



Resultados y Lecciones en **Biocontrol del Cabrito de los Frutales**

Proyecto de Innovación en
**Regiones del Biobío,
de La Araucanía, de Los Ríos
y de Los Lagos**



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Biocontrol del Cabrito de los Frutales con Nemátodos Entomopatógenos**



Proyecto de Innovación en
**Regiones del Biobío, de La Araucanía,
de Los Ríos y de Los Lagos**

Valorización a marzo de 2011



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto.

Resultados y Lecciones en

Biocontrol del Cabrito de los Frutales con Nemátodos Entomopatógenos

Proyectos de Innovación en las Regiones del Biobío, de La Araucanía, de Los Ríos y de Los Lagos

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 209.065

ISBN N° 978-956-328-107-1

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat, Carlos Cruzat, Daphne Ioannidis y Esteban Barrios - AQUAVITA Consultores Ltda.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Fernando Rodríguez - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta	6
3. El valor de la herramienta	8
3.1 La innovación tecnológica.....	8
3.2 La conveniencia económica para el productor	9
4. Claves de viabilidad	13
5. Asuntos por resolver	14
6. Situación actual	14

Sección 2. El proyecto precursor	15
1. El entorno científico, económico y social	15
2. El proyecto	16
2.1 Aspectos metodológicos	16
2.2 Resultados	19
3. Desarrollos posteriores	20

Sección 3. El valor del proyecto	21
---	----

ANEXOS

1. Plagas agrícolas susceptibles a nemátodos entomopatógenos en algunos cultivos.....	24
2. BIOREND R.....	25
3. Costos de los controles	26
4. Literatura consultada	27
5. Documentación disponible y contactos	28



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre control biológico del cabrito de los frutales (*Aegorhinus superciliosus*; Coleoptera: Curculionidae) en el país, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de una “innovación tecnológica”,¹ aporte a los interesados una nueva herramienta para mejorar la productividad de sus cultivos.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desarrollaron a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en la ejecución de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (proyecto precursor²), denominado “Control biológico del cabrito de los frutales (*Aegorhinus superciliosus*) mediante la utilización de nemátodos entomopatógenos”. Su propósito fue desarrollar un control biológico para *A. superciliosus* mediante la selección de aislaciones específicas de nemátodos entomopatógenos.

El proyecto fue ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) CRI Quilamapu, en asociación con la empresa Hortifrut, sede Chillán, y Germán Sims San Ruman, en San Carlos (Región del Biobío), Freire y Villarrica (Región de La Araucanía), La Unión (Región de los Ríos) y Purranque (Región de los Lagos), entre diciembre de 2000 y febrero de 2004.



¹ “**Innovación tecnológica**”: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

² “**Proyecto precursor**”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la innovación tecnológica que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

La herramienta desarrollada, “nemátodos entomopatógenos”, corresponde a un gusano nemátodo biocontrolador y se basa en su aislamiento, producción y acondicionamiento para el control del “cabrito de los frutales”. Sin embargo, esta tecnología se inserta en un concepto mucho más amplio: el control biológico y la agricultura orgánica, aunque su uso no se restringe sólo a este tipo de agricultura.



Las exigencias cada vez mayores respecto alternativas más amigables con el medio ambiente y la salud de los consumidores, presentan una oportunidad para el desarrollo de herramientas de este tipo para ser utilizadas como reemplazo parcial o total de los productos químicos en el control de enfermedades en el campo.

Las especies de la familia Curculionidae, tales como *Aegorhinus superciliosus* (Guerin) (cabrito de los frutales, cabrito de la frambuesa o cabrito del sur), *Asynonychus cervinus* (Boheman) (capachito de los frutales) y *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) (gorgojo de la frutilla o capacho de los invernaderos) son plagas de importancia económica,³ que en su estado larval se encuentran en el suelo consumiendo raíces y raicillas de un gran número de cultivos y frutales. Este daño produce el debilitamiento de la planta y enanismo, y en el caso de ataques severos puede llegar a provocar su muerte. El estado adulto de la plaga ataca principalmente el follaje, ramillas y puntos de crecimiento.

El control químico de esta plaga, especialmente en los estados larvarios, se ve dificultado por el hábito subterráneo de las larvas. En especies frutales, *Aegorhinus superciliosus* horada las raíces y permanece en galerías durante parte de su desarrollo, lo cual dificulta el contacto de productos químicos con el patógeno. En consecuencia, la aplicación de insecticidas se ha visto limitada y han surgido medidas alternativas de control, como el uso de enemigos naturales, por ejemplo, los nemátodos entomopatógenos que de manera natural se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y son considerados inocuos para el medio ambiente.

► 2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

Control biológico

El control biológico puede definirse como la reducción de la densidad de un patógeno o de sus actividades, por uno o más organismos ya sea en forma natural o través de la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista, o por la introducción de una población de uno o más controladores. Aunque se conocen las interrelaciones de organismos biocontroladores con diferentes hospederos y patógenos, la utilización de nemátodos entomopatógenos es reciente y aún no está completamente implementada, debido a que se requiere la selección de las especies entomopatógenas, así como su producción y formulación en cantidades y costos que garanticen su efectividad y sea conveniente su utilización.

³ Anexo 1.

El desarrollo de nemátodos entomopatógenos para el control del cabrito de los frutales es un aporte particularmente interesante para la agricultura que se desarrolla en áreas donde existió vegetación nativa, que fueron transformadas en áreas agrícolas, y donde el patógeno tuvo su nicho naturalmente. Ello ha sucedido principalmente en el centro sur y sur del país, particularmente en la zona precordillerana, donde amplias superficies de bosque nativo actualmente están siendo ocupadas por cultivos de especies no endógenas.

Si bien el uso de estos nemátodos puede ser extensivo a todos los tipos de cultivos (frutales, cereales y hortalizas), es en el cultivo de frutales menores donde se han visto los mayores beneficios. Esto se debe, principalmente, porque a los frutales se les han aplicado alternativas convencionales que permiten controlar (no erradicar) esta plaga, como, por ejemplo, bandas plásticas impregnadas con insecticida, conocidas como "bandas INIA". Éstas son una buena solución para especies de un solo tronco (vides, manzanos, otros), pero son poco eficientes en especies conducidas en varios troncos (arándanos, frambuesas, algunos sistemas en avellano europeo), pues el patógeno adulto es capaz de encontrar un nuevo punto para ascender al follaje. En estas últimas especies tiene particular sentido el uso de nemátodos como alternativa de control.

Nemátodos entomopatógenos

Los nemátodos entomopatógenos se consideran enemigos naturales y se pueden integrar a otras medidas de control, si las plagas han sido atacadas con programas o manejos en forma inadecuada; además de disminuir la presión de la plaga, los nemátodos también la pueden erradicar completamente.

Los nemátodos son los únicos patógenos de insectos con un amplio rango de hospederos que incluye a la mayoría de los órdenes de insectos y que pueden ser multiplicados artificialmente a gran escala en medios líquidos o sólidos. Su efectividad y persistencia depende principalmente de condiciones favorables del suelo como: tipo, tamaño de partícula y potencial de humedad, además de la temperatura. Por el contrario, factores como falta de humedad, exposición a la luz y temperaturas extremas, son determinantes en la disminución de la probabilidad de éxito al usarlos.

Las razones para utilizar los nemátodos como controladores son sus mecanismos de interacción con el patógeno y el bajo nivel de riesgo para los animales y el ecosistema en general. Por ser especies nativas, son el mejor enemigo natural existente para el control del "cabrito de los frutales" y la única alternativa disponible para controlar esta plaga en la agricultura orgánica.

Ciclo de vida

Los nemátodos entomopatógenos tienen un ciclo de vida simple que incluyen el huevo, cuatro estados juveniles y el adulto. El tercer estado juvenil es el infectivo, que espera la llegada de sus hospederos (larva del insecto), en el suelo o en huecos ocultos detrás de las cortezas de árboles, para entrar por sus aberturas naturales (boca, ano y espiráculos), y luego atravesar las paredes internas y pasar al hemocele (cavidad interna). Una vez en el interior de la larva liberan las bacterias, las cuales se multiplican y la matan en 24 a 48 horas.

Los nemátodos también segregan sustancias que inhiben la actividad del sistema inmunológico del insecto y proporcionan las condiciones adecuadas para el desarrollo de la bacteria. Dentro del insecto pueden producirse dos o tres generaciones de nemátodos que se alimentan de las células bacterianas y del tejido del hospedero; cuando los nutrientes se acaban emergen los juveniles infectivos quienes portan la bacteria. Desde una larva de insecto muerta emergen 150.000 o más nemátodos que buscan otro hospedador para recomenzar el ciclo; corresponden al único estado

capaz de vivir fuera del hospedero y de sobrevivir a la sequedad del suelo durante largos períodos de tiempo.

Estos organismos pueden ser multiplicados *in vitro* ya sea en un insecto hospedero, en un medio semisólido tridimensional o en un fermentador líquido.

► 3. El valor de la herramienta

3.1 La innovación tecnológica

La tecnología “nemátodo entomopatógeno” es fundamentalmente una herramienta de apoyo al manejo productivo de una explotación frutal y agrícola en general, ya que no está restringida a un tipo de cultivo y puede utilizarse en explotaciones de tipo convencional u orgánico. Como se señaló anteriormente, esta herramienta se incorpora a un plan de manejo de plagas que puede incluir el uso de nemátodos, hongos, productos químicos y, muy importante, un plan de manejo del entorno que disminuya la presión de la plaga.

Los biocontroladores naturales presentan dos características esenciales:

- requieren de un cierto período de tiempo para poder colonizar el área de aplicación y para actuar (aplicaciones preventivas);
- su efectividad está íntimamente relacionada con la especificidad con el agente a controlar, por lo que su identificación y aislación requiere un trabajo adicional, al menos en una primera etapa.

La utilización de nemátodos entomopatógenos presenta diversas ventajas, como:

- Resisten a otros químicos usados en la agricultura, por lo que pueden incluirse en programas de control integrado.
- Poseen efecto sinérgico con otros agentes entomopatógenos, por lo que pueden aumentar la eficiencia y la economía del método.
- En muchos casos superan a otros patógenos en los índices de mortalidad que provocan en las larvas de los insectos.
- Poseen buena capacidad de adaptación a nuevos ambientes.
- Presentan cierta capacidad de movilizarse en el ambiente y de buscar a su hospedero, siempre y cuando exista agua como medio de transporte.
- No causan daño a plantas ni mamíferos.
- Muchas veces se reproducen sin la presencia de los machos (hembras partenogenéticas).
- Disminuye y en algunos casos elimina la necesidad de tratar con insecticidas químicos.

Sin embargo, algunas especies de estos nemátodos tienen un uso restringido, por razones como:

- Dificultad para obtener las poblaciones necesarias para el control, dentro de un límite económico aceptable.
- Condiciones ambientales desfavorables, lo cual conduce a fracasos inesperados o aparentemente inexplicables.
- Existencia de un mecanismo de defensa por parte del insecto hospedero hacia los nemátodos.
- Vida útil limitada de los nemátodos, por lo que deben contactarse con la especie a controlar en un plazo breve.

3.2 La conveniencia económica para el productor

Para entender la conveniencia de usar esta herramienta se debe considerar que la estrategia de uso debe incluir, al menos, el grado de ataque de la plaga, el tipo de cultivo y la edad de las plantas. No obstante, es difícil establecer un escenario único para evaluar la herramienta desde el punto de vista económico. Por ejemplo, en un huerto de producción orgánica, para el cual no se dispone de otra alternativa de control, esta evaluación se limita a constatar si el valor de la producción recuperada supera los costos de las aplicaciones de entomopatógenos. Por otro lado, para el caso de cultivos convencionales, se requiere considerar otras variables, como en el ejemplo que a continuación se desarrolla con dos cultivos: avellano europeo y arándano, ambos en plena producción:

- Control de larvas, con la máxima dosis de aplicación, a objeto de evaluar el daño económico de la plaga sobre la base de la recuperación del cultivo.
- Dos opciones de control: con producto químico y con nemátodos entomopatógenos en su formulación comercial (BIOREND R; Anexo 2).

Daño producido por la plaga sin control

El daño al huerto se ha estimado en un 33% de la producción que, en ausencia de controles, se acumula de una temporada a la siguiente (Cuadro 1).

CUADRO 1. Daños económicos producidos por la plaga sin control en un huerto de avellano europeo y de arándano (kg/ha)

Características huerto	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Avellano europeo					
Sano	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Plagado	3.000	2.000	1.333	889	593
Arándano					
Sano	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Plagado	12.000	8.000	5.333	3.556	2.370

Costos de los controles

Se calcularon para dos alternativas:

a) Control químico convencional. Supuestos:

- Producto a aplicar: Gusathion M 35% WP
- Costo del producto: \$ 11.000/litro
- Dosis: 250 cc/100 l de solución
- Mojamiento: 600 l/ha/aplicación
- Cantidad necesaria: 1,5 l/aplicación
- N° de aplicaciones/temporada: 4
- N° de horas de tractor, pulverizador y mano obra por aplicación: 3
- Valor (tractor, pulverizador y mano obra): \$ 3.600/h

El costo por aplicación del control químico es de \$ 27.300 o de \$ 109.200/temporada, según se detalla en el Anexo 3.

b) Control con nemátodos entomopatógenos. Supuestos:

- Producto a aplicar: BIOREND R
- Costo del producto: US\$ 350/ha/aplicación
- Tipo de cambio: US\$ 1 = \$ 500
- Volumen a aplicar: equivalente a 500.000 nemátodos/m²
- N° de aplicaciones/temporada: 2
- N° de jornadas/ha: 2
- Valor jornada hombre: \$ 9.600 (incluye impuestos)

El costo por aplicación del control químico es de \$ 194.200 o de \$ 400.000/temporada, según se detalla en el Anexo 3.

Eficiencia de los controladores

La eficiencia determinada en el proyecto precursor, según tipo de control, es:

- Químico convencional: 25%
- Nemátodos: 65%

Como se señaló anteriormente, el uso de productos químicos presenta la limitante que no necesariamente llegan hasta las larvas porque éstas pueden encontrarse en el interior de galerías del tronco. Ello hace que el uso de nemátodos registre niveles superiores de eficiencia.

Caso del avellano europeo

Se simuló la situación de un huerto de avellano europeo en plena producción, que sufre un ataque de “cabrito de los frutales” en el año cero. Se consideró un valor de la fruta (retorno a productor) de US\$ 1,50/kg (o \$ 712,5/kg). Sobre esta base se valorizaron las pérdidas causadas por la plaga en cada temporada en la situación sin aplicación y se determinó el valor presente, que llega al orden de \$ 3,7 millones por hectárea (Cuadro 2).

CUADRO 2. Daños económicos producidos por la plaga sin control en un huerto de avellano europeo

Pérdida	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción (kg/ha)	0	1.000	1.667	2.111	2.407
Valor producción (\$ 712,5/kg)*	0	712.500	1.187.738	1.504.088	1.714.988
Valor presente pérdidas (12%):	\$ 3.743.503				

* Retorno a productor.

El Cuadro 3 muestra la recuperación de la producción del huerto que se lograría con el tratamiento químico y el beneficio neto que se deriva del control, al valorizar dicha recuperación neta del costo del control. El valor actualizado de ese beneficio llega a \$ 2,3 millones, calculado sobre un ciclo de 4 años; considerando que las aplicaciones habría que repetir las al ciclo siguiente, dicho valor sólo aumentaría a \$ 3,8 millones al calcularlo sobre dos ciclos (8 años).

CUADRO 3. Efectos del control químico en un huerto de avellano europeo

Variable	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción (kg/ha)	3.000	2.000	2.250	2.812	3.000
Recuperación producción (kg/ha)	0	0	917	1.923	2.407
Recuperación valor (\$ 712,5/kg)	0	0	653.363	1.370.138	1.714.988
Costo control (\$/ha)	0	109.200	109.200	109.200	0
Beneficio neto control (\$)	0	-109.200	544.163	1.260.938	1.714.988
Valor presente beneficio neto (4 años al 12%):	\$ 2.323.719				
Valor presente beneficio neto (8 años al 12%):	\$ 3.800.484				

El Cuadro 4 muestra la recuperación del huerto de avellano europeo atacado después de ser controlado con entomopatógenos y el beneficio neto que deriva del control. El valor actualizado del beneficio llega a \$ 1,9 millones calculado sobre cuatro años, y aumenta a 5,2 al calcularlo sobre dos ciclos (ocho años), bajo el supuesto que, con este tipo de control, el huerto podría mantenerse libre de la plaga por otros cuatro años.

CUADRO 4. Efectos del control con entomopatógenos en huerto de avellano europeo

Variable	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción (kg/ha)	3.000	2.000	2.650	2.912	3.000
Recuperación producción (kg/ha)	0	0	1.317	2.023	2.407
Recuperación valor (\$ 750/kg)	0	0	938.363	1.441.388	1.714.988
Costo control (\$)	0	388.400	388.400	388.400	0
Beneficio neto control (\$)	0	-388.400	549.963	1.052.988	1.714.988
Valor presente beneficio neto (4 años al 12%):	\$ 1.931.042				
Valor presente beneficio neto (8 años al 12%):	\$ 5.241.466				

Caso del arándano

Se simuló la situación de un huerto de arándano en plena producción que es atacado por el “cabrito de los frutales” en el año cero. Se consideró un valor de la fruta (retorno a productor) de US\$ 2,00/kg (o \$ 950/kg).

En el Cuadro 5 se observa as pérdidas de la producción que pueden llegar a producirse por el ataque de la plaga, si no se realiza un control adecuado; se estima que éstas alcanzarían los \$ 20 millones.

CUADRO 5. Daños económicos producidos por la plaga sin control en un huerto de arándanos

Variable	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción (kg/ha)	12.000	4.000	6.667	8.444	9.630
Valor producción (\$ 950/kg)*	0	3.800.000	6.333.650	8.021.800	9.148.500
Valor presente pérdidas (12%):	\$ 19.965.800				

* Retorno a productor.

La recuperación de la producción que se lograría con control químico tendría un beneficio neto actualizado de \$ 13,5 millones por hectárea (Cuadro 6), valor que aumentaría a 22,1 al calcularlo sobre dos ciclos.

CUADRO 6. Efectos del control químico en un huerto de arándano

Variable	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción (kg/ha)	12.000	8.000	9.000	11.250	12.000
Recuperación producción (kg/ha)	0	0	3.667	7.694	9.630
Recuperación valor (\$ 950/kg)	0	0	3.483.650	7.309.300	9.148.500
Costo control (\$/ha)	0	109.200	109.200	109.200	0
Beneficio neto control (\$)	0	-109.200	3.374.450	7.200.100	9.148.500
Valor presente beneficio neto (4 años al 12%): \$ 13.531.517					
Valor presente beneficio neto (8 años al 12%): \$ 22.131.041					

Más efectivo, aunque de mayor costo, el control con nemátodos lograría una recuperación neta de \$ 14,3 millones que, no obstante su mayor precio en el mercado, lo vuelve preferible al control químico, dado su potencial para erradicar la plaga y evitar costos adicionales de control en los años siguientes, además del alto valor del arándano en el mercado (Cuadro 7).

CUADRO 7. Efectos del control con entomopatógenos en un huerto de arándanos

Variable	AÑO ATAQUE				
	0	1	2	3	4
Producción huerto plagado (kg/ha)	12.000	8.000	5.333	3.556	2.370
Producción huerto tratado (kg/ha)	12.000	8.000	10.600	11.650	12.000
Recuperación producción (kg/ha)	0		5.267	8.094	9.630
Recuperación valor (\$ 950/kg)	0		5.003.650	7.689.300	9.148.500
Costo control (\$)	0	388.400	388.400	388.400	0
Beneficio neto control (\$)	0	-388.400	4.615.250	7.300.900	9.148.500
Valor presente beneficio neto (4 años al 12%): \$ 14.343.137					
Valor presente beneficio neto (8 años al 12%): \$ 32.002.399					

El Cuadro 8 resume la recuperación de valor que se lograría bajo cada tipo de control y la selección que correspondería hacer para cada cultivo. El control por entomopatógenos se prefiere mientras mayor sea el valor del producto del cultivo. Los mayores beneficios económicos generados por el control químico de la plaga en el avellano europeo lo hacen preferible. Sin embargo, el potencial del control por nemátodos para erradicar la plaga y evitar costos adicionales de control lo favorecen.

CUADRO 8. Evaluación de los controles en cultivos convencionales (\$)

Variable	Avellano europeo	Arándanos
Valor actual beneficios netos (4 años)		
Control químico (CQ)	2.323.719	13.531.517
Control entomopatógenos (CE)	1.931.042	14.343.137
Diferencia (CQ - CE)	392.677	-811.620
Selección	Químico	Entomopatógenos
Valor actual beneficios netos (8 años)		
Control químico (CQ)	3.800.484	22.131.041
Control entomopatógenos (CE)	5.241.466	32.002.399
Diferencia (CQ - CE)	-1.440.982	-9.871.358
Selección	Entomopatógenos	Entomopatógenos

En otros escenarios se pueden visualizar distintos efectos; por ejemplo, es posible que el control químico tenga una eficiencia aún más baja en el control de larvas; además, en la medida que el valor del producto nemátodos disminuya y/o aumente su eficiencia, su competencia con la alternativa química sería cada vez mayor.

► 4. Claves de viabilidad

Se han identificado por lo menos seis aspectos que influyen en el éxito de la aplicación de esta herramienta, los cuales se relacionan con características propias, así como de los agricultores, los cuales se señalan a continuación.

Adecuada utilización de la herramienta

Resulta clave la utilización efectiva de la herramienta, de forma de explotar al máximo su potencial de control de la plaga. Las condiciones de la aplicación son muy importantes y destacan las siguientes:

- Aplicar hacia fines de invierno cuando el suelo tenga una temperatura superior a 10 °C, de lo contrario los nemátodos se mantienen sin actividad.
- Es fundamental que el suelo tenga humedad y que la solución llegue efectivamente al tronco donde se encuentran las larvas de la plaga; por esto se recomiendan aplicaciones dirigidas.

Características de la explotación

Los mayores beneficios se observan en plantaciones frutícolas menores (berries), donde las bandas no son efectivas y los retornos económicos permiten realizar la inversión necesaria para la aplicación del control. No existen limitaciones en cuanto a superficie, tipo de cultivo o de agricultura (orgánica o convencional) para el control por nemátodos.

Oportunidad de la implementación

El mejor control del cabrito de los frutales se lleva a cabo en suelos que no han sido plantados, para comenzar de esta manera con un suelo libre de larvas.

Identificación de la plaga

Los nemátodos son altamente específicos por lo que es necesario que el productor identifique correctamente la plaga, a fin de aplicar la especie entomopatógena correcta.

Manejo integrado

La experiencia con esta plaga indica que su control no puede quedar sometido a una única estrategia o herramienta. Se deben incorporar también aspectos de disminución de la presión de la plaga, como manejo de las zonas aledañas (bosques nativos) y corta pasos artificiales para el movimiento de los adultos (zanjas, mallas), entre otras.

Asesoría

Se considera clave que el agricultor disponga de un servicio especializado que ofrezca las cepas locales en diferentes formulaciones, así como estudios que respalden la eficiencia y eficacia del control del cabrito de los frutales.

► 5. Asuntos por resolver

Aunque actualmente el desarrollo y la investigación del control mediante nemátodos entomopatógenos continúa, existen algunos aspectos técnicos y comerciales que necesitan ser resueltos, como los que se señalan a continuación.

Aspectos técnicos

- Realizar nuevas prospecciones de cepas de nemátodos nativos por localidad, considerando la mayor adaptabilidad a las condiciones locales.
- Buscar alternativas locales de crianza o de fermentación para su multiplicación, a fin de disminuir los costos de producción de los nemátodos.
- Mejorar el conocimiento de la viabilidad de los nemátodos y de cómo ésta podría extenderse.
- Mejorar la capacidad de identificar adecuadamente la plaga.
- Definir los umbrales económicos de la plaga, es decir, cuando aplicar el control y cuánto para diferentes cultivos y localidades.

Aspectos comerciales

- Avanzar en el uso de la herramienta para generar una escala comercial que justifique la instalación de capacidades locales para la multiplicación de los nemátodos, y así disminuir los costos del producto.

► 6. Situación actual

La herramienta es producida y distribuida por BIOAGRO S.A., una empresa chilena de biotecnología constituida en 1989, con el objeto de producir y comercializar productos para la agricultura.

Esta empresa se ha dedicado durante los últimos 18 años a investigar y desarrollar una familia de fitosanitarios biológicos denominados BIOREND y mantiene la política de brindar soporte técnico a los productores frutícolas.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

Los resultados en este libro surgen de la ejecución del proyecto “Control biológico del cabrito de los frutales (*Aegorhinus superciliosus*) mediante la utilización de nemátodos entomopatógenos”. Éste fue ejecutado entre diciembre de 2000 y febrero de 2004 por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), CRI Quilamapu, en asociación con Hortifrut, sede Chillán y Germán Sims San Ruman, en San Carlos (Región del Biobío), Freire y Villarrica (Región de La Araucanía), La Unión (Región de los Ríos) y Purranque (Región de Los Lagos).

► 1. El entorno científico, económico y social

Los insectos endémicos tradicionalmente se han considerado de menor importancia para la agricultura, porque se concentran en la flora nativa. Sin embargo, la destrucción del medio ha provocado el desplazamiento de algunos hacia especies agrícolas de importancia económica. Tal es el caso del cabrito de la frambuesa, *Aegorhinus superciliosus* (Coleóptera: Curculionidae), que se encontraba restringido a los bosques nativos de las regiones de Los Ríos y de Los Lagos y que actualmente extendió su distribución por el norte hasta la Región del Maule. En este rango geográfico ataca especies tales como: arándano, avellano europeo, canelo, frambuesa, frutilla, grosella, maitén, moras, romaza, zarzaparrilla roja, sauce, duraznero y perales.



Aunque en el país existe una experiencia de más de 70 años en control biológico, ésta se centra fundamentalmente en plagas aéreas y en el uso de insectos benéficos. Por ejemplo, el uso de microorganismos entomopatógenos se ha mencionado sólo ocasionalmente, con referencia a introducciones o a un encuentro fortuito de un insecto parasitado.

Sin embargo, desde 1996 se han prospectado organismos entomopatógenos a lo largo de todo Chile y se ha demostrado la presencia de hongos y nemátodos de este tipo, en todo el país. Ello permite disponer de una importante fuente de diversidad biológica propia, adaptada a las diferentes condiciones ambientales del país, con lo cual ya no se requiere la internación de este tipo de organismos desde otros países.

La creciente preocupación por el medio ambiente y la salud humana ha aumentado la importancia de la agricultura orgánica y, con ello, la búsqueda de alternativas a los químicos utilizados para el control de plagas que no han podido ser erradicadas, especialmente en frutales menores.

► 2. El proyecto

Mediante el desarrollo del proyecto se comprobó la existencia de cepas de nemátodos nativos con capacidad para controlar al cabrito de los frutales, las cuales se pudo multiplicar en cantidades adecuadas para desarrollar las actividades de laboratorio, invernadero y ensayos de campo.

También se comprobó que los nemátodos podían movilizarse por el perfil del suelo, comportamiento necesario para alcanzar una plaga cuyo estadio larval se encuentra en el suelo o dentro de las raíces.

Los ensayos en macetas comprobaron que el uso de nemátodos en suelo inoculado con larvas, permite eliminar al insecto y logra aumentos significativos en el desarrollo radicular y aéreo.

Posteriormente, los ensayos de campo en huertos comerciales afectados por cabritos demostraron que las inoculaciones de nemátodos deben evitarse en los meses de verano, dadas las características de temperatura y sequedad del suelo. No obstante, aplicados en la época correcta, disminuye en 70%, aproximadamente, la emergencia de insectos adultos durante la temporada.

2.1 Aspectos metodológicos

Durante la ejecución del proyecto se realizaron diversas pruebas, las cuales se resumen a continuación.

Selección del mejor aislamiento de nemátodos

Para seleccionar el aislamiento del nemátodo más agresivo se realizaron pruebas con larvas de *Aegorhinus superciliosus*, las que fueron colectadas desde el huerto de ensayo mediante arranque de plantas y disección de raíces.

Se evaluaron seis aislamientos de nemátodos entomopatógenos colectados en diferentes zonas del país, mediante el sistema de cebado de suelo con larvas de la polilla de la cera (*Galleria mellonella*). Cada aislamiento se cultivó en estas larvas.

Para la inoculación de las larvas de cabritos, por cada aislamiento se utilizaron 50 nemátodos dauers (estado de resistencia que consiste en juveniles en estadio J3, pero que conservan la cu-

tícula de J2), depositados sobre un papel filtro humedecido con agua destilada estéril y dentro de una placa de Petri. En el interior de la placa se depositaron 5 larvas de *A. superciliosus*, previamente lavadas superficialmente con agua estéril, la cual se constituyó en la unidad experimental del ensayo. El diseño experimental fue completo al azar con cinco repeticiones. Las evaluaciones consistieron en mortalidad diaria y el progreso de la mortalidad a través del tiempo.

Capacidad de profundización del nemátodo

Debido a que el uso de estos nemátodos entomopatógenos está orientado al control de larvas de cabritos que se encuentran profundas en el suelo o dentro del sistema radicular de las plantas afectadas, se consideró importante evaluar la capacidad de los nemátodos para profundizarse en el perfil del suelo, buscar a su huésped y lograr parasitarlo.

En placas plásticas se depositaron cinco larvas de *A. superciliosus* y se cubrieron con tierra pasteurizada y una malla plástica del tipo antiáfido, para mantener su confinamiento. Luego de siete días de incubación se removieron del suelo, se lavaron con agua de pozo estéril y se incubaron individualmente en cámaras húmedas. Las cámaras se revisaron diariamente para buscar larvas muertas. El experimento tuvo un diseño estadístico completamente al azar con cinco repeticiones.

Establecimiento de ensayos en terreno

Aplicaciones de verano. Se estableció un ensayo en terreno con la mejor selección de nemátodos, para lo cual se multiplicó el nemátodo N820. Las aplicaciones fueron el equivalente a 300.000 nemátodos/m², en parcelas de 5 m². Los tratamientos fueron frecuencia de aplicaciones, en intervalos de 15 días, hasta completar seis aplicaciones.

Aplicaciones de invierno. Se estableció un ensayo similar al de verano, considerando que los nemátodos pueden ejercer el parasitismo por un período más prolongado a temperaturas más bajas.

Crianza artificial de cabritos de los frutales

Durante el desarrollo del proyecto se colectaron numerosos adultos de cabritos, machos y hembras, que fueron confinados en jaulas de ovipostura. Los huevos fueron cosechados, separados, lavados e incubados en placas de Petri por un período de 20 a 22 días, tiempo que demoraron en eclosionar las larvas.

Evaluación de hongos entomopatógenos

Para los ensayos de patogenicidad de hongos entomopatógenos se utilizaron adultos de *A. superciliosus* colectados desde un huerto de frambuesa ubicado en Cachapoal, Región del Maule. Los aislamientos de *Metarhizium* spp. y *Beauveria* spp. provinieron de insectos muertos encontrados en terreno, así como larvas y adultos enfermos que llegaron al laboratorio de INIA Quilamapu. Estas larvas fueron incubadas en cámaras húmedas dentro de placas de Petri. Las estructuras fungosas que se desarrollaron sobre las larvas fueron cultivadas y repicadas hasta obtener un cultivo puro.

Para obtener inóculo fresco para las pruebas de patogenicidad, se sembró cada aislamiento de hongo en placas de Petri, las cuales se incubaron a 25 °C durante 20 días aproximadamente, hasta que se cubrieron con micelio y esporas. Se colectaron las conidias en seco y se aplicaron directamente sobre los insectos, utilizando un trozo de agar colonizado por el hongo.

Se evaluaron 10 aislamientos de *Metarhizium* spp. y 9 de *Beauveria* spp. Los insectos inoculados se mantuvieron individualmente en placas con hojas de frambuesas. Cada 24 horas se evaluó la

mortalidad de insectos y el momento de aparición de signos del hongo. Los resultados obtenidos se compararon calculando el índice de mortalidad y de esporulación para cada aislamiento.

Los ensayos se evaluaron hasta el momento en que uno de los aislamientos produjo la muerte del 100% de los insectos. Todos los aislamientos fueron comparados a través de la prueba de Chi-cuadrado para tablas de contingencia de 2x2, evaluando la hipótesis de independencia de que cada índice de mortalidad fue similar al testigo.

Ensayos en terreno con hongos entomopatógenos

Las cepas de *Metarhizium* Qu-M430 y *Beauveria* Qu-B306, seleccionadas en el experimento anterior, se multiplicaron en forma masiva en granos de arroz estériles. Las esporas fueron colectadas mediante lavado de los granos, contabilizadas y ajustadas a dosis equivalentes a 10^{12} esporas/ha. Se realizaron aplicaciones equivalentes a 5×10^9 conidias por parcela de 5 m de largo. Las aplicaciones siguieron la misma frecuencia (cada 15 días) y diseño que los tratamientos realizados para los nemátodos, por lo cual se establecieron 7 tratamientos, incluidos el testigo, con 6 frecuencias de aplicación. Las evaluaciones consistieron en la colecta de suelos para la realización de trampas de capturas de los hongos entomopatógenos, usando como cebos las larvas de *Galleria mellonella*.

Ensayos en maceta con nemátodos

Para evaluar el efecto de la dosis de nemátodos sobre el control de larvas del gorgojo de los invernaderos (*Otiorhynchus sulcatus*), se realizaron inoculaciones con 5 larvas de último instar por maceta de 1 litro de volumen. Sobre este suelo se transplantaron arándanos variedad Elliot de un año de edad, en activo crecimiento. Los insectos fueron agregados a las plantas ya establecidas, una semana después fueron aplicados los nemátodos a cada maceta en dosis equivalentes a: 0, 100.000, 200.000 y 300.000 nemátodos/m². Las plantas se mantuvieron en invernadero y se fertilizaron y regaron regularmente hasta la fecha de evaluación. Las evaluaciones consistieron en la altura de plantas, área foliar y peso seco de raíces.

Ensayos en terreno con nemátodos

Persistencia en el suelo. Se establecieron tres ensayos invernales en huertos de arándanos ubicados en Freire, Villarrica y Purranque, mediante la aplicación de la cepa de nemátodos Qu-N820. Considerando que éstos provienen de Puerto Cisne, Región de Aysén, y que se encuentran adaptados a las bajas temperaturas, se eligió la realización de aplicaciones de invierno para lograr un parasitismo en un período de bajas temperaturas y mayor humedad en el suelo, condiciones que favorecen a los nemátodos entomopatógenos.

Para los ensayos de terreno los nemátodos fueron aplicados con regaderas, utilizando dosis localizadas alrededor de las plantas y equivalentes a 10^5 nemátodos/m². Las parcelas experimentales fueron de 10 metros lineales. Los tratamientos consistieron en parcelas tratadas con nemátodos Qu-N820 y otras que sólo recibieron agua (testigo). El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones para Villarrica y Purranque, y seis para Freire.

Las evaluaciones se realizaron mediante el muestreo intensivo de 10 submuestras de 500 ml de suelo por repetición y para cada tratamiento; todas las muestras fueron colectadas cerca de cada planta. Lo anterior permitió evaluar un total de 80 submuestras en Villarrica, 80 en Purranque y 120 en Freire; para cada una se determinó la presencia de nemátodos Qu-N820 en el suelo y su actividad parasítica, lo cual se midió en forma indirecta mediante el sistema de cebado de larvas de *Galleria mellonella*.

Efectividad del control de cabritos. Este ensayo se realizó en una plantación de arándanos o frambuesas ubicada en las regiones de La Araucanía y de Los Lagos. A diferencia del anterior, en este caso se evaluó la emergencia de adultos de diferentes especies de insectos, los cuales se obtuvieron desde trampas de captura de 0,5 m² distribuidas sobre las plantas tratadas, a las cuales se le cortó el follaje antes de instalar la trampa. El recuento de adultos se realizó cada 2 ó 3 días desde que se inició la emergencia.

Efecto de los hongos entomopatógenos en adultos de cabritos

Este ensayo se realizó en laboratorio mediante la aplicación de esporas de hongos entomopatógenos sobre adultos de *Aegorhinus superciliosus*. Los insectos tratados se mantuvieron en cajas plásticas y se alimentaron diariamente con tallos frescos de frambuesa.

Los tratamientos consistieron en la combinación de tres hongos que resultaron promisorios en evaluaciones previas. Diariamente se midió la mortalidad de los insectos, por espacio de 19 días. Los resultados fueron sometidos a comparación múltiple mediante comparación del área bajo la curva del progreso de la mortalidad.

2.2 Resultados

El proyecto original (precursor) contemplaba como objetivo general “desarrollar un control biológico adecuado para *Aegorhinus superciliosus*, mediante la selección de aislamientos específicos de nemátodos entomopatógenos”. Al término del proyecto se concluyó que el objetivo general se cumplió, aunque no se obtuvieron resultados para parte de los objetivos específicos y actividades propuestas.

Durante el desarrollo del proyecto se comprobó la existencia de cepas de nemátodos nativos que pueden controlar al cabrito (*A. superciliosus*), las que se multiplicaron en grandes cantidades para desarrollar las actividades de laboratorio, invernadero y ensayos de campo.



También se comprobó que los nemátodos podían movilizarse por el perfil del suelo, comportamiento necesario para alcanzar una plaga cuya larva se encuentra en el suelo o dentro de las raíces.

Los ensayos en macetas comprobaron que el uso de nemátodos en suelo inoculado con larvas permite eliminar al insecto y logra aumentos significativos en el desarrollo radicular y aéreo. Posteriormente, los ensayos de campo realizados en huertos comerciales afectados por cabritos, demostraron que las inoculaciones de nemátodos deben evitarse en los meses de verano, dadas las características de temperatura y sequedad del suelo; sin embargo, aplicados al suelo en la época correcta, logran disminuir la emergencia de adultos aproximadamente en un 70% durante la temporada.

El uso de la cepa de nemátodos Qu-N820 para el control de cabritos también fue efectiva para el control de otras dos plagas de importancia agrícola: el gorgojo de los invernaderos (*Otiorhynchus sulcatus*) y el capachito de los frutales (*Asynonychus cervinus*). En estos casos disminuyó la emergencia de adultos en un 70% aproximadamente durante una temporada, resultado similar al del cabrito, lo que permite usar la misma cepa también para controlar estas plagas.

Además de los nemátodos, se aislaron y seleccionaron cepas de hongos entomopatógenos que fueron efectivas en el control de adultos, las cuales sobrevivieron en el suelo después de aplicaciones sucesivas; las mezclas de cepas mejoraron el control de adultos. Aunque estas pruebas no estaban consideradas en el proyecto original, se implementaron porque estos organismos podrían ser un complemento al uso de nemátodos y utilizarse en el control de los adultos de cabrito que escapen a la acción de los nemátodos en el suelo.

► 3. Desarrollos posteriores

Una vez terminado el proyecto, tanto los investigadores del INIA como la empresa que hoy distribuye el producto comercial resultante, continúan trabajando en los siguientes aspectos:

- Identificación de nuevas cepas de nemátodos entomopatógenos que pudiesen ser más eficientes en el control de esta plaga.
- Identificación de nemátodos específicos para otras plagas de importancia.
- Formulaciones que permitan mejorar la viabilidad de la aplicación.
- Mecanismos de multiplicación de los nemátodos que permitan abaratar los costos de su producción.
- Asistencia a los productores para mejorar la técnica del uso de la herramienta y definir con mayor precisión el umbral económico de la plaga.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

Este proyecto constituye el primer trabajo con nemátodos entomopatógenos nativos que se realiza en Chile. Anteriormente se habían usado nemátodos foráneos, cuyas investigaciones se discontinuaron; tal es el caso de los trabajos de Dutky (1957) y Vásquez (1977).

Dentro del control biológico, el uso de nemátodos es una importante innovación en el control de plagas dado el uso de un organismo móvil en el suelo, que alcanza sectores y plagas que se encuentran ocultas y fuera de alcance para otras formas de control.

El control químico del cabrito en frutales ha sido errático y deficiente, lo que ha obligado al uso continuo de grandes cantidades de pesticidas inyectados al suelo, con el consiguiente daño ambiental y humano. Tales prácticas no se pueden usar en agricultura de bajo impacto ambiental y que incorpore trazabilidad, por lo cual una tecnología basada en nemátodos garantiza el control de la plaga en armonía con el ambiente y sin riesgo ni daño para los usuarios y consumidores.



En el proyecto se evaluaron otros organismos de control como hongos entomopatógenos, cuyo uso se puede complementar con el de nemátodos, especialmente para ayudar a reducir la presencia de adultos o como suplemento de las aplicaciones de nemátodos al suelo.

Es importante destacar que esta herramienta no es de uso exclusivo de productores orgánicos, ni se plantea como la única estrategia para el control del “cabrito”, sino que debe ser entendida en el marco de un plan de manejo integral que puede incluir el uso de nemátodos, hongos, productos químicos y, muy importante, un plan de manejo del entorno que disminuya la presión de la plaga.

El proyecto precursor permitió desarrollar una nueva herramienta para el control del cabrito de los frutales en distintos cultivos en Chile. La innovación de la herramienta está dada por su capacidad de implementación nacional con cepas nativas de nemátodos. Una de las ventajas de seleccionar y formular cepas nativas es que son más específicas a las condiciones locales y, por lo tanto, más eficaces en el control de las plagas.

Como producto de estos resultados actualmente existe una empresa que ofrece esta herramienta a través de una formulación conocida como BIOREND R (Anexo 2).

Anexos

Anexo 1. Plagas agrícolas susceptibles a nemátodos entomopatógenos en algunos cultivos

Anexo 2. BIOREND R

Anexo 3. Costos de los controles

Anexo 4. Literatura consultada

Anexo 5. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Plagas agrícolas susceptibles a nemátodos entomopatógenos en algunos cultivos

CULTIVO	PLAGA
Porotos y legumbres	<i>Spodoptera</i> spp.
	<i>Diabrotica</i> spp.
	<i>Agrostis</i> spp.
	<i>Heliothis virescens</i>
Cítricos	<i>Pachnaeus litus</i>
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>
	<i>Spodoptera exigua</i>
Frutales (árboles)	<i>Ceratitis capitata</i>
	<i>Carposina nipponensis</i>
Maní	<i>Feltia subterranea</i>
	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
Papa	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>
Arroz	<i>Chilo</i> spp.
	Noctuidae
Remolacha azucarera	<i>Cleonus mendikus</i>
	Noctuidae
	Chrysomelidae
Tomate	<i>Spodoptera</i> spp.
	<i>Manduca sexta</i>
Coles	<i>Plutella xilostella</i>
Cultivos de invernaderos	<i>Otiorhynchus sulcatus</i>

Fuente: Modificado de Fernández *et al.* [En línea].

ANEXO 2. BIOREND R

El producto: es un cambi pack, comercializado por la empresa chilena BIOAGRO S.A., que une la acción inmunoestimulante del quitosano al control biológico de plagas de insectos fitoparásitos a través de nemátodos entomopatógenos nativos. El quitosano es un polímero natural que se obtiene del procesamiento del exoesqueleto de la centolla (*Lithodes antarctica*).

Dosis: 500.000 nemátodos entomopatógenos/m² de plantación.

Tipo de aplicación: se recomienda realizar la aplicación de BIOREND R con el sistema de cobertura, en la hilera de plantación.

Modo de aplicación: los nemátodos entomopatógenos se mueven por las láminas de agua, por lo que se recomienda realizar la aplicación con la mayor humedad posible, como mínimo 300 cc/planta. El suelo debe encontrarse húmedo previo a la aplicación.

Versiones en Español Ir a Inglés

BIOREND

BIOREND - R

Biorend – R es un cambi pack que une la acción inmunoestimulante del quitosano al control biológico de plagas de insectos fitoparásitos a través de nemátodos entomopatógenos nativos. El nematodo penetra al insecto a través de las aberturas naturales, dirigiéndose hacia el intestino a tráqueas, donde migra a la hemolinfa. Allí libera su bacteria simbiote, donde se multiplica y provoca la muerte del insecto por septicemia.

[Descargar folleto](#)
[Ver Ficha Técnica](#)
[Hoja de Seguridad](#)
[Recomendaciones de uso](#)

María Acilladora 721, San Miguel, R.M. / Fono: (562) 512 - 4007 / Fax: (562) 552 - 8931 2011 Biorend
 Sitio Web desarrollado por WWWY130a

ANEXO 3. Costos de los controles

Control químico

Ítem/aplicación (apl)	Unidad	Costo unitario (\$)	Total \$/ha
Tractor, pulverizador y mano de obra/hora	3	3.600	10.800
Producto: Gusathion M 35% WP/litro	2	11.000	16.500
Total			27.300

Por hectárea	N° apl/ temporada	Costo c/apl (\$)	Total \$/ha
Total	4	27.300	109.200

Control por nemátodos

Ítem/aplicación (apl)	N° apl/ temporada	Costo c/apl (\$)	Total
Aplicador	2	9.600	19.200
Producto: BIOREND R			175.000
Total			194.200

Por hectárea	N° apl/ temporada	Apl 1/ temporada	Apl 2/ temporada
Total	2	194.200	388.400

ANEXO 4. **Literatura consultada**

- Cisternas, E., France, A., Devotto, I. y Gerding, M. 2000. Insectos, ácaros y enfermedades asociadas a la frambuesa. Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Boletín INIA N° 37. 126p.
- Dutky, S. 1957. Report on white grub control project in Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 1: 92-10.
- Espinoza, S. y France, A. 1999. Uso de nemátodos entomopatógenos nativos en el control de *Aegorhynchus superciliosus*. Pp: 776. En: Resúmenes 50° Congreso Agronómico de la Sociedad Agronómica de Chile. Universidad de la Frontera, Pucón. 835 pp.
- Fernández, E., Arteaga, E. y Pérez, M. [En línea]. Utilización de los nemátodos entomopatógenos en el control de plagas agrícolas. <<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/NEMA-ENT.htm>> [Consulta: marzo, 2011]
- France, A., Gerding, M., Gerding, M. y Sandoval, A. 2000. Patogenicidad de una colección de cepas nativas de *Metarhizium* spp. y *Beauveria* spp. en *Aegorhynchus superciliosus*, *Asynonychus cervinus* y *Otiorhynchus sulcatus*. [En línea]. *Agric. Téc.* 60(3):205-215. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-2807200000300001&lng=es&nrm=iso [Consulta: marzo, 2011]
- France, A., Espinoza, S., Gerding, M y Cisternas, E. 1999. Determinación de nemátodos entomopatógenos chilenos y su efectividad en plagas seleccionadas. Pp. 778. En: Resúmenes 50° Congreso Agronómico de la Sociedad Agronómica de Chile. Universidad de la Frontera, Pucón. 835 pp.
- Gerding, M. y France, A. 1998. Evaluación de *Metarhizium* spp. nativos para el control de *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Univ. Concepción, Chillán, Chile. 29 pp.
- Merino, L. y France, A. 2009. Nemátodos entomopatógenos: Control biológico de insectos. Plaga de importancia económica. 2 pp. [En línea]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Tierra Adentro. Mayo-junio. Pp. 24-25. <<http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR35946.pdf>> [Consulta: marzo, 2011]
- Vásquez, J. 1977. Antagonistas de larvas de Scarabaeidae presentes en las praderas de la provincia de Valdivia. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 54 pp.

Sitios Web [Consulta: marzo, 2011]:

- <<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd64/texto/nemátodos.htm>>
- <<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd63/texto/nemátodos.htm>>
- <<http://axxon.com.ar/mus/info/050010.htm>>
- <<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/NEMA-ENT.htm>>
- <<http://www.bioplanet.it/es/bcas/nemopak.php>>
- <http://gardenmagazine.es/blog/?page_id=379>
- <<http://www.censa.edu.cu/portals/0/pdf/rpv2003/vol.18%20no.1/p7-14.pdf>>
- <<http://www.inia.cl/at/espanol/v60n3/html/art01.htm>>
- <<http://www.agendaorganica.cl/atecnicos.htm>>
- <http://www.ideaincuba.cl/new_inc/CONTENT/bioagro.htm>
- <<http://www.biorend.cl>>

Además, se utilizó la información obtenida en las entrevistas realizadas a las siguientes personas:

- Andrés France, ingeniero agrónomo, Ph.D, investigador INIA Quilamapu Chillán. Correo electrónico: afrance@inia.cl
- Andrés Balbontín, gerente técnico BIOAGRO S.A. Santiago. Correo electrónico: andres.balbontin@biorend.cl

ANEXO 5. **Documentación disponible y contactos**

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales del proyecto precursor se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<www.fia.gob.cl>).

Contacto: fia@fia.cl