producidas en California e Israel y sigue hasta agosto con la producción de Alaska.

### **Origen de la oferta**

Las peonías producidas en Estados Unidos están disponibles desde muy temprano en California (abril), con flores forzadas en invernaderos, túneles o en macetas y luego hasta mediados de julio, la oferta es de la zona centro-norte. Luego vendría la producción de Alaska entre fines

de julio y agosto. Sin embargo como la producción en Fairbanks es muy incipiente, los tallos disponibles después de la segunda semana de julio, con raras excepciones, han sido almacenados en frío. En estas condiciones la calidad de la flor ha disminuido en términos de su vida útil o vase-life, por incidencia de *Botritis sp.* principalmente.

Una vez que todas las flores almacenadas han sido vendidas, prácticamente no quedan peonías disponibles hasta que, dependiendo de la temperatura de primavera, empieza a llegar a Estados Unidos la producción del hemisferio sur entre la última semana de septiembre o primera semana de octubre, (Figura 12.6).



Figura 12.6. Orígenes de las peonías comercializadas en Estados Unidos a través de un año, (Auer y Greenberg, 2009).

En general, no hay datos fidedignos de la producción de peonías por país, sin embargo la Figura 12.7, muestra el promedio de las ventas en los mercados mayoristas de San Francisco y Boston, registradas entre 1999 y 2005.

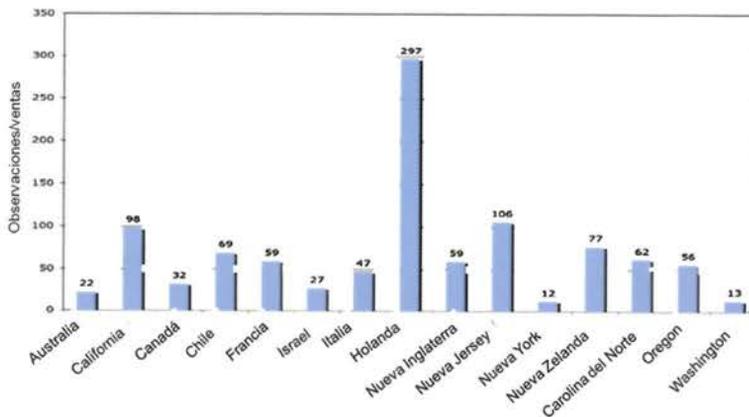


Figura 12.7. Total de observaciones en los mercados mayoristas de San Francisco y Boston por país y estado entre 1999 y 2005. Cada observación representa la venta de un tallo de peonías, (Auer y Greenberg, 2009).

Por otro lado, en el Cuadro 12. 2, se presenta el origen de las peonías ofrecidas en los terminales de San Francisco, Boston, Philadelphia y Chicago durante la temporada 2001/2002.

Cuadro 12.2. Relación entre país de origen y mes de venta de varas de peonías, (USDA, abril 2001-marzo 2002).

Terminal	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
San Francisco	CA*	CA	WA	OR			NZ	NZ	NZ	NZ		
		WA	OR	WA								
		OR	HO									
Boston	HO	HO	NC	NE				NZ	NZ	NZ		
	CA	FR	NJ	NJ			AU	AU	FR			
	FR	CA	HO	HO				FR	IS			
	IS	IT	IT	IT				HO	HO			
	HO	HO	OR	OR								
	SF	NC	NE	NY								
Philadelphia	HO	NC	NJ	HO						NZ		
		HO	HO									
		NJ										
Chicago			HO	HO								

\*CA: California, WA: Washington, OR: Oregon, HO: Holanda, NC: North Carolina, NE: New England, FR: Francia, NJ: New Jersey, IS: Israel, IT: Italia, SF: San Francisco, NY: New York, NZ: Nueva Zelanda, AU: Australia.

De acuerdo a los registros semanales del USDA, no existieron peonías chilenas transadas en los terminales de flores de San Francisco, Boston, Philadelphia, Chicago o Seattle, durante la temporada 2001/2002. En general, la cadena de comercialización de las peonías de origen chileno se caracteriza por ser relativamente corta no alcanzando a llegar a los mercados mayoristas, situación que ha ido cambiando de acuerdo a lo indicado en la Figura 12.7, donde se incluye hasta el año 2005. Otra posibilidad es que hayan sido transadas a través de Holanda.

Las Figuras 12.6 y 12.7 y el Cuadro 12.2, muestran la importancia de la industria de la flor cortada de peonías en Holanda. Esto no quiere decir que las peonías tengan un origen holandés sino que más bien representan la producción mundial de peonías, ya que, a las subastas holandesas llegan peonías de todo el mundo para ser re-comercializadas, (Auer y Greenberg, 2009).

## Precios

Las dos temporadas de comercialización en el año, una espejo de la otra en cuanto a los precios, indican que los mayores precios obtenidos se encuentran al inicio de la estación y luego declinan cuando la producción y por consiguiente, la oferta, se hace mayor, (Figura 12.8, Cuadro 12.2).

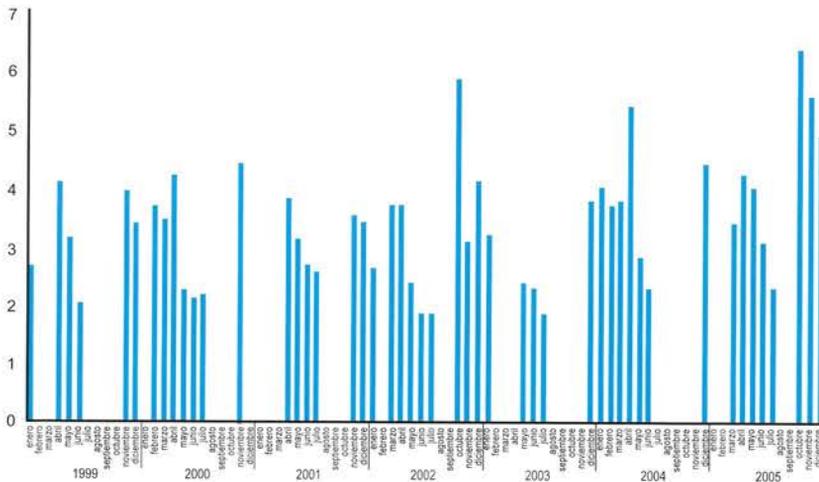


Figura 12.8. Precio promedio mensual (US\$) por tallo de peonías transados en los mercados mayoristas de San Francisco y Boston entre 1999 y 2005, (Auer y Greenberg, 2009).

En la Figura 12.8 y en el Cuadro 12.2, se puede observar que entre las dos temporadas de producción existe una tendencia en la cantidad de flores disponibles y en los precios promedio (US\$) por tallo de peonía comercializado en los mercados mayoristas de San Francisco y Boston entre 1999 y 2005. En el hemisferio norte la máxima oferta de tallos de peonías se produce en mayo/junio, mientras que el suministro desde el hemisferio sur alcanza su máximo en noviembre/diciembre.

Cuadro 12.3. Relación entre precio (US\$), color y mes de venta de peonías, largas y dobles, (USDA, abril 2001-marzo 2002).

Terminal/color	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
<b>San Francisco</b>												
coral/salmón	2.65	3.20	2.12				4.40	4.52	3.70			
rojo		3.08	2.43					4.75				
blanco	3.35	3.35	2.43	1.43				4.75	3.75	2.50		
rosado	2.45							3.01		3.25		
Sarah Bernhardt	3.35	3.35										
<b>Boston</b>												
coral/salmón	2.80	2.90	3.00					4.67				
rojo	4.00	3.25	4.50					4.50				
blanco	4.27	4.13	2.82	2.69				4.17	4.33	2.80		
rosado	3.30	3.53	2.40							2.80		
Sarah Bernhardt		2.88		2.75								
<b>Philadelphia</b>												
sin especificar	1.19	1.86	2.10						1.16			
<b>Chicago</b>												
sin especificar			1.30	1.30								

Esta situación se ve reflejada en el Cuadro 12.3, que presenta las fluctuaciones de precios entre los terminales de San Francisco, Boston, Philadelphia y Chicago, cuatro de los cinco principales terminales de flores en Estados Unidos, ya que en el terminal de Seattle no se registraron peonías comercializadas entre abril de 2001 y marzo de 2002. En los terminales de San Francisco y Boston las peonías se clasificaron por color y la única variedad especificada es Sarah Bernhardt. Por otro lado, en los terminales de Philadelphia y Chicago solo se comercializaron peonías, sin especificar color ni variedad, fundamentalmente por el bajo volumen transado, (Sáez, 2002).

Comparando los precios en los terminales de San Francisco y Boston entre los dos períodos de producción de una temporada: abril, mayo, junio y julio (hemisferio norte) y octubre, noviembre, diciembre y enero (hemisferio sur), se puede observar que existe una tendencia a mayores precios para la producción del hemisferio sur en todos los colores, especialmente en las variedades color coral y salmón. Esta situación podría ser causada debido a que durante octubre y noviembre en el hemisferio norte existe una cierta predilección por los colores “otoño”, (Sáez, 2002).

De acuerdo a los datos entregados por el USDA, el 100% de las peonías comercializadas a través de los terminales son varas largas (sobre 70 cm) y de flores del tipo doble y los promedios de precios por vara durante la temporada 2001/2002, en la época de producción en el hemisferio norte, para las variedades coral/salmón, rojas, blancas y rosadas, fueron respectivamente, US\$ 2.78, 3.63, 3.06 y 2.54. Durante la misma temporada, los precios en la época de producción en el hemisferio sur fueron de US\$ 4.36, 3.67, 3.72 y 2.97 respectivamente, (Sáez, 2002).

Entre 1999 y 2005, las peonías mostraron una tendencia positiva, existiendo un aumento en términos de precios reales. La Figura 12.9, muestra el precio promedio por varas de peonías vendidas en los mercados mayoristas de Estados Unidos, en ramos de 5 y 10 unidades, (el valor del dólar utilizado correspondió a diciembre de 2005).

En la Figura 12.9, se puede observar que los precios promedios obtenidos de las ventas de todos los mercados mayoristas de Estados Unidos son mayores cuando las peonías son comercializadas en ramos de 5 unidades. Entre 1999 y 2005, las peonías comercializadas en ramos de 10 unidades aumentaron de precio de US\$1.89 a US\$2.70 pero, el aumento de precio de las peonías vendidas en ramos de 5 unidades, subió en forma consistente desde US\$2.50 a US\$4.41 por tallo, durante el mismo período de tiempo.

Esta situación refleja el hecho que ramos de 10 varas, normalmente, están formados por botones de menor tamaño y menor calibre, (Sáez, 2009).

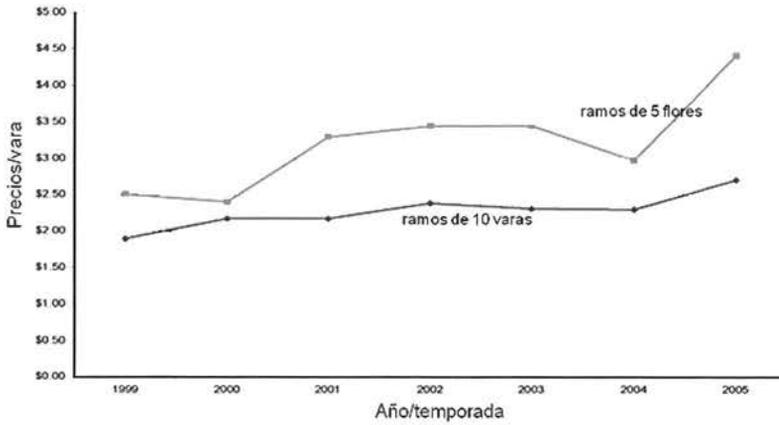


Figura 12.9. Precios/vara promedio (US\$) de peonías vendidas en todos los mercados mayoristas de Estados Unidos en ramos de 5 y 10 varas/ramo, (Auer y Greenberg, 2009).

En Francia en junio de 2007, los precios obtenidos por el ramo de 10 unidades de peonías Sarah Bernhardt, de origen nacional, en los mercados mayoristas de Lyon Fleur, Nice Fleur Import y Rungis Fleur, fue de 11 € para la categoría extra, es decir con botones grandes y 60 cm de largo y 7 €, para la categoría I, con botones pequeños y calibres 30 (30 a 40 cm de largo) y 40 (40 a 50 cm de largo).

En Europa, independiente de los años, las compras de flores cortadas durante los meses de primavera (marzo, abril, mayo), representaban más de la mitad de los gastos anuales por este concepto. Sin embargo, en el año 2006 las compras de otoño aumentaron, siendo octubre y noviembre los mejores meses, con 69.3 y 73.6 millones de euros, respectivamente.

### Cadena de comercialización

Las flores cortadas de peonías, al igual que todas las flores cortadas, son un producto altamente perecible que debe llegar al consumidor final lo más rápido posible, de manera de salvaguardar su calidad y minimizar los costos de almacenamiento. En general se puede decir que hay tres categorías de venta: directo al consumidor, un intermediario (florerías) y mayoristas y cada uno de estos grupos difiere en el precio pagado al productor, la cantidad

de flores que pueden manejar y requerimientos en el punto de corte a la cosecha, (Auer y Holloway, 2008).

Es así como, para llegar desde el productor hasta el consumidor final, las flores cosechadas deben circular por una serie de pasos o transacciones, que en su conjunto se han denominado cadena de comercialización, (Figura 12.10).

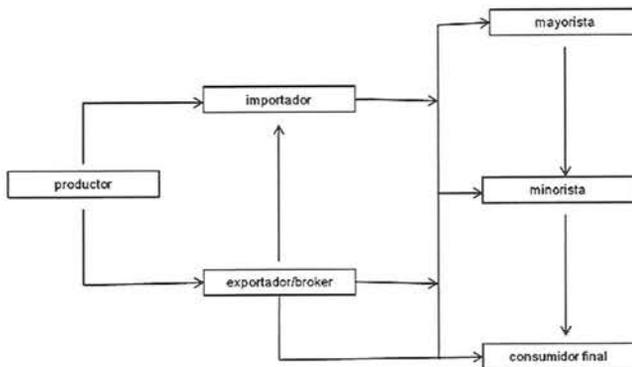


Figura 12.10. Canales de comercialización de las peonías comercializadas desde Chile, (Adaptado de Auer y Holloway, 2008 e Infocenter, 2010).

En el caso de las peonías chilenas que son exportadas a Estados Unidos pueden seguir dos caminos. Uno es aquel donde no existe intermediario entre el exportador/broker y el consumidor final, que también pueden ser empresas que se dedican a arreglos florales para hoteles y eventos por ejemplo. El otro, agrega a la cadena el eslabón constituido por el comprador o importador mayorista, normalmente ubicado en Miami, puerto de entrada del 82.3% del total de las flores cortadas que ingresan a Estados Unidos. En el caso de las peonías exportadas a Europa, generalmente son vendidas directamente a los importadores.

Un exportador, es quien compra las peonías a los productores y luego las distribuye a los compradores de otros países, especialmente los ubicados en el hemisferio norte. Por otro lado, un broker se caracteriza porque su negocio radica estrictamente en conectar a los productores u organizaciones de productores de peonías con los compradores a través de ambos hemisferios, por lo cual, por definición nunca tienen flores en su poder, (Auer y Holloway, 2008).

En general, exportador y broker conforman una sola empresa, que cumple con llenar el vacío entre el productor y el consumidor final y debe asumir gran parte de la responsabilidad, si no toda, del marketing y

comercialización de las peonías en el hemisferio norte, permitiendo a los productores concentrar todo su esfuerzo en la producción y entrega de las flores cortadas. Así, cada productor debe estar absolutamente seguro de la calidad de sus peonías, es decir hacerse absolutamente responsable del cultivo, cosecha, embalado, embarque y condiciones en que finalmente entregan sus flores a los exportadores, de manera de quedar protegidos frente a cualquier reclamo.

Dentro del funcionamiento de la cadena de comercialización, es muy importante que todos los miembros que la componen mantengan una comunicación continua y trabajen juntos para asegurar que el producto entregado a los consumidores sea el mejor, siendo uno de los principales cuidados el mantener la línea de frío. Esto significa que en cada etapa, las flores deben ser guardadas o embarcadas a temperaturas adecuadas para mantener la calidad, (Delissen, 2004).

Por esto, es importante elegir a aquellos compradores/exportadores que puedan disponer de una infraestructura de frío a lo largo de la totalidad del camino que deben recorrer las flores durante el proceso de exportación y al mismo tiempo, sean capaces de minimizar los tiempos en que las flores estén fuera de la línea de frío y hacer frente a imprevistos, como por ejemplo, aterrizajes de emergencia, retrasos en las inspecciones, retraso o anulación de vuelos o retraso en la recepción al arribo, entre otros.

## **Estrategias de producción para una comercialización diferida**

A pesar de su gran belleza y presencia en los jardines de las regiones de climas templados, las peonías herbáceas son poco conocidas como flores de corte, fundamentalmente por su corta etapa de floración o presencia en los mercados, que va desde fines de primavera a inicios del verano. Esto a pesar de que pueden cultivarse desde zonas donde el suelo se congela en invierno a zonas con inviernos con temperaturas más cálidas, (Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

Dentro las posibilidades de los productores para manejar esta limitante, la más importante es producir peonías de variedades muy tempranas, tempranas, media estación, tardías y muy tardías, en lo posible en tres colores para cada período de cosecha, lo que aumenta el período de oferta entre 30 y 45 días, con un cultivo en condiciones de campo, (Figura 12.11).

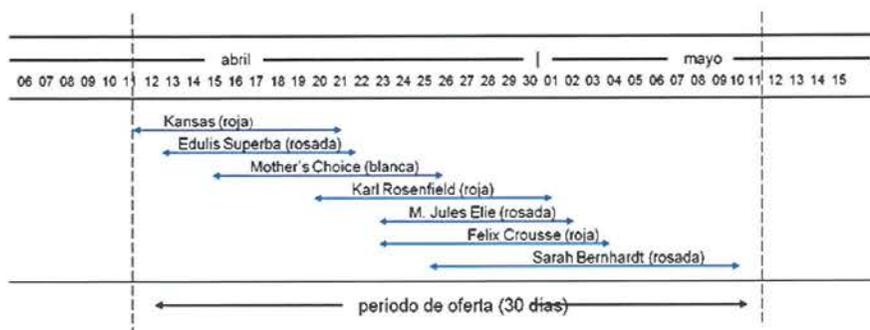


Figura 12.11. Secuencia de comercialización obtenida en Israel con una plantación en una región con características de clima similares a la zona central, (Kamenetsky, 2006).

En la Figura 12.11, Kamenetsky (2006), entrega un período de oferta de 30 días para las condiciones de producción de peonías en regiones altas de Israel como Alta Galilea y Alturas del Golan. Este período, está cubierto por la producción escalonada de ocho variedades, Kansas, Karl Rosenfield y Felix Crousse (rojas), Edulis Superba, Monsieur Jules Elie, Dr. Alexander Fleming y Sarah Bernhardt (rosadas) y una variedad blanca (Mother's Choice). Así, el período de oferta esta comprendido entre el 11 de abril con la (variedad Kansas) y el 10 de mayo con la (variedad Sarah Bernhardt). Para la realidad chilena, el período de oferta debe estar constituido por variedades rojas, rosadas y blancas en cada una de las categorías de precocidad para abastecer la demanda de "mix".

Otras estrategias para manejar la oferta son guardar las coronas en cámara entre 1 y 2 °C por 30 días y adelantar y/o atrasar la producción de acuerdo a las necesidades. La producción comercial a partir de estas dos últimas alternativas (atrasar o adelantar la producción), se logra a través del conocimiento del ciclo anual de las peonías en cada zona de cultivo, es decir cada productor debe conocer la oportunidad en que ocurre cada etapa del ciclo y los requerimientos de temperatura para quebrar la dormición y luego, para el crecimiento óptimo en la condiciones de cada plantación, (Chapugier y Maillat, 2001; Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005, Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

Como ya se ha señalado, se debe recordar que las peonías herbáceas inician el desarrollo de las yemas de reemplazo después de la antesis bajo la superficie del suelo. La iniciación floral parte a finales del verano y continúa con su crecimiento hasta que las plantas entran en dormancia a fines del otoño. Para quebrar la dormancia se necesita un determinado número de horas-frío (cerca de 1000), para que luego, las varas florales continúen con

su crecimiento y desarrollo y por otra parte tanto para la iniciación floral en verano, como para el crecimiento y desarrollo de las varas florales en primavera, se necesitan temperaturas moderadas, ya que altas temperaturas provocan aborto de los botones, (Capítulo 2).

Esta información ha sido utilizada para el desarrollo a escala comercial de dos métodos prácticos que permiten adelantar la producción de flores cortadas de peonías y cosechar en forma diferida en una misma área, tanto para alargar el período de oferta como para obtener mejores precios. Los métodos de forzado propuestos para adelantar la época de cosecha con respecto a la producción al aire libre, son la reposición de plantas (Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005; Kamenetsky, 2006; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007) y la utilización de túneles de plástico, (Chapugier y Maillat, 2001; Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005; Kamenetsky, 2006; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

En la Figura 12.12, se relacionan los métodos propuestos, la época de producción, las inversiones necesarias, el rendimiento y los precios:

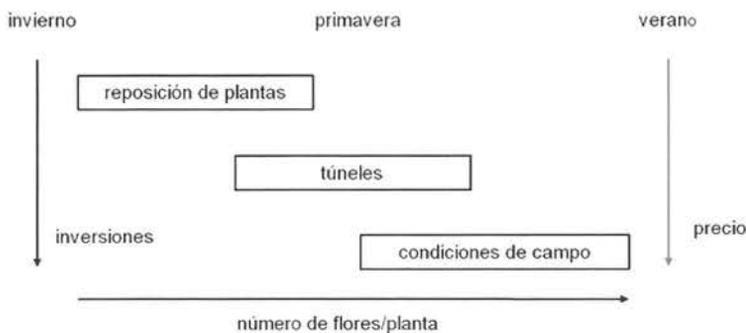


Figura 12.12. Estrategias de producción de peonías herbáceas, (Kamenetsky, 2006, Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

Es evidente que la producción de peonías herbáceas en condiciones de campo es el método de menor costo, pero también es cierto que en esas condiciones la oferta es mayor y por lo tanto los precios tienden a caer. Sin embargo, adelantar la producción implica una mayor inversión (Cuadro 12.5).

## Reposición de plantas

En este caso, las plantas crecen en contenedores con las condiciones ambientales necesarias para el quiebre de la dormancia y luego, la temperatura necesaria para un óptimo desarrollo de las varas florales es suministrada

en forma artificial. En este método, las plantas reciben el frío en cámaras (Figura 12.13 a) y luego las temperaturas de crecimiento en un invernadero calefaccionado, (Figura 12.13 b). Este método requiere de un control preciso del desarrollo de las plantas y un profundo conocimiento del proceso de iniciación floral, ya que las macetas no pueden ser introducidas al frío sin que este proceso haya finalizado, (Figura 12.13 c y d).

Kamenetsky, Barzilay y Cohen (2007), indican que con este método se puede adelantar la producción entre 60 y 70 días, desde mediados de abril a mediados de enero, lo que en el hemisferio sur, en una zona con condiciones climáticas relativamente similares, se podría obtener una oferta desde mediados de julio a noviembre.



Figura 12.13. Método de reposición de plantas para adelantar el período de cosecha, a: tratamiento de frío, b: macetas en invernadero calefaccionado, c: vista parcial del crecimiento, d: vista general del crecimiento de las peonías forzadas, (Kamenetsky, 2006).

### **Túneles de plástico**

Las coronas son establecidas al aire libre o en invernaderos descubiertos para ser expuestas a las condiciones ambientales naturales hasta recibir 960 horas-frío (40 uF), valor considerado promedio para quebrar la dormancia de la mayoría de las variedades utilizadas para flor de corte, (Halevy, Barzilay y Kamenetsky, 2005; Kamenetsky, 2006). Una vez cumplido con este requisito, se cubren los invernaderos con plástico, de manera de aumentar

la temperatura y completar los grados-día necesarios para llegar a la cosecha en menor tiempo, (Figura 12.14).



Figura 12.14. a: coronas establecidas al aire libre bajo túneles sin cubrir, b: túneles con cubierta de plástico para adelantar la época de cosecha, (Kamenetsky, 2006).

Con esta metodología, en Israel, en una zona productora de condiciones similares a la zona central de Chile, se puede adelantar la cosecha en un mes con respecto a la cosecha de las flores que crecen al aire libre, (Kamenetsky, 2006; Kamenetsky, Barzilay y Cohen, 2007).

Chapugier y Maillat (2001), con el mismo objetivo de alargar el período de oferta evaluaron el establecimiento temporal de túneles de plástico sobre cultivos al aire libre entre fines de invierno y la cosecha, en las siguientes variedades: Candidissima, Festiva Maxima y Odile (blancas), Pecher, Amabilis, Kelways Lovely, Doyen d'Enghien, Monsieur Jules Elie, Washington, Mme. Muysard, Bouchalart y Sarah Bernhardt (rosadas) y Felix Crousse (roja). Con esta metodología se obtuvo, en promedio para todas las variedades, una precocidad de 3.5 a 4.5 semanas con respecto al cultivo al aire libre, (Figura 12.15).

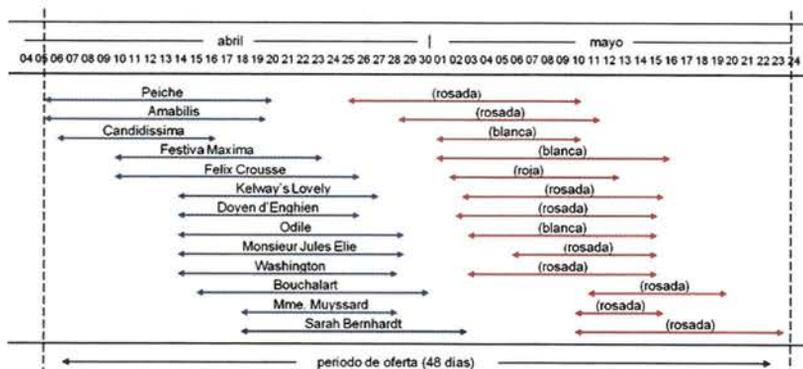


Figura 12.15. Calendario de producción con y sin túnel de plástico, (Chapugier y Maillat, 2001).

En la Figura 12.15, los resultados obtenidos por Chapugier y Maillat (2001), indican que la cosecha del grupo de cultivares más precoces, Peiche, Amabilis y Candidissima se inicia los primeros días de abril, luego Festiva Maxima y Felix Crousse, el segundo grupo, inicia su cosecha el 5 de abril, un tercer grupo, formado por Kelways Lovely, Doyen D'Enghien, Odile, Monsieur Jules Elie, Washington y Bouchalart, entre el 8 y el 12 de abril y finalmente, las variedades más tardías son Mme. Muysard y Sarah Bernhardt, completándose un período de cosecha desde el 3 de abril al 23 de mayo.

En el Cuadro 12.4 se presenta un análisis comparativo entre los tres métodos, en cuanto a producción y rentabilidad:

Cuadro 12.4. Análisis comparativo entre la producción y el costo/ha en los tres métodos propuestos para diferir épocas de cosecha, (Kamenetsky, 2006).

Estrategia de producción	Condiciones de cultivo		Consideraciones económicas/ha			
	Período de frío	Condiciones crecimiento	Inversión inicial (US\$)	Producción de flores (Nº)	Precio/flor (US\$)	Rentabilidad anual (US\$)
reposición túneles	artificial	artificial	320.000	150.000	1.50	40.800
aire libre	natural	artificial	175.000	160.000	0.70	36.700
	natural	natural	107.500	200.000	0.35	23.500

Lamentablemente, este análisis no incluye el número de plantas/ha y por otro lado, corresponde a la realidad de Israel, con una problemática de comercialización distinta a la de las peonías chilenas. Se debe tomar en consideración que en Chile, la zona productora abarca desde Rancagua a Punta Arenas y por lo mismo, los tiempos de cosecha se van desplazando. Esto significa que además de tener que competir con otros productores de peonías ubicados en el mismo hemisferio, si un productor adelanta su producción compite con los productores ubicados más al norte y si atrasa su producción, compite con los de más al sur, excepto en los extremos, donde se empezaría a competir con los productores del hemisferio norte.

Sin embargo, cada productor conoce su realidad y puede decidir adelantar o atrasar su producción. Para disminuir la concentración de la oferta de peonías en la Región de los Ríos, durante el mes de noviembre, De Kartzow y Quijada (2009), han logrado retardar en alrededor de 37 días la fecha de cosecha, manteniendo las coronas en contenedores en cámara de frío a 1°C para que posteriormente completen su crecimiento y desarrollo bajo malla aluminizada al 50%, obteniendo su producción alrededor del 14 de febrero para San Valentín.

Por otro lado, al instalar malla aluminizada al 50% directamente sobre un cultivo en suelo, De Kartzow y Quijada (2009), lograron un atraso de 11 días en la fecha de cosecha con respecto a un cultivo completamente al aire libre. Una importante conclusión de este estudio, es que la malla raschel al 50% no sirve para retrasar la oportunidad de cosecha, ya que en esas condiciones se producen varas sin calidad comercial.



Figura 12.18. Atraso del período de oferta a través de coronas guardadas en frío para luego ser instaladas bajo malla aluminizada al 50% en la zona de Río Blanco (X Región), a: coronas en cámara de frío, b: coronas instaladas bajo malla aluminizada al 50%, c: cosecha en febrero, 37 días después de la cosecha en condiciones de campo, d: floración, (De Kartzow y Quijada, 2009).

## Estándares de comercialización para las peonías

### Estados Unidos

Existe desde el año 1938 una publicación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), que entrega los estándares de calidad de las peonías para su comercialización en Estados Unidos. En esta publicación se indican tres categorías: U.S. N°1, U.S. N°2 y No clasificadas. Las características de las flores cortadas de peonías que acceden a la categoría U.S. N°1 son las siguientes:

### **Características generales**

- tallos, hojas y botones deben presentar las características propias de la variedad, en crecimiento y color,
- los tallos deben presentarse suficientemente rígidos y firmes para sostener los botones en una posición erecta,
- todos los botones laterales y el follaje inferior deben haber sido limpiamente eliminados (sin cicatrices) y el follaje que permanece en la vara debe presentar claramente las características varietales,
- las varas deben estar libres de daños o defectos que afecten la apariencia o calidad comercial de las peonías cortadas.
- los botones y tallos deben estar libres de pudriciones, causados por daños mecánicos o heladas, enfermedades o insectos y no deben presentar tierra u otros materiales extraños, decoloración ni humedad.

### **Varas**

- las varas no deben presentar quiebres en tallos ni hojas y su desarrollo debe ser normal sin más que una leve curvatura o torcedura,
- siempre que no se especifique otra cosa, el largo de la vara con el botón no debe ser menor a 60 cm y en ningún caso menor de 50 cm,

### **Botones**

- deben ser simétricos, sin deformaciones, con las características de la variedad.
- botones y follaje deben presentar una apariencia de recién cortados, es decir, brillantes sin marchitez o flacidez,
- los botones deben estar suficientemente compactos y ceder levemente a una moderada presión de los dedos,
- en algunas variedades, los sépalos deben estar lo suficientemente abiertos para dejar que los pétalos externos muestren color verdadero,

- los botones no pueden presentar sobremadurez, es decir, los botones no deben estar blandos ni los pétalos externos empezando a abrirse,
- el diámetro del botón, medido en ángulo recto en el centro de la línea que une la base con el tope, no debe ser menor a 25 mm.

### **Ramos**

- los ramos deben estar formados con botones de madurez uniforme, es decir, no deben presentar botones pobres o con menor número de pétalos,
- no deben presentar botones deformes, es decir no deben presentar botones duros y planos (cabezas de toro o cabezas de helicóptero), con los pétalos separados en su parte superior pudiéndose observar el interior del botón,
- deben estar libres de botones inmaduros o botones verdes, los cuales son duros y no se abren una vez que han sido puestos en la solución rehidratante,
- deben estar formados de cinco varas o múltiplos de cinco.

Las características exigidas para la categoría U.S. N°2, son las mismas que las exigidas para la categoría U.S. N°1, excepto en que el mínimo para el diámetro del botón es de 22 mm y el largo de vara es de 50 cm y no menor de 45 cm.

A su vez la categoría “No clasificadas”, se refiere a aquellas varas de peonías que no pueden ser clasificadas en las categorías U.S. N°1 y U.S. N°2. El término no clasificadas no es un grado, pero es una designación que indica que las flores no entran en las categorías anteriores.

## **Comunidad Económica Europea**

Las importaciones a la Comunidad Económica Europea de flores frescas cortadas para ramos o para propósitos ornamentales deben estar conformes con ciertos estándares de calidad fijados por el Reglamento (CEE) N°802/71 de la Comisión del 19 de abril de 1971, que modifica el

Reglamento (CEE) N°316/68 fijando normas de calidad para las flores y follajes frescos cortados, (ProChile, 2007).

Las características mínimas exigidas por la CEE son, que los productos deberán haber sido cuidadosamente cortados o recolectados según la especie y haber alcanzado un desarrollo adecuado. La clasificación incluye tres categorías, Clase I, Clase II y Extra.

Los productos de la Clase I, deberán ser de buena calidad, presentar las características propias de la variedad (cultivar) y todas las partes de las flores cortadas deberán estar:

- enteras
- frescas
- libres de parásitos de origen animal o vegetal, así como de daños provocados por éstos
- exentas de residuos de productos plaguicidas u otras sustancias extrañas que afecten al aspecto del producto
- exentas de magulladuras
- exentas de defectos de vegetación
- los tallos deberán ser, según la variedad (cultivar), rígidos y suficientemente fuertes para sostener la flor o las flores.

Los productos que comprende la Clase II, son aquellos que no cumplen todas las exigencias de la Clase I. Sin embargo, todas las partes de las flores cortadas deberán estar: enteras, frescas y libres de parásitos de origen animal. La diferencia está en que las flores podrán presentar defectos que no comprometan su presentación, su aspecto y su utilización. Los defectos admitidos son los siguientes:

- ligeras malformaciones
- ligeras magulladuras
- ligeros daños causados, en particular, por enfermedades o ataques de parásitos de origen animal
- tallos menos rígidos y menos fuertes
- pequeñas manchas provocados por tratamiento plaguicidas

Se podrá dar la denominación Extra a los productos que presenten las características de la categoría I, siempre que no se beneficien de ninguna tolerancia de calidad. Las tolerancias de calidad, implican un cierto porcentaje con pequeños defectos. Este porcentaje es de un 5% en la Clase I y 10% de las flores de corte clasificadas en Clase II, (ProChile, 2007).

Una vez ingresadas al mercado común europeo, en Holanda, en la subasta de Almeer las flores se clasifican fundamentalmente en dos categorías: A (primera categoría) y B (segunda categoría). A su vez, cada categoría se subdivide en dos: A1 (muy bueno y bueno), A2 (con pequeñas imperfecciones en botones y hojas), B1 (mala calidad, flores muy abiertas y daños en las hojas) y B2 (destrucción). La subasta funciona como una sociedad anónima y los accionistas o productores son muy exigentes en la destrucción de las flores ligadas a la clasificación B2, ya que si estas flores llegan a venderse, bajan los precios en forma considerable, (Sáez, Bradasic y Yagello, 1999).

Por otro lado las peonías que llegan a FloraHolland, la principal subasta holandesa, llevan un código que va desde 11 a 55 a través del cual el productor indica el estado de madurez de las flores enviadas a la subasta. El código 11 está indicando el mínimo estado de madurez permitido y el código 55 indica el máximo estado de madurez permitido. El doble número indica la uniformidad del lote.



Figura 12.17. Ejemplos de cuatro variedades presentadas a la subasta con código 33, (FloraHoland, 2007).

La Figura 12.17, muestra, como ejemplos, cuatro variedades en el estado 33 o estado óptimo de venta en la subasta. En este punto, las peonías son muy atractivas para los compradores y asegura una apertura uniforme de prácticamente la totalidad de las flores, (FloraHolland, 2007).

## **Nueva Zelanda**

Nueva Zelanda se caracteriza por comercializar gran parte de su producción en Estados Unidos y a pesar de existir la publicación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 1938), compradores y vendedores neozelandeses han llegado a un acuerdo en los estándares de calidad utilizados actualmente. En este contexto, cada proveedor en forma individual o cada país productor está tendiendo a desarrollar un sistema para estandarizar la calidad de su producto y crear una imagen reconocida dentro del mercado, (Auer y Holloway, 2008).

Por ejemplo, para cumplir con uno de los estándares de calidad para las peonías de corte (USDA, 1938), los botones deberían ser de un diámetro igual o mayor a 25 mm, sin embargo, los productores neozelandeses que clasifican las peonías por tamaño de botón y largo, tienen la siguiente escala para el diámetro de los botones, (Auer y Holloway, 2008).

- AAA        45 mm
- AA         40 mm
- A          35 mm

Por otro lado, las flores de largos tallos son muy apreciados por los compradores debido a que presentan una gran versatilidad en los arreglos. La calidad más alta propuesta por el USDA (1938), para las peonías frescas corresponde a 60 cm de largo, pero para los productores neocelandeses agrupados en Omeo Peonies, este largo constituye el mínimo, (Auer y Holloway, 2008).

## **Chile**

Con el objetivo de hacer que las peonías chilenas presenten una alta competitividad internacional, a partir de 2008 se empezó a trabajar en los estándares de calidad que deben regir la comercialización de las peonías exportadas en el marco del Programa “Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía” en el cual participaron la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) a través del CRI-Carillanca, la empresa Vital Berry Marketing S.A. (VBM) y productores de peonías de la IX Región, obteniéndose el “Protocolo de calidad VBM

para las peonías exportadas durante la temporada 2009”, (Ibáñez, 2009).

Cuadro 12.5. Tolerancias de daños y defectos de calidad para la calificación por calidad y condición de cada lote: A, aceptado, O: objetado, (Ibáñez, 2009).

Daños y defectos de calidad	A	O
podriciones	0%	>0 %
residuos de aplicaciones	0%	>0%
presencia de tierra	0%	>0%
daño mecánico	0%	>0%
calibre botón	≤5%	>5%
botón deforme	0%	>0%
daño de insectos en botón	0%	>0%
botón inmaduro	0%	>0%
botón sobremaduro	0%	>0%
sépalos dañados	0%	>0%
pardeamiento del botón	0%	>0%
botón deshidratado	0%	>0%
falta de hojas verdaderas	≤2%	>2%
hojas deshidratadas	≤2%	>2%
manchas en hojas	0%	>0%
daño de insectos en tallo y hojas	≤2%	>2%
tallo delgado	≤2%	>2%
tallo corto	≤2%	>2%
tallo curvo	0%	>0%
Total acumulado	≤10%	>10%

Este protocolo permite obtener una calificación final que determina la aptitud de cada lote para ser exportado de acuerdo a la evaluación de calidad, condición y embalaje. La calificación por calidad y condición puede ser aceptado (A) u objetado (O), dependiendo si cualquiera de los daños o defectos individuales o el total acumulado supera la tolerancia que se presenta en el Cuadro 12.5.

Las definiciones presentadas por Ibáñez (2009), se dan a continuación:

**Calibre de botón.** diámetro ecuatorial del botón que no debe ser inferior a 30 mm, medido con pie de metro.

**Botón inmaduro.** botón de calibre pequeño, dependiendo de la variedad los sépalos envuelven completamente el botón. No muestra color y en algunos casos se puede observar el tallo débil.

**Pudriciones.** presencia de micelio o manchas acuosas en tallos, hojas, en la base del botón o en los pétalos, (Figura 12.12 a).

**Residuos de productos.** presencia de manchas de productos químicos en botones, tallos y hojas, como restos de fungicidas principalmente en sépalos y pétalos, (Figura 12.12 b).

**Daño y/o presencia de insectos.** daño mecánico y/o presencia de insectos como moscardones, hormigas, tijeretas o trips en tallos, hojas, sépalos y pétalos de las varas cosechadas, (Figura 12.12 c).



Figura 12.12. Algunos ejemplos de causa de rechazos en el proceso de exportación, a: pudriciones, b: residuos de productos químicos, c: presencia y daños de insectos, d: daño mecánico provocado por desbotonado tardío, e: botones deformes, f: tallos cortos y curvos, g: botones deshidratados, h: sépalos manchados, i: pardeamiento del botón, j: botón sobremaduro, (Ibáñez, 2009).

**Daño mecánico.** daños provocados por el desbotonado en un estado de desarrollo de los botones laterales muy avanzado o por granizo, por ejemplo, (Figura 12.12 d).

**Botón deforme.** botones abortados o con problemas fisiológicos, (Figura 12.12 e).

**Tallo corto.** Aún cuando depende de las exigencias de cada mercado, todos los ramos embalados deben tener el mismo largo, (Figura 12.12 f).

**Tallos curvos.** tallos curvos o deformes, (Figura 12.12 f).

**Botones y hojas deshidratados.** falta de turgencia producida por exceso de días almacenados en cámara o por cosecha sin riego, (Figura 12.12 g).

**Sépalos dañados.** sépalos manchados o con aspecto de daño por golpe de sol, (Figura 12.12 h).

**Pardeamiento del botón.** Mancha de los pétalos provocado por daño mecánico, golpe de sol o mala condición de almacenaje, (Figura 12.12 i).

**Botón sobre-maduro.** al presionar el botón, el interior se siente muy blando, dependiendo de la variedad el botón comienza a desplegar sus pétalos, (Figura 12.12 j).

**Tierra.** presencia de tierra en cualquier parte de las flores cortadas.

**Tallo delgado.** tallos de diámetro menor a 5 mm dependiendo de la variedad y que al colocarlos en posición horizontal resista el peso del botón y no se curve.

**Falta de hojas.** ausencia de hojas verdaderas en la parte superior de la vara, cada tallo debe presentar al menos tres hojas verdaderas.

**Manchas en hojas.** presencia de manchas provocadas por productos químicos, enfermedades y virosis.

En el caso de que un determinado lote resulte calificado como O (objetado), ya sea por problemas de calidad o por defectos de embalaje, éste debe ser ingresado nuevamente al sistema para una re-calificación definitiva que puede tener dos caminos ser liberado o rechazado. La re-calificación de

liberado, implica que el lote en cuestión puede continuar con el proceso de exportación, después de haber sido objeto de un re-embalaje previo. En el caso de ser calificado como rechazado el lote queda definitivamente sin poder seguir con el proceso de exportación.

## **Errores de comercialización**

De acuerdo a Stevens et al. (1993) y Stevens (1998), los errores más comunes cometidos por los productores al comercializar sus peonías, son las siguientes:

- selección inadecuada de las variedades establecidas ya que solamente un limitado número de variedades responde favorablemente al manejo comercial (corte, selección, calibración, embalaje, transporte y vida útil).
- fallas en reconocer el adecuado estado de madurez para la cosecha, el punto de corta varía entre las diferentes variedades y entre los distintos mercados.
- la rapidez y condiciones en que las peonías son cortadas, seleccionadas, calibradas y almacenadas.
- carencia de embalaje adecuado, cada caja debería contener solamente una variedad y un grado, excepto cuando los compradores solicitan otra cosa. Todas las cajas deben estar llenas y firmes, pero no con las varas amontonadas.
- el rotulado de cada caja debe indicar productor, variedad, grado, calibre y número, de tal forma que no existan confusiones al llegar a destino.

# Literatura citada

---

- AFIPA. 2009-2010. Manual fitosanitario. Asociación nacional de fabricantes e importadores de productos fitosanitarios agrícolas. A.G. de Chile. 973 p.
- Agrios, George N. 2005. Plant pathology. Elsevier, Academic Press, Fifth Edition. 922 p.
- Aguilera, Alfonso y M. Gabriela Chahín. 2008. Flores bulbosas: Insectos y otros vertebrados asociados a esta especie en el Sur de Chile. INIA-CRI Carillanca. Boletín N° 176. 77 p.
- Aguilera, Alfonso, M. Gabriela Chahín y Nathalie Luchsinger. 2010. Prospección sanitaria del cultivo de peonías en la Araucanía. II. Principales plagas. Tierra Adentro 89: 38-41.
- Aguilera, Alfonso. 2011. Plagas en peonía. La Araucanía, Chile. EN: Avances en el diagnóstico y control de los principales problemas sanitarios que afectan el cultivo de peonías en la zona sur. Seminario/Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Albers, M. R. J. and B. P. A. Kunneman. 1992. Micropropagation of paeonia. Acta Horticulturæ 314:85-92.
- Allemand, Pierre. 2001. Propagation of herbaceous peonies. EN: M. Le Nard y P. Allemand. Bases fisiológicas para el cultivo de flores bulbosas. Apuntes Curso I. CRI Carillanca-FIA. 4-6 octubre, Trailanqui, Temuco. s/p.
- Allemand, Pierre et. Jean Pierre Franco. 2001. Pivoine fleur coupee: Le point sur les études de vernalisation. Special pivoines. Scradh/Chambre d'Agriculture du Var. Atout fleurs 42(junio):11-15.
- Allemand, Pierre. 2002. Développement végétatif et floral de la pivoine *Paeonia lactiflora* cv Sarah Bernhardt. Influence de facteurs thermiques sur la floraison. Rapport d'expérimentation de la saison 2000-2001. Etude financée par le Conseil Regional Provence Alpes Côte d'Azur. INRA-URIH, Route des Colles, Sophia-Antipolis, s/p.

- Alvarado V., Luis Eduardo y Gabriela Verdugo Ramírez. 2005. Propagación de *Paeonia lactiflora* Pall. mediante estaca herbácea y de raíz. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 46 p.
- Alvarez A., Mario. 1989. Resistencia a los fungicidas, fundamentos y aspectos prácticos. EN: Fungicidas y nematocidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 125-138.
- Alvarez Muñoz, José. 2011. Ajuste de datos de terreno obtenidos por Valencia y Sáez (2001) a una curva sigmoidea no simétrica. Post Doctoral Research. Associate Forest Productivity Cooperative. North Carolina State University. Raleigh, Estados Unidos.
- American Peony Society. 2001. The peony plants. IN: Handbook of the peony, 8th. Edition, pp. 9-13.
- Andrade, Nancy. 1999. Enfermedades de plantas bulbosas y su control. EN: Seemann, P. y Andrade, N. (Eds). Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 139-164.
- Antanaitiéne, R. and G. Staniéne. 2001. Research on morphological and ornamental traits of *Paeonia lactiflora* Pall. Sodininkyste ir Sarzininkyste 20(2):211-218.
- Antunez B., Alejandro, David Mora L. y Sofia Felmer E. 2010. Región de O'Higgins: Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano. Tierra Adentro 88: 40-42.
- Aoki, Noriaki. 1991. Effects of chilling period on the growth and cut flowers quality of forced herbaceous peony. Bull. Fac. Agr. Shimane Univ. 25:149-154.
- Armitage, Allan. 1993. Speciality cut flowers. Varsity Press/Timber Press. Oregon U.S.A. 372 p.
- Arancibia, Adriana. 2009. Informe técnico. Evaluación plantaciones de peonías en la zona de Rancagua. s/p.
- Artigao Ramírez, Alfonso y Rocío Guardado Lopez. 1993. El agua en el suelo. EN: Agronomía del riego. F. Martín de Santa Olalla M. y J. A. de Juan V. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 71-124.
- Askew, Robert and Neal Holland. 1984. Peonies. Their culture and care in North Dakota, North Dakota. U.S.A.
- Auer, James D. and Patricia S. Holloway. 2008. An introduction to harvesting and selling Alaska cut flower peonies. University of Alaska, School of Natural Resources and Agricultural Science, Agricultural and Forestry Experiment Station. Fairbanks, Alaska. SNRAS/AFES Miscellaneous Publication 2008/03. 15 p.

- Auer, James D. and Joshua Greenberg. 2009. Peonies: An economic background for Alaska flower growers. University of Alaska, School of Natural Resources and Agricultural Science, Agricultural and Forestry Experiment Station. Fairbanks, Alaska. SNRAS/AFES Miscellaneous Publication MP 2009/08. 16 p.
- Bahamonde Rubilar, Luis y Consuelo Saez Molina. 2006. Obtención del protocolo de micropropagación de dos variedades comerciales de *Paeonia lactiflora*. Tesis de Grado para optar al Título de Ing. (E) Agropecuario. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 105 p.
- Bahamonde Rubilar, Luis. 2008. Evaluación de variedades a través del establecimiento de un Jardín de Variedades en la XII Región. EN: Obtención de rizomas comerciales de variedades de exportación de peonías herbáceas a través de cultivos *in Vitro* y *ex Vitro*. Informe Final. Proyecto Flores de la Patagonia-CORFO. Punta Arenas, Chile. 76 p.
- Bailey, Stephanie. 1993. Those pesky aphids. University of Kentucky, College of Agriculture, Department of Entomology. Cooperative Extension Service. 2p.
- Ball, D. A. 1992. Weed seedbank response to tillage, herbicides and crop rotation sequences. *Weed Sci.* 40:654-659.
- Barcelo Coll, J., G. Nicola Rodrigo, B. Sabater Garcia y R. Sanchez Tames. 2001. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide. Madrid, España. 566 p.
- Barnhoorn, Floris. 1995. Growing bulbs in Southern Africa. Southern Book Publishers (Pty) Ltd. 107 p.
- Barrientos Diaz, Carlos. 2009. Proyecto de riego para peonías arbustivas. Proyecto de riego por goteo, Marchigüe, VI región. 16 p.
- Barzilay, Amalia, Hanita Zemah, Rina Kamenetsky and Itzhak Ran. 2002. Annual life cycle and floral development of "Sarah Bernhardt" peony in Israel. *HortScience* 37(2):300-303.
- Baskerville, Joanne. 2004. Herbaceous peonies. Edmonton Community Networks. Canadá. 12 p.
- Bellardi, M. G., C. Rubies-Autonell y A. Bianchi. 2003. First report of a disease of peony caused by *Alfalfa Mosaic Virus*. *Plant Disease*, 87(1):99-104.
- Besoain C., Ximena. 2000. Manejo integrado de enfermedades en flores bulbosas y afines. EN: Producción comercial de calas y peonías. Boletín INIA N°38. Carillanca, Temuco, Chile. pp. 47-64.
- Besoain C., Ximena. 1989. Benzimidazoles. EN: Fungicidas y nematicidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 17-40.

- Botella Miralles, Olga e Isabel Campos Garaulet. 1993. El agua en la planta. EN: Agronomía del riego. F. Martín de Santa Olalla M. y J. A. de Juan V. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 71-124.
- Byrne, Thomas G. and Abraham H., Halevy. 1986. Forcing herbaceous peonies. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(3):379-383.
- Buchheim, J. A.T. and M. M. Jr. Meyer. 1994. Micropropagation of peony (*Paeonia* spp.). IN: Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol.20. High-Tech and Micropropagation IV. Ed. Y.P.S. Bajaj. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1992. pp. 269-285.
- Burkhardt, Carsten. 2000-2001. Web project paeonia. The peony database. Kolwitz, Germany. (www.paeo.de).
- Cadahía Lopez, Carlos. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera edición. Madrid, España. 681 p.
- Cadahía Lopez, Carlos. 2005. Fertirrigación. Aspectos básicos. EN: Fertirrigación. Carlos Cadahía López. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 63-79.
- Cadahía Lopez, Carlos, Enrique Eymar Alonso, J. Jose Lucena Marotta. 2005. Materiales fertilizantes utilizados en fertirrigación. EN: Fertirrigación. Carlos Cadahía López. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 80- 122.
- Cadahía Lopez, Carlos y Enrique Eymar Alonso. 2005. Cálculo y preparación de disoluciones fertilizantes. EN: Fertirrigación. Carlos Cadahía López. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 123-172.
- Canadian Peony Society. 2007. How to propagate peonies. Peony C to C. Canadian Peony Society Quaterly Newsletter. Ontario, Canadá. s/p.
- Cardin, Loic et Jean-Paul Onesto. 2001. Le virus du rattle du tabac sur pivoine. Special pivoines. Scradh/Chambre d'agriculture du Var. Atout fleurs 42(junio):19-20.
- Carrillo, Roberto. 1999. Plagas de plantas bulbosas y su control. EN: Seemann, P. y Andrade, N. (Eds.). Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 165-177.
- Castilla Prados, Nicolas y Teodoro Montalvo Lopez. 2005. Programación del riego. EN: Fertirrigación. Carlos Cadahía. Ed. Mundi-Prensa. pp. 279-298.
- Caseley, J. C. 1996. Herbicidas. EN: Labrada, R., J. C. Caseley y C. Parker (Eds.) Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO. Producción y protección vegetal 120. Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Chahín, María Gabriela. 2002. Manejo de poscosecha de flores. EN: Manejo de poscosecha de flores. Boletín N° 82. INIA-C.R.I. Carillanca, Gobierno de la Araucanía. Temuco. Chile. pp. 5-12.

- Chahín, M. Gabriela, Marianela Ibañez, Nathalie Luchsinger y Carolina Díaz. 2009. Índice de cosecha en peonías. Resultados preliminares. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Chahín, M. Gabriela y Marianela Ibañez. 2009. Protocolo cosecha peonías. Temporada 2009/2010. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Chahín, M. Gabriela, Alfonso Aguilera, Carolina Díaz, Nelson Espinoza, Lucy Gilchrist, Marianela Ibañez, Nathalie Luchsinger y Adolfo Montenegro. 2010. Informe Parcial. Temporada 2009/2010. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Chahín, M. Gabriela, Adolfo Montenegro y Nathalie Luchsinger. 2011. Período de estabilización de las concentraciones foliares de nutrientes. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Chahín, M. Gabriela, Nathalie Luchsinger y Carolina Díaz. 2011. Índice de cosecha en peonías. Manual Guía de Campo INIA N° 220. 54 p
- Chapugier, Yves et Michel Mallait. 2001. Le forçage de la pivoine en pleine terre. Special pivoines. Scradh/Chambre d'Agriculture du Var. Atout fleurs 42(junio):32-35.
- Ciampi Panno, Luigi, Sergio Radic Schilling y Eduardo Alvarez Duarte. 2007. Patología Vegetal Micológica. Editorial Nuova Firenze. Valdivia, Chile. 266 p.
- Contreras Figueroa, Eduardo y Marcelo Zapata Rojas. 2000. Técnicas de aplicación de pesticidas utilizando pulverizador manual. Boletín INIA N°29. Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco. Chile. 20 p.
- Cooper, Ray. 1988. Survey of the Paeonia species in the light of recent literature. Olsdham, England.
- Coronado, Alicia. 2006. Introducción y evaluación de nuevas variedades de peonías (*Paeonia lactiflora*) en la zona de Panguipulli, X Región. Proyecto Ilustre Municipalidad de Panguipulli, Agrícola Valle de Tralcapulli, FIA. s/p.
- Covacevich Fugellie, Paula y Consuelo Sáez Molina. 2001. Introducción y adaptación de 29 variedades de peonías herbáceas en Magallanes. Tesis de Grado para optar al Título de Ing. (E) Agropecuario. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 93 p.

- Covacevich Fugellie, Paula y Consuelo Sáez Molina. 2001. Introducción y adaptación de 29 variedades de peonías herbáceas en Magallanes. EN: Resúmenes. 52° Congreso Agronómico de Chile. 2° Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura. 17 al 19 de Octubre. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile, La Palma, Quillota, Chile. pp. 82.
- Covacevich Fugellie, Paula y Consuelo Sáez Molina. 2003. Estados fenológicos de la peonía herbácea. EN: Resúmenes. 54° Congreso Agronómico de Chile y 4° Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura. Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agrícolas y Acuícolas, Universidad de Magallanes. Torres del Paine, Chile. pp. 74.
- Covacevich Fugellie, Paula y Consuelo Sáez Molina. 2005. Evaluación de 29 cultivares de peonías herbáceas (*Paeonia lactiflora* x *P.lactiflora*, *P.lactiflora* x *P.officinalis*, *P.lactiflora* x *P.peregrina* y *P.lactiflora* x *P.macrophylla*). EN: Avances en horticultura ornamental. Peter Seemann F., Gloria Jara M., Ingrid Castro U., Manuel Muñoz D. (Eds.). Primer Simposio Horticultura Ornamental, 29-30 septiembre. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Covacevich Fugellie, Paula. 2008. Establecimiento y evaluación de un jardín de variedades de peonías herbáceas para flor de corte, VII Región. EN: Obtención de rizomas comerciales de variedades de exportación de peonías herbáceas a través de cultivos *in Vitro* y *ex Vitro*. Informe Final. Proyecto Flores de la Patagonia-CORFO. Punta Arenas, Chile. 76 p.
- Cuevas, Hilda. 2006. Producción forzada de iris a través de una articulación social, tecnológica y científica y reforzamiento del cultivo de peonías. Informe Final. Proyecto FIA-Cooperativa CADEPROM-Corporación RUF. 2002-2006.
- D'Aoust, Lindsay. 2000. Micropropagation of plants or plants from test tubes. Newsletter Feature Article. La Pivoinerie D'Aoust. Hudson Heights, Canadá. 6 p.
- D'Aoust, Lindsay. 2003. Yellow peonies. Newsletter Feature Article. La Pivoinerie D'Aoust. Hudson Heights, Canadá. 9 p.
- D'Aoust, Lindsay. 2004. How to choose the right herbaceous peony. Newsletter Feature Article. La Pivoinerie D'Aoust. Hudson Heights, Canadá. 5 p.
- D'Aoust, Lindsay. 2007. Mystery peonies. Newsletter Feature Article. La Pivoinerie D'Aoust. Hudson Heights, Canadá. 5 p.
- D'Aoust, Lindsay. 2009. Propagation of peonies. Newsletter Feature Article. La Pivoinerie D'Aoust. Hudson Heights, Canadá. 6 p.
- De Hertog, August. 2006. Brief overview of the physiology of flowering in plants. EN: Bases fisiológicas para el cultivo de las flores bulbosas. Apuntes Curso II. CRI Carillanca-FIA. 24-27 octubre, Trailanqui, Temuco. s/p.

- De Juan Valero, Jose A. y Francisco J. Martín de Santa Olalla Mañas. 1993. El estrés hídrico en las plantas. EN: Agronomía del riego. F. Martín de Santa Olalla M. y J. A. de Juan V. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 125-238.
- De Juan Valero, Jose A. y Francisco J. Martín de Santa Olalla Mañas. 1993. La medida de la evapotranspiración. EN: Agronomía del riego. F. Martín de Santa Olalla M. y J. A. de Juan V. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 299-372.
- De Kartzow García, Alejandro C. y Ana V. Quijada Bannura. 2009. Mejoramiento de la oferta y calidad de plantas de vivero de peonías (*Paeonia lactiflora*) y producción forzada de flores en la XIV Región de Chile. Informe Final. Proyecto FIA. Código PI-C-2005-1-A-088. 2005-2009. Río Bueno, 182 p.
- Delissen, Bram. 2004. Visión y estrategia del cultivo de las peonías en Chile. EN: Seminario Peonías: Experiencias productivas, tecnologías de cultivo y mercado. Documento Resumen. FIA. 5-6 noviembre, 2003, Temuco. pp. 78-83.
- De Loose, Tjeerd. 2008. Evaluation of the november 2008 contract. Programa FIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de peonías de la Región de la Araucanía. Temuco y Osorno. 2007-2011.
- Dement'eva, T. N. 1978. *Paeonia lactiflora* and its cultivars in the Altay botanic garden. Bulletin'Glavnogo Botanicheskogo Sada 107: 88-92.
- Denny, Michael. 2003. Seven weeks of bloom. Newsletter Feature Article. Canadian Peony Society. Ontario, Canadá. s/p.
- Departamento Técnico Tattersall. 2008. El techado en cerezos. Revista El Tattersall 210 (marzo-abril): 8-9.
- Diacinti, Anabel. 2003. El cultivo de peonías en los valles cordilleranos de Chubut. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agroforestal Esquel. Carpeta Técnica. Diciembre, Esquel, Argentina.
- Donenn, L. D. 1993. La práctica del riego y la ordenación de aguas. EN: Carlos Barrientos D. Curso de tecnificación del riego a nivel predial. INDAP. pp. 1-50.
- Doorenbos, J. Y W. O. Pruitt. 1986. Las necesidades de agua de los cultivos. Manual N° 24. Estudio riego y drenaje. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. 194 p.
- Duke, S. O. and F. E. Dayan. 2001. Classification and mode of action of the herbicides. EN: Uso de herbicidas en la agricultura del Siglo XXI. De Prado, R. y J. V. Jorrián (Eds). Servicio de publicaciones, Universidad de Córdoba. Córdoba, España. pp. 31-44.
- Eason, J., T. Pinkney, J. Heyes, D. Brash and B. Bycroft. 2002. Effect of storage temperature and harvest in maturity on bud opening and vase-life of *Paeonia lactiflora* cultivar. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 30:61-67.

- Erez, Amnon, Svetlana Fishman, Zipora Gat and G. A. Couvillon. 1988. Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. *Acta Horticulturae* 232: 76-89.
- Erices Garcia, Yanina Soledad y Gabriela Verdugo Ramírez. 2003. Evaluación del efecto de la prolongación del período activo de *Paeonia lactiflora* Pall. en incremento del número de yemas y peso de la raíz tuberosa de siete cultivares. Taller de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Area de Hortalizas y Flores. Quillota, Chile. 71 p.
- Espinoza N., Nelson. 2010. Conceptos básicos para un control eficaz de malezas en peonías. Día de Campo. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Espinoza N., Nelson. 2011. Estrategias para el control de malezas en peonías. EN: Avances en el diagnóstico y control de los principales problemas sanitarios que afectan el cultivo de peonías en la zona sur. Seminario/Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Evans, Erv. 1999. Peonies for the home landscape. North Carolina State University. Department of Horticultural Science. Horticulture Information Leaflets 2/99 HIL-8501.
- Evans, Michael R., Neil O. Anderson and Harold F. Wilkins, H. F. 1990. Temperature and GA<sub>3</sub> effects on emergence and flowering of potted *Paeonia lactiflora*. *Hortscience* 25(8):923-924.
- Fearnley-Whittingstall, Jane. 1999. Peonies. The imperial flower. Weidenfeld and Nicolson. Londres. 384 p.
- Fitzgerald, Doreen. 2004. Peony. A future crop for Alaska. Agricultural and Forestry Experimental Station. Miscellaneous Publication N° MP 2004-01.
- Flamingo International. 1999. Paeonia from Russia with love. Floraculture International. Octubre.
- Flora Holland. 2007. Peonies from FloraHolland. FloraHolland peony fun with the pictures arranged first by color and then in alphabetical order.
- France, Andrés. 2011. Nemátodos en peonías. EN: Avances en el diagnóstico y control de los principales problemas sanitarios que afectan el cultivo de peonías en la zona sur. Seminario/Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Fredes G., Carolina. 1999. Plagas y enfermedades en flores de corte. EN: Problemas y soluciones a la producción y comercialización de flores de bulbáceas. Profo Tulipaysen, Coyhaique. pp. 16-22.

- Fuentes, Ricardo. 1999. Control de malezas en plantas bulbosas. EN: Seemann, P. y Andrade, N. (Eds.) Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 179-193.
- Fulton, T. A., A. J. Hall and J. L. Catley. 2001. Chilling requirements of *Paeonia* cultivars. *Scientia Horticulturae* 89: 237-248.
- Fundación para la Innovación Agraria (Fia). 2002. Boletín Floricultura. Boletín Trimestral N°2. 2 p.
- Fundación para la Innovación Agraria (Fia). 2008. Resultados y lecciones en cultivo de peonías. Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario N° 13. 68 p.
- Gallardo Rivera, Pierina y Consuelo Sáez Molina. 2005. Obtención de rizomas comerciales de peonías a través de estacas de raíz tuberosa. Tesis de Grado para optar al Título de Ing. (E) Agropecuario. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 101 p.
- Gast, Karen. 1998. Production and postharvest evaluations of fresh-cut peonies. Kansas State University, Agricultural Experiment Station, Cooperative Extension Service. Report of progress 820. 15 p.
- Gast, Karen. 2000. Production and postharvest evaluations of fresh-cut peonies. Kansas State University, Agricultural Experiment Station, Cooperative Extension Service. Report of progress 866. 21 p.
- Gast, K., J. McLaren and R. Kampjes. 2001. Identification of bud maturity indicators for fresh-cut peony flowers. Proc. VII Int. Symposium on postharvest physiology ornamentals. T. A. and D. G. Clark (Eds.). *Acta Hort.* 543:317-325.
- Gil Salaya, Gonzalo. 2009. Fruticultura, el potencial productivo. Colección en Agricultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ed. UC. 4ª edición actualizada. 398 p.
- Gilchrist S., Lucy. 2010. Resultados obtenidos en el área de fitopatología durante el ciclo 2009-2010. Informe parcial. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Gilchrist S., Lucy, M. Gabriela Chahín A., Nathalie Luchsinger F. y Carolina Diaz B. 2010. Prospección sanitaria del cultivo de peonías en la Araucanía. I. Principales enfermedades encontradas. *Tierra Adentro* 88: 48-52.
- Gilchrist Saavedra, Lucy. 2011. Enfermedades fungosas y bacteriales identificadas durante tres ciclos de cultivo de la peonía. EN: Avances en el diagnóstico y control de los principales problemas sanitarios que afectan el cultivo de peonías en la zona sur. Seminario/Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.

- Gleason, Mark L., Margery L. Daughtrey, Ann R. Chase, Gary W. Moorman and Daren S. Mueller. 2009. Diseases of herbaceous perennials. The American Phytopathological Society (Eds.). 281 p.
- Gómez Kehsler, Katty y Consuelo Sáez Molina. 1998. Evaluación de la tasa de crecimiento de rizomas de dos variedades de peonía herbácea (*Paeonia lactiflora* Pall.). Seminario presentado para optar al Título de Técnico Agrícola. Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 33 p.
- Gómez Kehsler, Katty y Consuelo Saez Molina. 2002. Parámetros climáticos y su relación con la productividad agrícola en Magallanes. Tesis de Grado para optar al Título de Ing. (E) Agropecuario. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 89 p.
- Gonzalez R., Héctor. 2007. Nematodos fitoparásitos que afectan frutales y vides en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 149. Santiago de Chile. 176 p.
- Good, Walter. 1998. *Paeonia. The world of the peony.* CH-8332 Russikon. Switzerland.
- Gorobets, V. F. 1991. Introduction variety trial of herbaceous peonies. *Introduktsiya i Akklimatizatsiya Rastennii* 13: 10-15.
- Graetz, H. A. 1995. Suelos y fertilización. Manuales para educación agropecuaria. Area: Suelos y agua N°34. Editorial Trillas. México. 80 p.
- Greenwood, D. J. 1978. A theoretical model for the decline in the protein contents in plants during growth. *J. Agric. Sci.* 91: 461-466.
- Halda, Josef F. and James W. Waddick. 2004. *The Genus Paeonia.* Timber Press Inc. Portland, Oregon, U.S.A.
- Halevy, Abraham. H. 1999. Ornamentals: Where diversity is king. The Israeli experience. IN: J. Janick (ed). *Perspectives on new crops and new uses.* ASHS Press. Alexandria, VA. pp. 404-406.
- Halevy, Abraham H., Menashe Levi, Menashe Cohen and Vered Naor. 2002. Evaluation of methods for flowering advancement of herbaceous peonies. *Hortscience* 37(6):885-889.
- Halevy, Abraham H., Amalia Barzilay y Rina Kamenetsky. 2005. Flowering advancement in herbaceous peony. *Acta Hort.* 673:279-285.
- Hall, A. J., J. L. Catley and E. F. Walton. 2007. The effect of forcing temperature on peony shoot and flower development. *Scientia Horticulturae* 113:188-195.
- Hancheck, Anne. 1994. *Planting peonies.* University of Minnesota. Extension Service. Number 456.

- Harding, Alice. 1995. The peony. Sagapress, Inc. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, U.S.A. 145 p.
- Hartmann, Hudson T. y Dale E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Cuarta reimpression. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 760 p.
- Hartmann, Hudson T., Dale E. Kester, Fred T. Davies, and Robert L. Geneve. 2002. Hartmann and Kester's. Plant propagation: Principles and practices. Seventh Edition. Prentice Hall. 880 p.
- Hashida, Ryaji. 1990. Tree and herbaceous peonies in modern Japan. Shimane, Japón. ISBN4-06-2048, 12-4.
- Hatakeyama, Y. 1998. Studies on cultivation and breeding of *Paeonia lactiflora* Pallas. (4) Absorption of mineral nutrient en Paeonia plants. Natural Medicines 52(2): 120-125.
- Heap, I. 2000. International survey of herbicide-resistant weeds. Classification of herbicides by mode of action.
- Heartland Peony Society. 2008. Commercial sources of peonies.
- Hernandez, George. 2001. Digging and dividing the herbaceous and the hybrid peonies. IN: Handbook of the peony. American Peony Society, 8th ed. pp. 13-23.
- Heuser, Charles W. and Kathleen B. Evensen. 1986. Cut flowers longevity of peony. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6):896-899.
- Holloway, P. S., J. T. Hanscom and G. E. M. Matheke. 2003. Peonies for field cut flower production. First year growth. University of Alaska, School of Natural Resources and Agricultural Science, Agricultural and Forestry Experiment Station. Fairbanks, Alaska. Research Progress 41: 1-4.
- Holloway, P. S., J. T. Hanscom and G. E. M. Matheke. 2004. Peonies for field cut flower production. Second year growth. University of Alaska, School of Natural Resources and Agricultural Science, Agricultural and Forestry Experiment Station. Fairbanks, Alaska. Research Progress 43: 1-8.
- Holloway, P. S., J. T. Hanscom and G. E. M. Matheke. 2005. Peonies for field cut flower production. University of Alaska, School of Natural Resources and Agricultural Science, Agricultural and Forestry Experiment Station. Fairbanks, Alaska. Research Progress 44: 1-16.
- Honeywell, E. R., F. C. Gaylord and K. I. Fawcett. 1940. Peony studies. Indiana Agricultural Experiment Station Bull. 444.

- Hosoki, T., M. Ando, T. Kubara, M. Hamada and M. Itami. 1989. In vitro propagation of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) by a longitudinal shoot-split method. *Plant Cell Reports* 8(4):243-246.
- Hosoki, Takashi, Tomomi Nagasako, Daisuke Kimura, Kaori Nishimoto, Ryuichi Hasegawa, Katsumi Ohta, Mari Sugiyama and Kazuhiza Haruki. 1997. Classification of herbaceous peony cultivars by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 65(4): 843-849.
- Hostachy, Bruno et Thierry Savio. 2001. Les contraintes parasitaires de la culture de la pivoine. *Special pivoines. Scradh/Chambre d'Agriculture du Var. Atout fleurs* 42(junio): 21-25.
- Howard, G. 1968. How depth on planting affects the garden peony. *Hort. Sci.* 3(4):279-280.
- Ibáñez, M., M. G. Chahín, A. Aguilera y N. Luchsinger. 2009. La cuncunilla verde de la papa (*Syngrapha gammoides*) en peonías del sur de Chile. INIA-CRI Carillanca. Boletín N° 30.
- Ibáñez m., Marianela. 2009. Protocolo de calidad VBM para peonías. Temporada 2009. Programa FIA- VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Ibáñez M., Marianela. 2010. Obtención de los estándares nutricionales para el cultivo de peonías herbáceas como flores de corte. Programa FIA- VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Infocenter. 2010. Análisis mundial de estrategia e innovación tecnológica de flor y follaje de corte. EN: Seminario Flores. El mercado internacional de las flores de corte: Oportunidades para la industria exportadora chilena y actualización en innovaciones, en procesamiento, distribución y transporte. FIA, ProChile, ODEPA, octubre, Santiago de Chile. s/p.
- Jellito, Leo and Wilhelm Schacht. 1990. Hardy herbaceous plants. Volume 11.L-2. 3th Edition.
- Jiajue, Li, Wang Liangsheng, Tian Daike, Han Xiaoyan, Zhang Jingjing, Jiang Zhuo, Liu Zheng, Li Chonghui and Wang Chunneng. 2005. Chinese tree peony, Xibei, Xinan, Jiangnan Volume. Li Jiajue (Ed.). China Forestry Publishing House. Beijing, China. 205 p.
- Kader, Adel A. 2006. Controlled atmosphere storage. Department of Pomology, University of California, Davis, CA. IN: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Agriculture Handbooks. USDA. 130 p.

- Kamenetsky, Rina, Amalia Barzilay, Amnon Erez, Abraham H. Halevy. 2003. Temperature requirement for floral development of herbaceous peony cv. Sarah Bernhardt. *Scientia Horticulturae* 97:309-320.
- Kamenetsky, Rina. 2004. Manejo productivo en el cultivo de la peonía. I: Conocimiento del desarrollo de la planta y de la fisiología de floración como base para el cultivo de la peonía, II. Estrategias de crecimiento como base para el cultivo de la peonía. EN: Seminario Peonías: Experiencias productivas, tecnologías de cultivo y mercado. FIA. 5-6 noviembre, 2003. Documento Resumen. Temuco. pp. 5-21/63-77.
- Kamenetsky, Rina. 2006. Herbaceous peonies: flowering physiology and production techniques. EN: Bases fisiológicas para el cultivo de las flores bulbosas. Apuntes Curso II. INIA, CRI Carillanca-FIA. 24-27 noviembre, Trailanqui, Temuco. s/p.
- Kamenetsky, Rina, Amalia Barzilay and Menashe Cohen. 2007. Herbaceous peony for cut flower production: Flowering physiologation techniques and cultivation techniques. *Acta Hort.* 755: 121-125.
- Karmelli, y J. Keller. 1974. Trickle irrigation desing. Rain Bird, Glendora, California.
- Kim, S. J., K. J. Kim, J. H. Kim, S. D. Park and B. S. Choi. 1999. Effective weeds control system at early growth stage of *Paeonia lactiflora* Pallas. *Korean Journal of Weeds Science* 19(2): 161-166.
- Kleijn, David, Urs A. Treier and Müller-Schärer, Heinz. 2006. The importance of nitrogen and carbohydrate storage for plant growth of the alpine herb *Veratrum album*. *New Phytologist* 166: 565-575.
- Kogan A., Marcelo. 1993. Manejo de malezas en plantaciones frutales. Colección en Agricultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. J. E. Lira y M. Kogan (Eds.). 277 p.
- Landsberg, J. I. and S. T. Gower. 1997. Application of physiological ecology to forest management. Academic Press. San Diego CA. 354 p.
- Laszay, G. 1979. Evaluation of *Paeonia lactiflora* varieties in relation to phenology and ornamental value. *Kerteszeti Egyetem Kozlemenyei* 43(11): 117-122.
- Latorre G., Bernardo. 1989. Acilalaninas y fosetil-aluminio en el control de las enfermedades producidas por hongos oomicetes. EN: Fungicidas y nematocidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 29-40.
- Latorre G., Bernardo. 1989. Fungicidas inhibidores de la síntesis de esteroides. I. Características y propiedades. EN: Fungicidas y nematocidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 41-52.

- Latorre G., Bernardo. 1989. Dicarboximidaz: Características, usos y limitaciones. EN: Fungicidas y nematocidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 103-112.
- Latorre G., Bernardo. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. Colección en Agricultura. Ediciones Universidad Católica de Chile. Sexta Edición. 638 p.
- Le Nard, Marcel y Pierre Allemand. 2001. Bases fisiológicas para el cultivo de flores bulbosas. Apuntes Curso I. INIA, CRI Carillanca-FIA. Trailanqui, Temuco, Chile. s/p.
- Lerner, Rosie. 1996. Peony: The Indiana State Flower. Purdue University and Garden News. pp. 1-2
- Magunacelaya, J. y E. Dagnino. 1999. Nematología agrícola en Chile. Segunda Edición. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 282 p.
- Maillat, Michel. 2001. Resultats des essais varietaux du SCRADH-année 2000. EN: M. Le Nard y P. Allemand. Special pivoinés. Scradh/Chambre d'agriculture du Var. Atout fleurs 42(junio): 26-31.
- Manzano Ortiz., Elizabeth. 2004. Establecimiento y evaluación de una plantación comercial de peonía herbácea (*Paeonia lactiflora*) en la XI Región. EN: Seminario Peonías: Experiencias productivas, tecnologías de cultivo y mercado, FIA. 5-6 noviembre, 2003. Documento Resumen. Temuco. pp. 37-54.
- Manzano Ortiz, Elizabeth. 2008. Establecimiento y evaluación de un Jardín de Variedades de peonías herbáceas para flor de corte, XI Región. EN: Obtención de rizomas comerciales de variedades de exportación de peonías herbáceas a través de cultivos *in Vitro* y *ex Vitro*. Informe Final. Proyecto Flores de la Patagonia-CORFO. Punta Arenas, Chile. 76 p.
- Markwell, J., D. Namuth e I. Hernández-Ríos. 2005. Introducción a los herbicidas que actúan a través de la fotosíntesis. Library of crop technology lesson modules. University of Nebraska. Lincoln, Estados Unidos.
- Martínez B., Leoncio y José María Peralta A. 2000. Conceptos de riego localizado. Boletín INIA N° 22. 21 p.
- Matus J., Francisco. 1995. Nutrición y fertilización de frutilla y frambuesa. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad de Talca. Talca, Chile. 29 p.
- Matus, F. J. y J. M. Rodríguez. 1994. A simple model for estimating the contribution of N mineralization to nitrogen supply of crops from a stabilized pool of soil organic matter and recent organic input. Plant and Soil 162: 259-271.
- McGeorge, Pamela. 2006. Peonies. Photographs by Russell McGeorge. Firefly Books Ltd. Albany, Auckland, New Zealand.

- McMurtrie, R. E. and L. Wolf. 1983. Above and below ground growth of forest stands: a carbon budget model. *Annals of Botany* 52:437-448.
- Medina Medina, Yanet y Consuelo Sáez Molina. 2005. Obtención de rizomas comerciales de peonías a través de estacas de yema. Tesis de Grado para optar al Título de Ing. (E) Agropecuario. Facultad de Ciencias. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 95 p.
- Medina San Juan, J. A. 1988. Riego por goteo. Teoría y Práctica. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 256 p.
- Montalvo Lopez, Teodoro. 2005. Cabezal de riego. En: Fertirrigación. Carlos Cadahía Lopez. Ed. Mundi-Prensa. pp. 248-263.
- Montenegro, Adolfo. 2010. Fenología y extracción de nutrientes en el cultivo de peonías. Informe parcial. Programa FIA-VBM-INIA: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía. Temuco, Chile. s/p.
- Montesinos Vásquez, Alejandro. 2008. Establecimiento y evaluación de un Jardín de Variedades de peonías herbáceas para flor de corte, XI Región, X Región. EN: Obtención de rizomas comerciales de variedades de exportación de peonías herbáceas a través de cultivos *in Vitro* y *ex Vitro*. Informe Final. Proyecto Flores de la Patagonia-CORFO. Punta Arenas, Chile. 76 p.
- Mora, J., M. Mascó, P. Paredes y S. Casasnovas. 2003. Producción de tallos florales de peonías (*Paeonia sp.*) en Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz, Argentina. V Jornadas de Floricultura en San Miguel de Tucumán. INTA. Cambio Rural.
- Nissen, S., D. Namuth e I. Hernandez-Ríos. 2005. Introducción a los inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos. Library of crop technology lessons. University of Nebraska. Lincoln, Estados Unidos.
- Noguer, Veronica y Elizabeth Manzano. 2011. Obtención de niveles críticos de N y período de estabilización de nutrientes. PDT. Universidad Austral de Chile, Sede La Trepananda, CORFO. s/p.
- Noguer, Verónica y Elizabeth Manzano. 2011. Manual de producción de peonías en la Región de Aysén. PDT Universidad Austral de Chile, Sede La Trepananda/ CORFO. 27 p. (en prensa).
- Novoa S-A., Rafael, Sergio Villaseca C., Pedro Del Canto S., Juan Luis Rouanet M., Carlos Sierra B. y Alejandro Del Pozo L. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Edición Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Ministerio de Agricultura. (Eds.) Rafael Novoa y Sergio Villaseca. Santiago de Chile. 221 p.
- Ohlander, M. C. and D. P. Watson. 1951. Experimental storage of cut peony flowers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58: 371-376.

- Onesto, J-P, R. Poupet et. y A. Poupet. 2001. Multiplication in vitro de la pivoine (*Paeonia lactiflora*). Special pivoines. Scradh/Chambre d'agriculture du Var. Atout fleurs 42(junio):8-15.
- Ortiz Rogosich, Ana Maria y Nelson Cueto Sauterel. 2004. Introducción y evaluación de 11 variedades de peonías (*Paeonia lactiflora* Pall.) en la zona de Temuco, IX Región. Informe Final. Proyecto FIA. Código C00-1-A-005. 2000-2003. Pitrufulquén, Chile. 28 p.
- Pacific Flowers, S. A. 1996. Producción y exportación de flores de peonías con pequeños productores del área de Punta Arenas y Puerto Natales. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. s/p.
- Page, Martin. 1997. Peonies. The gardener's guide to growing. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, U.S.A. 160 p.
- Page, Martin. 2005. The gardener's peony. Herbaceous and tree peonies. Heartland Peony Society. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, U.S.A. 330 p.
- Park, S. D., D. S. Park, B. S. Choi and Y. E. Choi. 1994. Annual phenology of root-knot nematode in the medicinal herb (*Paeonia lactiflora*) field. Korean Journal of Applied Entomology 33(3): 159-162.
- Park, S. D., Z. Khan, Y. E. Choi and B. S. Choi. 1998. Association and distribution of plant parasitic nematodes in peony (*Paeonia lactiflora*) fields of Korea. International Journal of Nematology 8(1): 57-60.
- Pedigo, Larry P. and Marlin E. Rice. 2009. Entomology and pest management. Pearson, Prentice Hall. Sixth Ed. 784 p.
- Peltola, Rea Ja Vesa Koivu. 2007. Pionit. Tammi Publishers. Hämeenlinna. Finlandia. 280 p.
- Perry, Leonard. 1997. Growing peonies in the home and scape. University of Vermont Extension. UUMEXT. Extension Home Page. Portland, Oregon, U.S.A.
- Peterson, D. E., C. R. Thompson, D. L. Regehr and K. Al-Khatib. 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. C-75. 24 p.
- Philippi I., Isabel. 1989. Nematicidas. EN: Fungicidas y nematicidas, avances y aplicabilidad. Bernardo Latorre (Ed.). Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. pp. 165-200.
- Pierik, R. C. M. 1990. Cultivo in vitro de las plantas superiores. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga and D. Morrison. 2000. Environmental and economic cost for non-indigenous species in the United States. Bioscience 50:53-65.

- Pinochet, Dante. 1999. Fertilización de plantas bulbosas. EN: Seemann, P. y Andrade, N. (Eds.). Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 123-137.
- Powell, Charles C. and Richard K. Lindquist. 1998. Manejo integrado de los insectos, ácaros y enfermedades de los cultivos ornamentales. Verónica Hoyos de Martens (Ed). Ball Publishing. 118 p.
- Prochile. 2007. Perfil de mercado: flores y capullos de peonía. EN: Flores y capullos cortados para ramos o adornos frescos, secos, blanqueados, teñidos, impregnados o preparados de otra forma. Peonías. Madrid (España), París (Francia). s/p.
- Reichenberger, L. B. 1890. Chemical application: The billion-dollar blunder. Succesfull Farming. April. 5 p.
- Reid, Michael S. 2006. Cut flowers and greens. Department of Environmental Horticulture. University of California, Davis, CA. IN: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Agriculture Handbooks. USDA. 130 p.
- Robinson, Michael and Orlov, Arik. 2009. Developing an optimal propagation. Magical Peony Nursery. Israel.
- Rodríguez S., José. 1991. Manual de fertilización. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 362 p.
- Rodríguez S., José. 1993. La fertilización de los cultivos, un método racional. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 291 p.
- Rodríguez S., José , Dante Pinochet T. y Francisco Matus J. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago de Chile. 117 p.
- Rodríguez S., José y José Alvarez M. 2010. Nutrición y fertilización de los árboles forestales. LOM Ediciones. 521 p.
- Rogers, Allan. 1995. Peonies. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, U.S.A. 296 p.
- Rosales Robles, Enrique y Valentín Esqueda Esquivel. 2005. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP. Campos Experimental Río Bravo, Tamaulipas/ Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, México. 16 p.
- Ruiz S., María Pía y Gabriela Verdugo R. 2008. Efecto del cultivo de *Tagetes erecta* L. asociado al cultivo de *Paeonia lactiflora* Pall. cv. Festiva Maxima sobre la población de nemátodos y la producción de flores. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 41 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 1999. El cultivo de la peonía en Magallanes. EN: Seemann, P. y Andrade, N. (Eds.) Cultivo y manejo de plantas bulbosas ornamentales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp. 85-94.

- Sáez Molina, Consuelo. 1999. Manejo de cosecha y post-cosecha en flores cortadas de peonías. EN: Problemas y soluciones a la producción y comercialización de flores de bulbáceas. Profo Tulipaysen, Coyhaique. pp. 62-69.
- Sáez Molina, Consuelo, Petar Bradasic Alvarez y Julio Yagello Díaz. 1999. Informe capacitación en cosecha y post-cosecha de peonías en Holanda. Zabo Plant Bv./ Floricultura Ignakene. Amsterdam. 8 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2000. Introducción al cultivo "in-vitro" de *Paeonia lactiflora* Pall. Informe Pasantía. Queen's University of Belfast. Faculty of Science and Agriculture. Belfast, Julio 2000. s/p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2000. Cultivo, cosecha y post-cosecha de la peonía herbácea. EN: Producción comercial de calas y peonías. Boletín INIA N°38. Carillanca, Temuco, Chile. pp. 21-43.
- Sáez Molina, Consuelo y Alejandro Montesinos Vásquez 2001. Visita a viveros y productores de peonías en el norte de Estados Unidos. Portland, Oregon. Informe. 10 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2002. Cultivo, cosecha y comercialización de la *Paeonia lactiflora* en Magallanes. Informe Final. Proyecto UMAG-FIA C97-2-A-70, Punta Arenas, Chile. 187 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2004. Cultivo, cosecha y comercialización de la peonía herbácea (*Paeonia lactiflora* Pall.) en Magallanes. 1997-2002. EN: Seminario Peonías: Experiencias productivas, tecnologías de cultivo y mercado. FIA. 5-6 noviembre 2003. Documento Resumen. Temuco. pp. 23-36.
- Sáez Molina, Consuelo. 2005. Aplicación del método de fertilización razonada a un cultivo de peonías. EN: Avances en horticultura ornamental. Peter Seemann F., Gloria Jara M., Ingrid Castro U., Manuel Muñoz D. (Eds.). Primer Simposio Horticultura Ornamental, 29-30 septiembre. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp. 71.
- Sáez Molina, Consuelo, Luis Bahamonde Rubilar, Paula Covacevich Fugellie, Elizabeth Manzano Ortiz y Alejandro Montesinos Vásquez. 2008. Obtención de rizomas comerciales de variedades de exportación de peonías herbáceas a través de cultivos *in Vitro* y *ex Vitro*. Informe Final. Proyecto Flores de la Patagonia-CORFO. Punta Arenas, Chile. 76 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2009. Visita a China para seleccionar variedades de peonías arbustivas (Mu Dan) para flores de corte. Informe Final. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Santiago de Chile. 21 p.
- Sáez Molina, Consuelo. 2009. Informe Taller Cosecha y Poscosecha, Temuco y Osorno. Programa FIA-VBM: Encadenamiento productivo, de gestión asociativo para la internalización del cultivo de las peonías en la Región de la Araucanía.
- Sáez Molina, Consuelo y Julia Navarro Cotton. 2010. Introducción de cinco variedades de la especie *Paeonia lactiflora* (Pall.) como una alternativa de diversificación

- productiva para la VII Región. Informa Final. Proyecto FIA (Código PI-F-2006-1-A-001)/Flores de la Cuna de Neruda Ltda. 2006-2010. Parral, Chile. 17 p.
- Saldivia Nuñez, Eduardo y Consuelo Saez Molina. 1998. Antecedentes preliminares para el cultivo de la peonía herbácea (*Paeonia lactiflora*) en Magallanes. Seminario para optar al título de Técnico Agropecuario. Universidad de Magallanes, Punta Arenas. 27 p.
- Salisbury, F. y C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México pp. 375-393.
- Salveit, Mikal E. 2006. Respiratory metabolism. Mann Laboratory, Department of vegetable crops. University of California, Davis, CA. IN: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Agriculture Handbooks. USDA. 130 p.
- Sangar, R. B. S., R. A. Singh, B. B. Nagaich and H. O. Agrawal. 1988. A mosaic disease of *Paeonia lactiflora*. Indian Journal of Virology 4(1-2): 121-123.
- Sandoval, Eugenia. 2010. Flores de corte. Análisis de sus exportaciones. EN: Seminario Flores. El mercado internacional de las flores de corte: Oportunidades para la industria exportadora chilena y actualización en innovaciones, en procesamiento, distribución y transporte. FIA-ProChile-ODEPA. Octubre. Santiago de Chile. s/p.
- Santibañez Quezada, Fernando y Juan Manuel Uribe Meneses. 2001. Agroclimatología. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. EN: Agenda del Salitre. Capítulo IV. pp. 117-138.
- Santos Rojas, Jose y Julio Kalacich Barassi. 2010. El cultivo de papa en Chile y sus proyecciones. Boletín Técnico Remehue 238:1-16.
- Sansone, Paul and Susan Vosburg. 2000. Sustainable production of cut flower and nursery stock. Here and Now Garden. Oregon, USA. s/p.
- Schiappacase, Flavia y Magdalena Suárez. 1998. Introducción del cultivo de peonías en la Región del Maule. Informe Final. Proyecto FONTEC-CORFO, Código 95-0618. 39 p.
- Schiappacase, Flavia y Alejandra Basoalto. 2007. Introducción de cinco variedades de la especie *Paeonia lactiflora* (Pall.) como una alternativa de diversificación productiva para la VII Región. Primer y Segundo Informe de Avance. Proyecto FIA (Código PI-F-206-1-A-001)-Flores de la Cuna de Neruda Ltda.
- Shenk, Myron y Marcos Kogan. 2003. Rol de los insecticidas en el manejo integrado de plagas. EN: Bases para el manejo racional de insecticidas. Gonzalo Silva Aguayo y Ruperto Hepp Gallo (Eds.). Trama Impresores S.A. Chillán, Chile. pp. 29-50.
- Sholberg, Peter L. and William S. Conway. 2006. Postharvest pathology. Agricultural and Agri Food Canada, Produce Quality and safety Laboratory. IN: The com-

- mercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Agriculture Handbooks. USDA. 130 p.
- Silva Aguayo, Gonzalo y Ruperto Hepp Gallo. 2003. Bases para el manejo racional de insecticidas. Universidad de Concepción-FIA. Trama Impresores S.A.
- Silva, Hugo y José, Rodríguez. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 519 p.
- Smith, E. M. and Treaster, S. S. 1988. Tolerance of daylily and peony to Surflan, Devrinol and Treflan. Special Circular. Ohio Agricultural Research and Development Center. N°115. 3 p. Columbus, Estados Unidos.
- Smulders Silva, Fredy A. y Francisco Matus J. 2001. Sistema de diagnóstico nutricional en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) a través de la medición de reservas orgánicas. Memoria de Título. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Talca, Chile. 36 p.
- Sterling, T. M., D. Namuth e I. Hernandez-Rios. 2005. Introducción al mecanismo de acción de los herbicidas auxínicos. Library crop technology lessons modules. University of Nebraska. Lincoln, Estado Unidos.
- Stern, Frederick C. 1946. A study of the Genus Paeonia. Royal Horticultural Society. London. Reino Unido.
- Stevens, Alan B. 1995. Commercial specialty cut flower production. Fertilization of field grown specialty cut flowers. Cooperative Extension Service. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Stevens, Susan, Alan B. Stevens, Karen L. B. Gast, Judith A. O'mara, Ned A. Tisserat and Robert Bauernfeind. 1993. Peonies. Comercial specialty cut flower production. Cooperative Extension Service. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Stevens, Alan. 1998. Field grown cut flowers. A practical guide and sourcebook. Avatar's World, Edgerton, Wisconsin. 392 p.
- Stienstra, Ward C. and F. L. Pflieger. 1975. Diseases of peony. Agricultural Extension Service. University of Minnesota. Plant Pathology Fact Sheet N°10.
- Stimart, D. P. 1989. Peonies. The cut flower quarterly 1(4): 5-7.
- Strasburger, E. 1994. Tratado de botánica. Editorial Marín, S. A. España. 1.068 p.
- Thompson, James F. 2006. Pre-cooling and storage facilities. Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, CA. IN: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Agriculture Handbooks. USDA. 130 p.

- Valdivia Cerda, Andrés. 2002. Análisis técnico-económico de la producción de peonías para flor de corte. Tesis de Grado. Universidad de las Américas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 42 p.
- Valencia P., Veronica y Consuelo Sáez Molina. 2001. Determinación de las curvas de absorción de N, P y K para la peonía herbácea en Magallanes. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero (E) Agropecuario. Universidad de Magallanes, Facultad de Ciencias. Punta Arenas, Chile. 79 p.
- Vasil'eva, M. Y. 1976. The formation of renewal organs in herbaceous peonies. Ref. Zhurnal 55: 930. (Abstr.)
- Vencill, W. K. 2002. Herbicide Handbook. 8th Edition. Weed Science Society of America. Lawrence, KS. 493 p.
- Verdugo Ramírez, Gabriela. 2006. Fisiología de las flores cortadas. EN: Manual de poscosecha de flores. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Fundación para la Innovación Agraria. pp. 7-26.
- Verdugo, Gabriela y Flavia Schiapacasse. 1999. Chile, a land of opportunities. Flower-tech 2(2): 10-11.
- Vergara Godoy, Marta y Consuelo Sáez Molina. 2000. Introducción y adaptación de 29 cultivares de peonías herbáceas en Magallanes. I Etapa. Descripción de Variedades. Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero de Ejecución Agropecuario. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 86 p.
- Viveros Viveros, H. y J. J. Vargas Hernandez. 2007. Dormancia en yemas de especies forestales. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Medio Ambiente 13(002):131-135.
- Walt, Vivienne. 2001. Comercio de flores, del campo al florero: Un camino tortuoso. National Geographic en español. 8 p.
- Walton, E. F., G. F. McLaren and H. L. Boldingh. 2007. Seasonal patterns of starch and sugar accumulation in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology 82(3): 365-370.
- Wang, Lianying, Li Juajue, Li Qindao, Qin Kuijie, Ran Dongya, Zhang Yuexian, Zhao Xiaoqing, Zhang Shuling, Lei Zengpu, Liu Xiang, Cheng Fangyun and Zhao Xiaozhi. 1998. Chinese tree peony. The Peony Association of China. China Forestry Publishing House. Beijing, China. 213 p.
- Weber, Hope. 1999. Growing peonies. Ohio State University Extension Factsheet. Horticulture and Crop Science, Columbus, Ohio. U.S.A.
- Wilkins, Harold and Abraham Halevy. 1985. Handbook of flowering. Vol. 4. CRC Press, Florida, United States. pp. 2-10.

- Wilson, C. L. y W. E. Loomis. 1992. Botánica. Ed. Limusa, Grupo Noriega Editores. 682 p.
- Yagello D., Julio y Consuelo Sáez Molina. 1999. Elaboración de un protocolo de cosecha y post-cosecha de la peonía herbácea en Magallanes. Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero de Ejecución Agropecuario. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 83 p.
- Zhou, L., P. Jia, W. Guo, L. Wang and L. Dong. 2008. Effect of different storage temperatures on postharvest quality of cut flowers of tree peony Luo Yang Hong. Proc. XXVII IHC-S8. Role of postharv. technol. in global. of hort. E. W. Hewet et al. (eds), pp. 455-461.
- Zimdahl, Robert L. 2007. Fundamentals of weed science. Academic Press. Third Edition. 666 p.



Con la introducción de nuevas especies con distintos requerimientos edafoclimáticos y la incorporación de nuevas áreas de cultivo entre la IV y XII Regiones, a comienzos de los años noventa la producción de flores de exportación experimentó un notable aumento. Así, de la producción de claveles, gladiolos, rosas y crisantemos, se pasó al cultivo de liatris, gypsophila, aster, liliium, tulipanes y peonías herbáceas. Dentro de estas especies, las peonías herbáceas se caracterizan por requerir inviernos fríos para romper su dormancia por lo que los productores chilenos pueden suministrar peonías durante los meses de invierno en el hemisferio norte, llenando un nicho en que la oferta de flores es crítica y los precios más altos. La participación de las peonías herbáceas en el mercado de exportación ha ido aumentando progresivamente alcanzando en el año 2009 el primer lugar dentro de las especies exportadas para flores de corte. Las peonías herbáceas se consideran entre las plantas perennes fáciles de cultivar y con un buen manejo agronómico y una comercialización adecuada, es un cultivo cuyo rendimiento económico logra ser muy interesante. El objetivo del libro ha sido fundamentar y establecer un marco para el manejo del cultivo en distintos agroecosistemas y señalar algunas condiciones para una comercialización adecuada.

Consuelo Sáez Molina, es Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Concepción con estudios de post-grado en Nutrición y Fertilidad de Suelos en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Entre los años 1991 y 2007 se desempeñó como Profesora Asistente de la Escuela de Ciencias y Tecnologías en Recursos Agrícolas y Acuícolas de la Universidad de Magallanes donde desarrolló numerosas investigaciones sobre el cultivo de las peonías herbáceas, las que dieron lugar a diferentes Tesis de Grado. Por otra parte, a partir del año 2000 ha adquirido experiencia como productora de flores cortadas de peonías herbáceas para exportación, en contraestación al hemisferio norte, en la Región de Magallanes y posteriormente en la VI Región.

ISBN 978-956-345-910-4



9 789563 459104 >