

SERIE ESTUDIOS PARA LA INNOVACIÓN FIA  
MANUAL DE MANEJOS BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA  
DIRECTA CON TAIPAS DE ARROZ EN CHILE



Fundación para la  
Innovación Agraria

MINISTERIO DE AGRICULTURA









CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS



---

## Serie Estudios para la Innovación FIA Manual de manejos bajo el sistema de siembra directa con taipas de arroz en Chile

---

Esta investigación fue encargada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Los comentarios y conclusiones emitidos en este documento no representan necesariamente la opinión de la institución contratante.

Fundación para la Innovación Agraria – Ministerio de Agricultura  
Santiago, Chile

Primera edición, febrero de 2018

RPI: 294168


ISBN: 978-956-328-231-3

Autores y fotografías:  
AGROPARRAL - CONSULTORA AGRÍCOLA  
RAMÓN HENRÍQUEZ  
Ramón Eduardo Henríquez Salvo  
Gonzalo Andrés Henríquez Salvo  
Darwin Adonio Sepúlveda Concha  
Manuel Antonio Maureira Canales  
Víctor Alejandro Salas Castillo  
Joel Humberto Aravena Cruz  
Jaime Efraín Mellado Sepúlveda  
Christian Gonzalo Véliz Parejas  
María José Falcón Espinace  
Verónica Adriana Retamal Pérez

Supervisión técnica:  
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)  
Soledad Hidalgo

Revisión y edición técnica:  
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)  
Francisca Fresno  
Constanza Mantelli  
Constanza Pérez

Diseño Gráfico:  
Paula Jaramillo



**SERIE ESTUDIOS PARA LA INNOVACIÓN FIA**  
MANUAL DE MANEJOS BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA  
DIRECTA CON TAIPAS DE ARROZ EN CHILE





## PRESENTACIÓN

La **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**, es la agencia del Ministerio de Agricultura que tiene por misión fomentar una cultura de innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal, a través de la promoción y articulación de iniciativas de innovación que contribuyan a aumentar la competitividad del sector, especialmente en la pequeña y mediana agricultura y empresa.

El arroz es un cultivo fundamental para la agricultura en el mundo. Es un alimento básico para más de la mitad de la población y es el segundo cultivo de cereales a nivel global, con una producción total de cerca de 750 millones de toneladas.

En Chile, se caracteriza por una oferta primaria atomizada y una demanda industrial concentrada. La mayor parte de los cerca de 1.500 productores de arroz del país son pequeños y pertenecen a la Agricultura Familiar Campesina (AFC); y se concentran en las regiones de Maule, principalmente, y Biobío.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental, el arroz es uno de los cultivos con mayor consumo de agua en el país. Así, es fundamental promover, desde la innovación, distintas estrategias orientadas a instalar, en los productores, capacidades y conocimientos que les permitan ser más competitivos y eficientes en el manejo de sus cultivos.

Desde 1996, FIA ha estado presente con proyectos de innovación en el sector arrocero nacional. Hasta la fecha, se han ejecutado 19 proyectos relativos a este cultivo, en distintas áreas, tales como la mejora de prácticas de manejo, desarrollo de biofertilizantes, giras de transferencia tecnológica, obtención de alimentos a partir de los subproductos del arroz, elevación del nivel tecnológico de los cultivos, apertura a mercados internacionales, introducción de nuevas variedades y nuevos sistemas de producción, entre otros.

El objetivo de este manual es la valorización de la experiencia de siembra directa con taipas de arroz en Chile. Este documento proporciona los resultados y lecciones aprendidas durante tres temporadas de esta experiencia. Indica las principales ventajas y desventajas de la introducción de esta nueva tecnología para el sector arrocero y para los productores, recomendaciones técnicas y análisis económico de la adopción de este tipo de siembra.

En este esfuerzo, está la creación de este manual que FIA ha querido impulsar para transferir conocimiento e información prospectiva y estratégica a los actores del sector, para seguir contribuyendo a dinamizar los procesos de innovación en este cultivo.

ÁLVARO EYZAGUIRRE P.  
DIRECTOR EJECUTIVO  
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA - FIA





# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>	<b>4. SIEMBRA</b>	<b>52</b>
1.1. PARTICIPANTES EN SIEMBRA DIRECTA	19	4.1. TIPOS DE SIEMBRAS	53
1.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	22	4.1.1. SIEMBRA MANUAL	53
1.3. ASPECTOS CLIMÁTICOS	24	4.1.2. SIEMBRA POR AVIÓN	53
<b>2. MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA</b>	<b>32</b>	4.1.3. SIEMBRA DIRECTA	53
2.1. ASPECTOS GENERALES	33	4.1.3.1. FECHAS DE SIEMBRA	54
2.2. ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DEL ARROZ	33	4.1.3.2. PROFUNDIDAD DE SIEMBRA	55
2.3. ETAPAS DE DESARROLLO MORFOLÓGICO	34	4.1.3.3. TIPO DE SEMILLA	56
2.4. DIFERENCIAS DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA V/S PRE GERMINADO	37	4.1.3.4. DOSIS DE SEMILLA	56
<b>3. PREPARACIÓN DE SUELO</b>	<b>39</b>	4.1.3.5. CALIBRACIÓN Y REGULACIÓN MAQUINARIA SEMBRADORA	57
3.1. ASPECTOS GENERALES	39	4.1.3.6. PUNTOS DE CHEQUEO DURANTE SIEMBRA DIRECTA	58
3.2. ETAPAS DE LA PREPARACIÓN DE SUELO	39	<b>5. FERTILIZACIÓN</b>	<b>59</b>
3.2.1. NIVELACIÓN DEL TERRENO	39	5.1. ANÁLISIS DE SUELO	60
3.2.2. CONSTRUCCIÓN DE CANALES DE AVANCES	40	5.2. ENCALADO	60
3.2.3. TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL	42	5.3. NITRÓGENO (N)	60
3.2.4. CONSTRUCCIÓN DE TAIPAS Y PRETILES	44	5.4. FÓSFORO (P)	65
3.2.5. DRENAJE	45	5.5. POTASIO	66
3.3. DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE SUELO	47	5.6. TABLA RESUMEN DE LA FERTILIZACIÓN QUE DEBIERAN UTILIZAR LOS PRODUCTORES	66
3.3.1. LABOREO CONVENCIONAL	48	5.6.1. OPCIÓN 1	67
3.3.2. MÍNIMA LABRANZA	50	5.6.2. OPCIÓN 2	68
3.3.3. CERO LABRANZA	51		

# ÍNDICE

5.6.3. OPCIÓN 3	69	8. COSECHA	99
5.6.4. OPCIÓN 4	69	8.1. ASPECTOS GENERALES	100
<b>6. CONTROL DE MALEZAS</b>	<b>71</b>	8.2. FECHA DE CORTE DE AGUA	100
6.1. PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZAS	71	8.3. HUMEDAD DEL SUELO A COSECHA	100
6.2. MÉTODOS Y MANEJOS DE CONTROL	75	8.4. HUMEDAD DEL GRANO	101
6.2.1. CONTROL CULTURAL	76	8.5. HORA DE INICIO DE COSECHA	102
6.2.2. CONTROL QUÍMICO	76	8.6. REGULACIÓN Y VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA COSECHADORA	102
6.2.2.1. MÉTODOS DE APLICACIÓN	78	8.7. EVALUACIÓN DE PÉRDIDA EN COSECHA	102
6.3. ESTRATEGIA DE CONTROL DE MALEZAS	90	8.7.1. PERDIDAS EN PRE COSECHA O NATURALES	102
6.4. EN RESUMEN CONTROL DE MALEZAS RECOMENDADO PARA SIEMBRA DIRECTA	92	8.7.2. PERDIDAS POR COSECHA.	103
<b>7. MANEJO DEL RIEGO</b>	<b>93</b>	8.8. TRASLADO DEL ARROZ HACIA EL PODER COMPRADOR	104
7.1. ASPECTOS GENERALES	94	8.9. CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ	104
7.2. FUENTES DE AGUAS	94	<b>9. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA</b>	<b>105</b>
7.3. DISEÑO PREDIAL	94	9.1. COSTOS VARIABLES	105
7.3.1. CANALES DE AVANCE	94	9.2. COSTOS FIJOS	107
7.4. DRENAJES	95	<b>10. RESULTADOS</b>	<b>116</b>
7.5. PRIMER RIEGO	95	10.1. MORFOLOGÍA	117
7.6. SEGUNDO Y TERCER RIEGO	95	10.1.1. PRINCIPALES RESULTADOS	117
7.7. INUNDACIÓN DEL CULTIVO	96	10.2. PREPARACIÓN DE SUELOS	117
7.8. NIVELES DE AGUA	96	10.2.1. PRINCIPALES RESULTADOS	117
7.9. REQUERIMIENTOS DE AGUA DEL CULTIVO	97	10.2.2. DEFICIENCIAS	117

10.3. SIEMBRA	117
10.3.1. PRINCIPALES RESULTADOS	117
10.3.2. DEFICIENCIAS	118
10.4. FERTILIZACIÓN	118
10.4.1. PRINCIPALES RESULTADOS	118
10.4.2. DEFICIENCIAS	118
10.5. CONTROL DE MALEZAS	118
10.5.1. PRINCIPALES RESULTADOS	118
10.5.2. DEFICIENCIAS	119
10.6. MANEJO DEL RIEGO	119
10.6.1. PRINCIPALES RESULTADOS	119
10.6.2. DEFICIENCIAS	120
10.7. COSECHA	120
10.7.1. PRINCIPALES RESULTADOS	120
10.7.2. DEFICIENCIAS	120
10.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA	121
10.8.1. PRINCIPALES RESULTADOS	121
10.8.2. DEFICIENCIAS	121



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1:</b>	<b>19</b>	<b>CUADRO 7:</b>	<b>49</b>	<b>CUADRO 12:</b>	<b>67</b>
PARTICIPANTES SIEMBRA DIRECTA DURANTE LAS TRES TEMPORADAS.		ROTACIÓN DE CULTIVO SEGÚN LOS AÑOS DE LABOREO.		OPCIÓN 1 DE FERTILIZACION.	
<b>CUADRO 2:</b>	<b>23</b>	<b>CUADRO 8:</b>	<b>49</b>	<b>CUADRO 13:</b>	<b>68</b>
AGRICULTORES QUE IMPLEMENTARON LA SIEMBRA DIRECTA, EN LAS ÚLTIMAS 3 TEMPORADAS.		RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA (SOBRE TAIPAS Y EN EL CUADRO), CON LABOREO CONVENCIONAL. MONOCULTIVO DE ARROZ.		OPCIÓN 2 DE FERTILIZACION.	
<b>CUADRO 3:</b>	<b>31</b>	<b>CUADRO 9:</b>	<b>50</b>	<b>CUADRO 14:</b>	<b>69</b>
CRONOLOGÍA DE TIEMPO DE MANEJOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE ARROZ EN SIEMBRA DIRECTA.		RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPAS CON MÍNIMA LABRANZA. ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ.		OPCIÓN 3 DE FERTILIZACION.	
<b>CUADRO 4:</b>	<b>33</b>	<b>CUADRO 10:</b>	<b>51</b>	<b>CUADRO 15:</b>	<b>69</b>
COMPONENTES DE RENDIMIENTO.		RESUMEN DE LABORES PARA LA CERO LABRANZA (LOS SUELOS SE HAN NIVELADOS CON PALA LÁSER UN AÑO ANTERIOR). ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ.		OPCIÓN 4 DE FERTILIZACION.	
<b>CUADRO 5:</b>	<b>37</b>	<b>CUADRO 11:</b>	<b>67</b>	<b>CUADRO 16:</b>	<b>71</b>
COMPARATIVO S.D. V/S P.G.		RESUMEN FERTILIZACION RECOMENDADA.		PRINCIPALES MALEZAS EN EL CULTIVO ARROZ EN CHILE, AGRUPADAS POR FAMILIA.	
<b>CUADRO 6:</b>	<b>48</b>			<b>CUADRO 17:</b>	<b>73</b>
RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA (SOBRE TAIPAS Y EN EL CUADRO), CON LABOREO CONVENCIONAL. ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ.				IMÁGENES DE PRINCIPALES MALEZAS DEL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE.	
				<b>CUADRO 18:</b>	<b>77</b>
				HERBICIDAS DISPONIBLES EN CHILE PARA EL CULTIVO DE ARROZ, AGRUPADOS SEGÚN SU MECANISMO DE ACCIÓN (* ALGUNOS AÚN SIN REGISTROS SAG).	

<b>CUADRO 19:</b>	<b>78</b>	<b>CUADRO 26:</b>	<b>96</b>	<b>CUADRO 32:</b>	<b>112</b>
HERBICIDAS UTILIZADOS EN PRE SIEMBRA O BARBECHO QUÍMICO.		NIVELES IDEALES DE AGUA UTILIZADOS EN SISTEMA PRE-GERMINADO		COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA DENTRO DEL CUADRO.	
<b>CUADRO 20:</b>	<b>83</b>	<b>CUADRO 27:</b>	<b>97</b>	<b>CUADRO 33:</b>	<b>114</b>
HERBICIDAS UTILIZADOS EN PRE-EMERGENCIA		NIVELES IDEALES DE AGUA UTILIZADOS EN SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA. (SOBRE TAIPA Y DENTRO DEL CUADRO).		COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN EN ARROZ PRE GERMINADO.	
<b>CUADRO 21:</b>	<b>90</b>	<b>CUADRO 28:</b>	<b>106</b>	<b>CUADRO 34:</b>	<b>122</b>
CONTROL 1		COSTOS VARIABLES PARA CADA SISTEMA PRODUCTIVO.		CRONOLOGÍA DE TIEMPO DE MANEJOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE ARROZ EN SIEMBRA DIRECTA.	
<b>CUADRO 22:</b>	<b>90</b>	<b>CUADRO 29:</b>	<b>107</b>		
CONTROL 2		COSTOS FIJOS PARA SISTEMA SIEMBRA DIRECTA Y PRE GERMINADO.			
<b>CUADRO 23:</b>	<b>91</b>	<b>CUADRO 30:</b>	<b>108</b>		
CONTROL 3, PARA EL CONTROL DE HUALCACHO, HUALTATA, CORTADERA Y PASTO CABEZÓN.		COSTOS POR HECTÁREA DE LA SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPA, DE LA TEMPORADA 2016-2017.			
<b>CUADRO 24:</b>	<b>92</b>	<b>CUADRO 31:</b>	<b>111</b>		
CONTROL 3, PARA EL CONTROL DE HUALTATA, CORTADERA Y PASTO CABEZÓN.		COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPAS.			
<b>CUADRO 25:</b>	<b>92</b>				
CUADRO RESUMEN CONTROL DE MALEZAS.					

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN 1:</b>	<b>16</b>	<b>IMÁGEN 8:</b>	<b>37</b>	<b>IMAGEN 14:</b>	<b>41</b>
EQUIPO TÉCNICO AGROPARRAL		ETAPA REPRODUCTIVA DEL ARROZ		CANAL DE AVANCE CONSTRUIDO EN OTOÑO	
<b>IMAGEN 2:</b>	<b>18</b>	<b>IMAGEN 9:</b>	<b>38</b>	<b>IMAGEN 15:</b>	<b>41</b>
SOCIOS MAQUINARIA AGRÍCOLA EL BONITO LIMITADA		DESARROLLO ARROZ PRE GERMINADO V/S SIEMBRA DIRECTA A INICIO DE MACOLLA (PLANTAS CON 28 DÍAS DESDE GERMINACIÓN)		CANAL DE AVANCE	
<b>IMAGEN 3:</b>	<b>22</b>	<b>IMAGEN 10:</b>	<b>40</b>	<b>IMAGEN 16:</b>	<b>43</b>
IMAGEN SATELITAL DEMARCANDO LA DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS DE SIEMBRA DIRECTA		NIVELACIÓN CON MULTILÁMINA. SE RECOMIENDA COMENZAR EL TRABAJO, SIEMPRE EN EL SENTIDO ANTI HORARIO, O SEA, DE DERECHA A IZQUIERDA		TOPÓGRAFO REALIZANDO	
<b>IMAGEN 4:</b>	<b>29</b>	<b>IMAGEN 11:</b>	<b>40</b>	<b>IMAGEN 17:</b>	<b>43</b>
IMÁGEN RESUMEN DE FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA OBTENCION DE ALTOS RENDIMIENTOS		NIVELACIÓN CON PALA LÁSER		EQUIPO LÁSER PARA CURVAS DE	
<b>IMAGEN 5:</b>	<b>34</b>	<b>IMAGEN 12:</b>	<b>41</b>	<b>IMAGEN 18:</b>	<b>43</b>
LÍNEA DE TIEMPO DE DESARROLLO DEL ARROZ		CANAL DE AVANCE LATERAL		CURVAS DE NIVEL REALIZADA POR EFECTO DE LA MICRONIVELACIÓN PALA LÁSER	
<b>IMAGEN 6:</b>	<b>35</b>	<b>IMAGEN 13:</b>	<b>41</b>	<b>IMAGEN 19:</b>	<b>44</b>
GERMINACIÓN Y PLÁNTULA DE ARROZ		CANAL DE AVANCE LATERAL Y DIAGONAL		TAIPA REALIZADA	
<b>IMAGEN 7:</b>	<b>36</b>			<b>IMAGEN 20:</b>	<b>44</b>
ETAPA VEGETATIVA DEL ARROZ				COMPOSICIÓN EQUIPO TAIPADOR	

<b>IMAGEN 21:</b>	<b>45</b>	<b>IMAGEN 27:</b>	<b>54</b>	<b>IMAGEN 34:</b>	<b>63</b>
TAIPA INCORRECTA, PRESTO PROFUNDO		CONDICIÓN DE SUELO MULLIDO SOBRE EL CUAL SE PUEDE UTILIZAR SEMBRADORA CONVENCIONAL		SEGUNDA PARCIALIZACIÓN: FERTILIZANTE NITROGENADO (UREA) EN SUELO SECO	
<b>IMAGEN 22:</b>	<b>45</b>	<b>IMAGEN 28:</b>	<b>55</b>	<b>IMAGEN 35:</b>	<b>64</b>
UBICACIÓN EN EL POTRERO DE PRESTO, CANCHA Y TAIPA		SIEMBRA SOBRE SUELO CON		APLICACIÓN CON TROMPO SEGUNDA PARCIALIZACIÓN	
<b>IMAGEN 23:</b>	<b>46</b>	<b>IMAGEN 29:</b>	<b>55</b>	<b>IMAGEN 36:</b>	<b>64</b>
EQUIPO ZANJADORA REALIZANDO DRENES, LA POTENCIA DEL TRACTOR Y EL TIPO DE SUELO ES LO QUE DETERMINA LA MAYOR O MENOR VELOCIDAD DE TRABAJO		SIEMBRA SOBRE SUELO CON		INUNDACIÓN DEL CULTIVO ANTES DE LOS TRES DÍAS DESPUÉS DE LA SEGUNDA PARCIALIZACIÓN	
<b>IMAGEN 24:</b>	<b>46</b>	<b>IMAGEN 30:</b>	<b>56</b>	<b>IMAGEN 37:</b>	<b>65</b>
EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENES		PROFUNDIDAD DE SIEMBRA ADECUADA		TERCERA PARCIALIZACIÓN: INICIO DE PANÍCULA	
<b>IMAGEN 25:</b>	<b>47</b>	<b>IMAGEN 31:</b>	<b>61</b>	<b>IMAGEN 38:</b>	<b>66</b>
DIAGRAMA DONDE SE MUESTRAN LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE SUELO PARA LA SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ		APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A LA SEMBRADORA		APLICACIÓN DE POTASIO CON TROMPO ANTES DE SIEMBRA	
<b>IMAGEN 26:</b>	<b>54</b>	<b>IMAGEN 32:</b>	<b>62</b>	<b>IMAGEN 39:</b>	<b>79</b>
MÁQUINA SEMBRADORA ACCIONADA EN LÍNEAS ACCIONADA POR TRACTOR EJECUTANDO SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ		DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES EN SEMBRADORAS		BARBECHO QUÍMICO CON/SIN	
		<b>IMAGEN 33:</b>	<b>62</b>	<b>IMAGEN 40:</b>	<b>80</b>
		REGULACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES		BARBECHO QUÍMICO MAL REALIZADOS	

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN 41:</b>	<b>80</b>	<b>IMAGEN 48:</b>	<b>87</b>	<b>IMAGEN 55:</b>	<b>95</b>
OPORTUNIDAD DE REALIZAR EL BARBECHO QUÍMICO, NO REALIZAR CON MALEZAS ADULTAS		ACCIÓN DEL PRE-EMERGENTE SOBRE		SUELO ENCOSTRADO, BAJO ESTAS CONDICIONES LO RECOMENDABLE ES EJECUTAR EL SEGUNDO RIEGO LO ANTES POSIBLE	
<b>IMAGEN 42:</b>	<b>81</b>	<b>IMAGEN 49:</b>	<b>87</b>	<b>IMAGEN 56:</b>	<b>96</b>
BOMBA DE ESPALDA PULVERIZADORA		EFECTO DE CLOMAZONE SOBRE MALEZAS		INUNDACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ BAJO SIEMBRA DIRECTA CON 2 A 3 HOJAS DE DESARROLLO	
<b>IMAGEN 43:</b>	<b>81</b>	<b>IMAGEN 50:</b>	<b>87</b>	<b>IMAGEN 57:</b>	<b>100</b>
TRACTOR		CON CLOMAZONE		COSECHA SOBRE TAIPAS	
<b>IMAGEN 44:</b>	<b>81</b>	<b>IMAGEN 51:</b>	<b>87</b>	<b>IMAGEN 58:</b>	<b>101</b>
DRONE		SIN CLOMAZONE (ARROZ CON UNA ALTA DENSIDAD DE MALEZAS)		COSECHA CON SUELO BARROSO	
<b>IMAGEN 45:</b>	<b>84</b>	<b>IMAGEN 52:</b>	<b>88</b>	<b>IMAGEN 59:</b>	<b>101</b>
ALBINISMO EN ARROZ, PRODUCIDO POR CLOMAZONE		DESPUÉS DE INUNDADO EL ARROZ, REALIZAR LA EVALUACIÓN PARA EL CONTROL DE MALEZAS		COSECHA EN SUELO SECO	
<b>IMAGEN 46:</b>	<b>85</b>	<b>IMAGEN 53:</b>	<b>89</b>	<b>IMAGEN 60:</b>	<b>102</b>
PUNTO DE AGUJA		DEFECTUOSO CONTROL DE MALEZAS SOBRE TAIPAS		HUMEDÍMETRO PORTÁTIL	
<b>IMAGEN 47:</b>	<b>86</b>	<b>IMAGEN 54:</b>	<b>94</b>	<b>IMAGEN 61:</b>	<b>103</b>
APLICACIÓN DE PRE-EMERGENTE		CANALES DE AVANCE		RECOLECCIÓN DE PÉRDIDAS	



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**GRÁFICO 1:** 26

COMPARATIVO PRECIPITACIONES (MM)  
EN FECHA DE SIEMBRA.

**GRÁFICO 2:** 27

TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS, AÑO  
2015-2016.

**GRÁFICO 3:** 28

TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS, AÑO  
2016-2017.

**GRÁFICO 4:** 30

COMPARATIVO RADIACIÓN SOLAR,  
AÑO 2015-2016/ 2016-2017.



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente manual rescata y pone en valor la experiencia de siembra directa con taipas de arroz en Chile. Fue elaborado por la empresa de asesoría técnica AgroParral<sup>1</sup> y presenta los resultados y lecciones aprendidas durante tres temporadas de esta experiencia. Su objetivo es poner a disposición del sector arrocerero y de los productores estos aprendizajes, tales como recomendaciones técnicas, ventajas y desventajas de la adopción de este tipo de siembra y análisis económicos.

1. AGROPARRAL es una empresa de asesoría técnica que atiende a más de 200 pequeños productores de arroz perfil Indap (promedio 10 hectáreas) y a más de 50 productores medianos (60-400 hectáreas). Es liderada por el ingeniero agrónomo Ramón Henríquez Salvo, quien en la actualidad cuenta con un equipo multidisciplinario de 12 profesionales que desarrollan las diferentes actividades de asesoría técnica en directa relación con los productores. La consultora se ha ganado la confianza de los agricultores en el transcurso de los años principalmente por aumentar los rendimientos (QQ/ha) de 51,3 QQ/ha temporada 2006/07 a 77,9, 73,8 y 74,48 QQ/ha las últimas tres temporadas 2014/15, 2015/16 y 2016/17. También, por ser pionera en el establecimiento de parcelas demostrativas e innovar en métodos de establecimiento del cultivo.

IMAGEN 1: EQUIPO TÉCNICO AGROPARRAL



Equipo técnico: M<sup>o</sup> José Falcón; Gonzalo Henríquez Salvo; Víctor Salas Castillo; Darwin Sepúlveda Concha; Manuel Maureira Canales; Jaime Mellado Sepúlveda; Cristian Veliz Pareja; Joel Aravena Cruz; Ramón Henríquez Salvo; Verónica Retamal Pérez.

AgroParral introdujo la metodología de siembra directa sobre taipas en Chile gracias a la adquisición de la maquinaria agrícola necesaria para el establecimiento del cultivo por medio de un proyecto asociativo Indap (Instituto de Desarrollo Agropecuario),



el cual se adjudicó la Sociedad de Maquinarias El Bonito Ltda. Dicha sociedad está compuesta por siete agricultores atendidos por la consultora quienes se atrevieron a innovar y son el eje principal de la metodología de siembra directa.

IMAGEN 2: SOCIOS MAQUINARIA AGRÍCOLA EL BONITO LIMITADA



Socios Maquinaria el Bonito Ltda.: German Badilla Guzmán, Juan González Campos, Pedro Barrón Guerra, Minerva Guzmán Godoy, Patricio Hernández Ramírez, Cesar González Campos, José Cisternas Morales.

Es importante resaltar la participación de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) en las distintas instancias que han apoyado la incorporación de esta tecnología:

- Gira de innovación en manejos culturales del arroz
- Consultoría de maquinaria agrícola (uso de maquinaria de siembra directa sobre taipas)

- Convenio de “valorización de la experiencia de siembra directa con taipas en Chile”

Así también hay que destacar el apoyo recibido de Indap, por medio de los SAT (sistema de asesoría técnica). Gracias a ellos, se han podido desarrollar las actividades para implementar este sistema de siembra directa sobre taipas en Chile. Adicional al apoyo para adquirir la maquinaria agrícola necesaria para la implementación de este sistema, se cuenta la constante motivación en conocer y participar de las diferentes actividades de pequeños productores de las distintas zonas arroceras de nuestro país, tales como Linares, Longavi y San Carlos.

Además, gracias al convenio que existe entre el Ministerio de Agricultura y el FLAR (Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego), se recibió asesoría técnico profesional para generar capacidades y adquirir las herramientas necesarias para que los asesores técnicos implementen este sistema en el país.

Para unificar términos en este manual, se llamará siembra directa a la siembra de arroz que se realiza con maquina arroceras en suelo seco ya sea dentro del cuadro o sobre taipas, debido a que los manejos del cultivo tales como siembra, control de malezas y fertilización son similares para ambos tipos de establecimiento del cultivo. Sin embargo, existen variaciones en la preparación de suelo y otros manejos que se detallan en el manual.

También es importante considerar que este manual está basado en las experiencias de campo obtenidas durante las últimas tres temporadas (2014/15 a 2016/17), donde se entregan conocimientos y recomendaciones que están validadas y adaptadas al sector arroceras de Chile.

## 1.1 PARTICIPANTES EN SIEMBRA DIRECTA

En las experiencias presentadas en este manual participaron 26 agricultores, quienes se atrevieron a implementar la siembra directa sobre taipas. Se agradece la participación, especialmente, de quienes asumieron la responsabilidad y los riesgos asociados a la innovación:

CUADRO 1: PARTICIPANTES SIEMBRA DIRECTA DURANTE LAS TRES TEMPORADAS		
		
German Badilla G.	José Cisterna M.	Minerva Guzmán G.
Sector Campanacura	Sector La Palmera	Sector Campanacura
Comuna: Parral	Comuna Parral	Comuna Parral
		
Pedro Barrón G.	Patricio Hernández R.	Juan González C.
Sector Campanacura	Sector Campanacura	Sector Fuerte Viejo
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral

CUADRO 1: PARTICIPANTES SIEMBRA DIRECTA DURANTE LAS TRES TEMPORADAS

		
Misaldo Ramos M.	Olga Morales T.	Mario Concha U.
Sector Perquilauquen	Sector Paso Hondo	Sector Perquilauquen
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral
		
José González M.	Oclide Sepúlveda G.	Jaime González.
Sector Fuerte Viejo	Sector Fuerte Viejo	Sector Unicaven
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral
		
Roberto González S.	Luis Espinoza H.	Rolando Ortega N.
Sector Campanacura	Sector Campanacura	Sector San Lorenzo
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral

CUADRO 1: PARTICIPANTES SIEMBRA DIRECTA DURANTE LAS TRES TEMPORADAS

		
Marcelo Muñoz G.	Cesar González C.	Rene Salgado S.
Sector Nogal de Torca	Sector Fuerte Viejo	Sector El Cairo
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral
		
David Castillo R.	Luis Valdés E.	Joel González G.
Sector Cuyumillaco	Sector La Unión San José	Sector Fuerte Viejo
Comuna Parral	Comuna Retiro	Comuna Parral
		
Juan Ortega C.	Pedro Badilla B.	Cristopher Badilla A.
Sector La Palmera	Sector Campanacura	Sector Campanacura
Comuna Parral	Comuna Parral	Comuna Parral

## 1.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La siguiente imagen muestra la distribución de los agricultores que han implementado la siembra directa en sus distintas explotaciones agropecuarias de las comunas de Parral y Retiro.

IMAGEN 3: IMAGEN SATELITAL DEMARCANDO LA DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS DE SIEMBRA DIRECTA





CUADRO 2: AGRICULTORES QUE IMPLEMENTARON LA SIEMBRA DIRECTA, EN LAS ÚLTIMAS 3 TEMPORADAS

Numero	Nombre	Localidad
1	Juan Ortega Chandía	La Florida
2	Jose Cisternas Morales (Arriendo)	La Palmera
3	Jose Cisterna Morales (Propio)	La Palmera
4	Luis Valdés Espinoza	Union San Jose
5	Roberto González Silva	Bureo Chico
6	Pedro Barron Guerra	Campanacura
7	Rubén Espinoza Hernández	Campanacura
8	Olga Morales Troncoso	Paso Hondo
9	Patricio Hernández Ramires	Campanacura
10	Pedro Badilla Bernales	Campanacura
11	Cristhofer Badilla Almendra	Campanacura
12	German Badilla Guzmán	Campanacura
13	Minerva Guzmán Godoy	Campanacura
14	Misaldo Ramos Moreno	Perquilauquén Unicaven
15	Mario Concha Urra	Perquilauquén Unicaven
16	Jaime González Fuentes	Unicaven
17	René Salgado Salgado	El Cairo
18	Rolando Ortega Niño	San Lorenzo

CUADRO 2: AGRICULTORES QUE IMPLEMENTARON LA SIEMBRA DIRECTA, EN LAS ÚLTIMAS 3 TEMPORADAS		
Numero	Nombre	Localidad
19	Sucesión Henríquez Salvo	Lucumilla
20	Marcelo Muñoz González	Fuerte Viejo
21	Jose Faustino González Muñoz	Fuerte Viejo
22	Ignacio González Muñoz	Fuerte Viejo
23	César González Campos	Fuerte Viejo
24	Juan Sebastián González Campo	Fuerte Viejo
25	Oclides Sepúlveda González	Fuerte Viejo
26	Joel González González	Fuerte Viejo
27	David Castillo Retamal	Cuyumillaco

### 1.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Los antecedentes climáticos que se exponen a continuación fueron extraídos desde la estación meteorológica autónoma (EMA)<sup>2</sup>. Se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas HUSO: 19 ESTE: 242032 NORTE: 5994281. Los datos captados por esta son enviados a CITRA de la Universidad de Talca, donde son analizados y entregados a través de la página web [www.citrautalca.cl](http://www.citrautalca.cl).

Para un adecuado establecimiento del cultivo, es importante analizar la situación climática que se pronosticara para la temporada de siembra, debido a que es dependiente del clima.

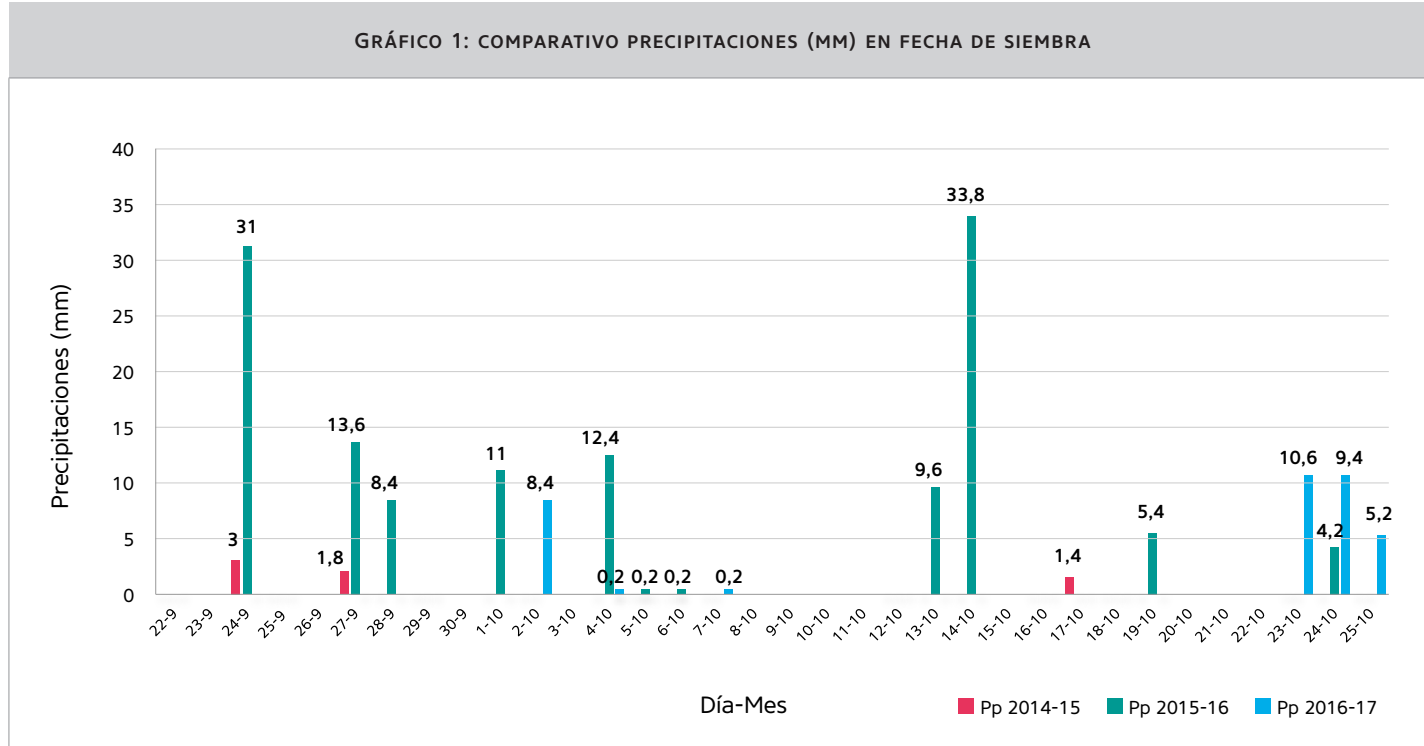
<sup>2</sup> De propiedad de la consultora agrícola AgroParral



Hay tres factores climáticos que se deben considerar para el establecimiento del cultivo de arroz:

### 1.3.1 Precipitaciones

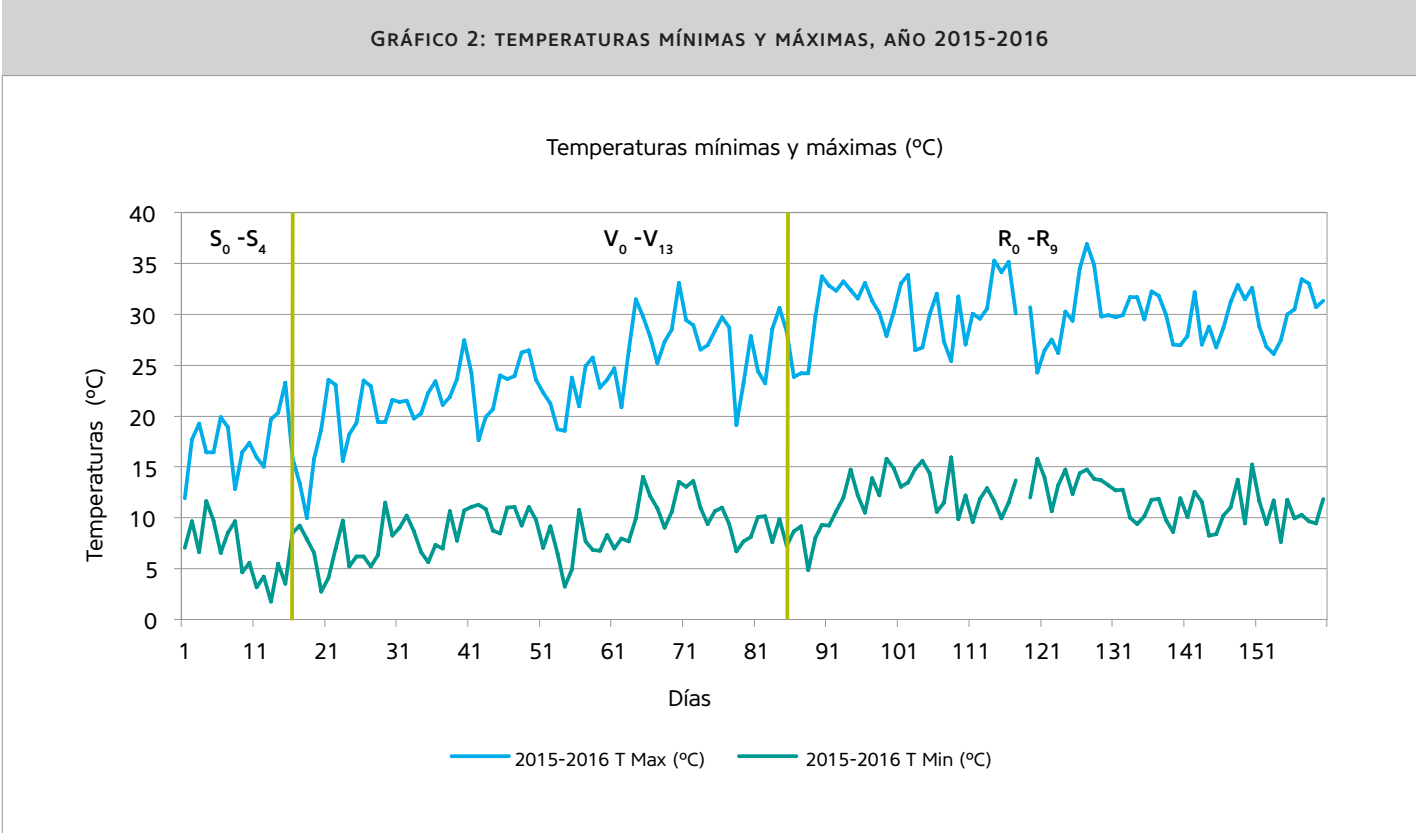
En meteorología, se considera la caída de agua sólida o líquida debido a la condensación del vapor sobre la superficie terrestre. Debido a esto, se debe conocer la época o periodo del año donde se desarrollará la siembra. Si se concentra en primavera, retrasa las labores agrícolas y, por ende, el establecimiento del cultivo. Esto ocurrió en la temporada 2015-2016. En estos casos, se retrasa la fecha de siembra y aumenta el riesgo de disminuir el rendimiento por hectárea. También se debe estar informado sobre la cantidad de agua acumulada (Tranque Digua – nieve en cordillera) que se encuentra disponible a la hora de determinar las hectáreas de siembra.



Fuente: Elaboración propia

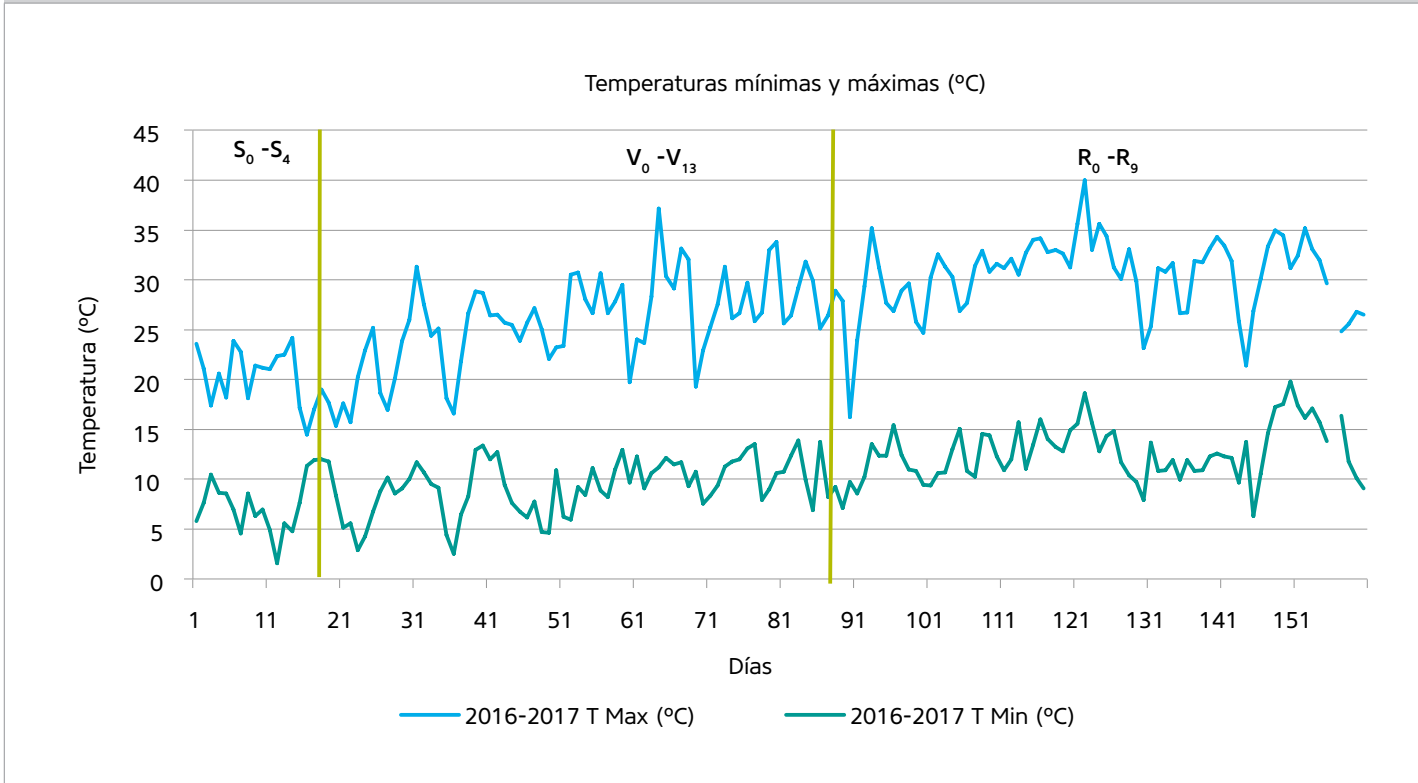
### 1.3.2 Temperatura

En el periodo de floración, temperaturas menores a 19°C durante cinco días producen alta esterilidad (Arroz Manejo Tecnológico, J.R. Alvarado, INIA, Quilamapu, Chillan, 2007). No se ha estudiado cuál es el efecto de altas temperaturas por sobre los 30°C, así como tampoco el efecto de las bajas temperaturas. Solo se conoce que bajo los 17°C en la época reproductiva se observa una disminución de rendimiento (J.R. Alvarado 1999). A diferencia de otros países que ya tienen estandarizados estos valores, en Chile no sucede esto.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 3: TEMPERATURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS, AÑO 2016-2017



Fuente: Elaboración propia. Nota: 1: 27/09/2017 y 160: 04/09/2017.

### 1.3.3 Radiación solar

La radiación solar es la primera fuente de energía necesaria para el proceso de la fotosíntesis. Si los cultivos realizan fotosíntesis, producen una mayor biomasa y así se obtiene un mayor rendimiento. Es por esto que es importante conocer la radiación solar necesaria para un óptimo desarrollo del cultivo.

IMAGEN 4: IMÁGEN RESUMEN DE FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA OBTENCIÓN DE ALTOS RENDIMIENTOS

Rendimiento = Biomasa × Índice de cosecha

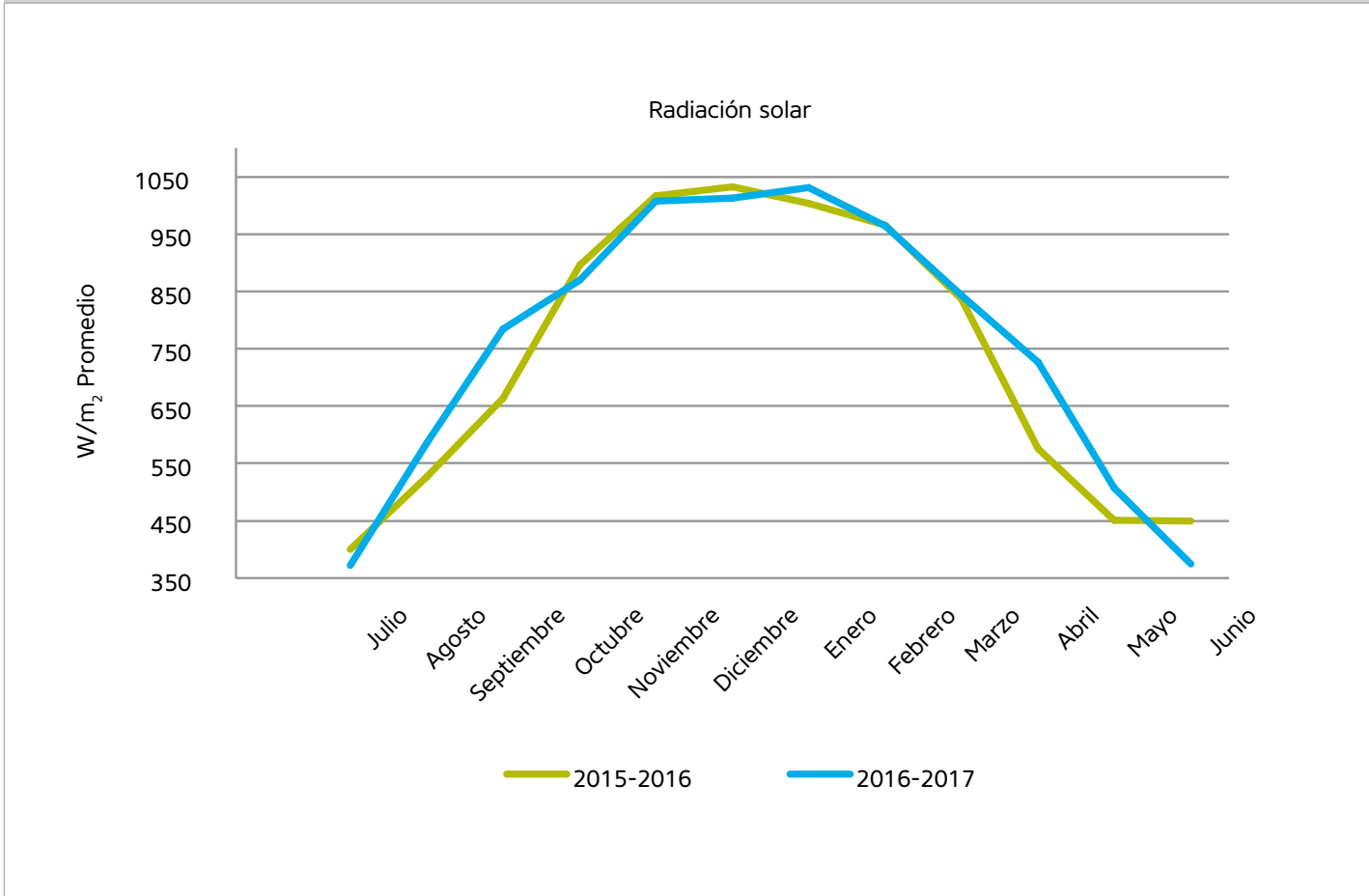
Biomasa  $f$  (fotosíntesis)

Fotosíntesis  $f$  (radiación solar)

El siguiente gráfico muestra la radiación solar promedio de cada mes para las temporadas 2015-2016 y 2016-2017, información obtenida desde la estación meteorológica de la consultora agrícola, donde se observa que los meses de diciembre- enero es donde se presenta una mayor radiación solar ( $W/m^2$ ). Esta se concentra en la etapa reproductiva del cultivo donde el cultivo es más exigente.



GRÁFICO 4: COMPARATIVO RADIACIÓN SOLAR, AÑO 2015-2016/ 2016-2017



Fuente: Elaboración propia



CUADRO 3: CRONOLOGÍA DE TIEMPO DE MANEJOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE ARROZ EN SIEMBRA DIRECTA

		Pre-cultivo	Cultivo de arroz																						
		Época	Fase germinativa				Fase vegetativa									Fase reproductiva				Fase maduración					
Manejos	Descripción de las labores	Otoño-prim.	S0	S1	S2	S3	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
																V10	V11	V12	V13						
Preparación de suelos	Cama de raíces y semillas	■																							
	Micronivelación de suelos	■																							
	Construcción de taipa o pretiles	■																							
	Construcción de canales de avances y drenajes	■																							
Siembra	Labores de siembra		■																						
Fertilización	Primera fertilización (N P K)		■																						
	Segunda fertilización (N y/o K)							■	■																
	Tercera fertilización ( N )																								
Control de malezas	Barbecho químico (glifosato u otros)	■																							
	Control 1 (pre-emergente y/o glifosato)					■																			
	Control 2 (post-emergencia temprana)							■	■																
	Control 3 (post-emergencia tardía)										■	■	■	■	■										
Manejo del riego	Primer riego		■																						
	Segundo riego					■																			
	Tercer riego (Opcional)						■	■																	
	Inundación definitiva del cultivo								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Corte de agua																							■	
Cosecha	Medición humedad del grano																							■	
	Control de pérdidas de cosecha																							■	

Fuente: Elaboración propia

## 2. MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA



## 2.1 ASPECTOS GENERALES

Uno de los factores de relevancia es conocer los componentes de rendimiento en arroz y los rangos que se deben manejar.

CUADRO 4: COMPONENTES DE RENDIMIENTO			
Nº	Componente de rendimiento	Rango	Depende
1	Número de plantas por superficie	200 – 250 Plantas/ mt <sup>2</sup>	Dosis de semilla por hectárea Porcentaje de germinación Pureza Establecimiento (preparación de suelo, humedad de suelo y calidad de siembra, utilización de pre emergentes)
2	Número de macollos por superficie	400 – 600 Macollos/ mt <sup>2</sup>	Manejo de herbicidas (control malezas) Densidad de plantas Fertilización Niveles de agua
3	Número de granos por panícula	60 – 80 granos/ panícula	Desarrollo del macollo (diámetro) Fertilización Temperatura (bajas o altas)
4	Peso del grano	0,03 gr/grano	Disponibilidad de agua

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DEL ARROZ

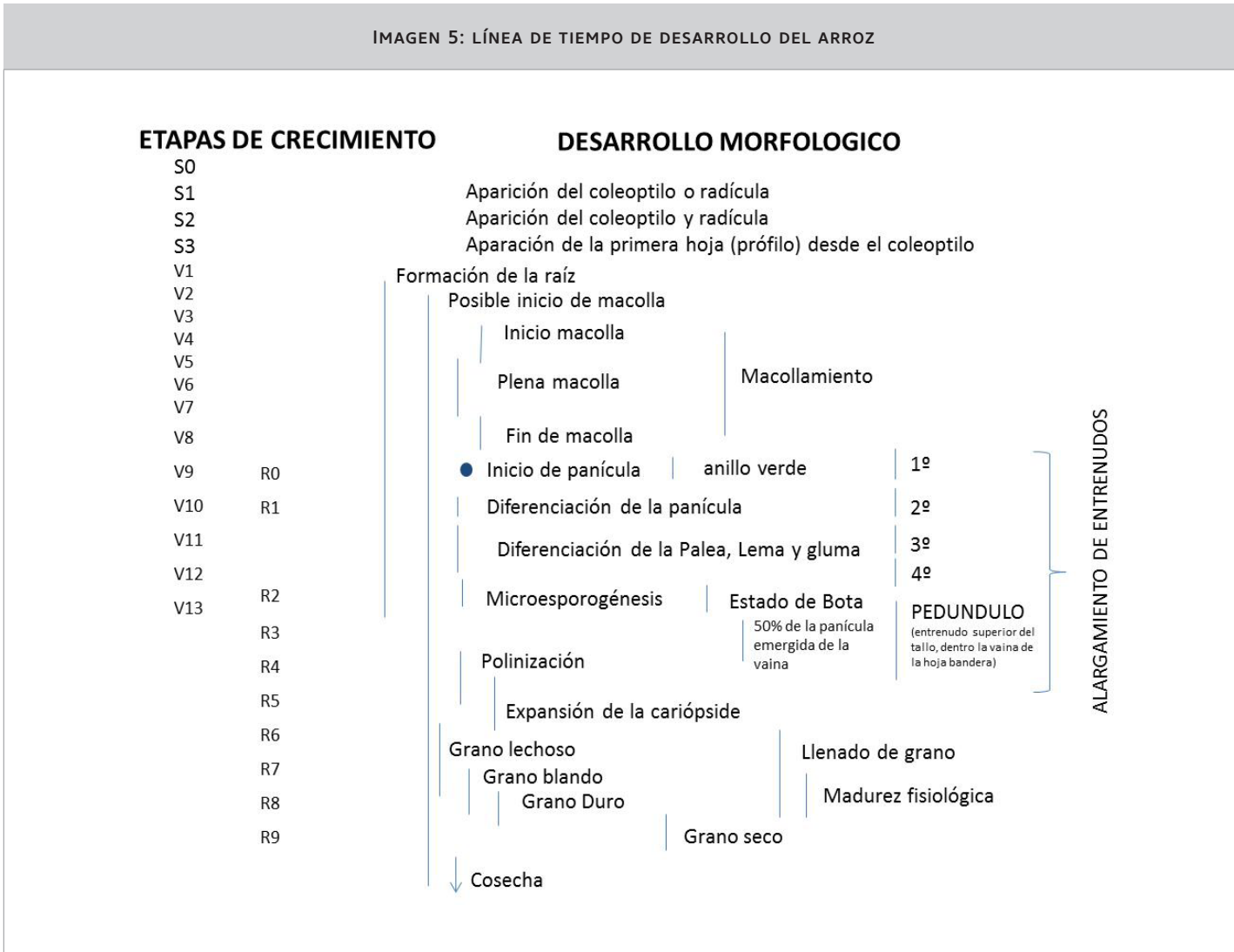
- Etapa 1: Desde la germinación del cultivo hasta emergencia del coleóptilo o desde S0 a S3<sup>3</sup>.
- Etapa 2: Etapa vegetativa desde plántula a término de macollas o desde V1 a V8<sup>4</sup> (V13 (Vf)). Se entiende por macollo al brote de una planta que nace de un sub nudo de eje principal. El número de macollos depende de la densidad de plantas, puede variar de 3 en alta densidad hasta 8 macollos en bajas densidades (Olmos, 2006).
- Etapa 3: Etapa reproductiva desde inicio de panícula. Es el momento en el cual la panícula se ha diferenciado. Comienza cuando el macollaje es máximo en el arroz y/o cuando se produce la elongación del entrenudo. El inicio de panícula se visualiza a través de la disección de tallos, es posible observar un cono blanco de 1 – 2 mm de longitud. La fecha en que ocurre este estado de desarrollo se define cuando aproximadamente un 50% de los macollos se encuentren en inicio de panícula. Desde inicio de panícula hasta madurez fisiológica o desde R0 a R9<sup>5</sup>.

3.S0 a S3: Desde semilla seca hasta aparición del perfillo desde el coleóptilo.

4. V1 a V8: Desde formación del collar de la primera hoja en el tallo principal hasta formación del collar de la octava hoja en el tallo principal.









5. R0 a R9: Desde el inicio de la formación de la panícula hasta que todos los granos en la panícula del tallo principal tienen la cascara de coloración café.

## 2.3 ETAPAS DE DESARROLLO MORFOLOGICO
















Fuente: Counce, P.; Keisling, T; Mitchell, A. 2000. A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. Crop Science. 40:436-443.

## GERMINACION - PLANTULA

Marcadores morfológicos de la etapa vegetativa				
Estado de desarrollo	S0	S1	S2	S3
Marcador morfológico	Semilla seca	Aparición del coleoptilo	Aparición de la radícula	Aparición del prófalo desde el coleoptilo
Ilustración				
				
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>

Fuente: Counce, P.; Keisling, T; Mitchell, A. 2000. A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. Crop Science. 40:436-443.

IMAGEN 7: ETAPA VEGETATIVA DEL ARROZ

Estado de desarrollo	V1	V2	V3	V4	V5
Marcador morfológico	Formación del collar de la primera hoja en el tallo principal	Formación del collar de la segunda hoja en el tallo principal	Formación del collar de la tercera hoja en el tallo principal	Formación del collar de la cuarta hoja en el tallo principal	Formación del collar de la quinta hoja en el tallo principal
Ilustración					
Estado de desarrollo	V6	V7	V8	V9 (V <sub>1,4</sub> )	
Marcador morfológico	Formación del collar de la sexta hoja en el tallo principal	Formación del collar de la séptima hoja en el tallo principal	Formación del collar de la octava hoja en el tallo principal	Formación del collar de la novena hoja en el tallo principal	
Ilustración					
Estado de desarrollo	V10 (V <sub>1,3</sub> )	V11 (V <sub>1,2</sub> )	V12 (V <sub>1,1</sub> )	V13 (V <sub>1</sub> )	
Marcador morfológico	Formación del collar de la hoja 10 en el tallo principal	Formación del collar de la hoja 11 en el tallo principal	Formación del collar de la hoja 12 en el tallo principal	Formación del collar de la hoja 13 (hoja bandera) en el tallo principal	
Ilustración					

Fuente: Counce, P.; Keisling, T; Mitchell, A. 2000. A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. Crop Science. 40:436-443.

## IMÁGEN 8: ETAPA REPRODUCTIVA DEL ARROZ

Marcadores morfológicos de la etapa Reproductiva										
Estado de desarrollo	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Marcador morfológico	Inicio de formación de la panícula	Ramas de la panícula formadas	Formación del collar en la hoja bandera	Aparición de la panícula desde la vaina. La punta de la panícula está sobre el collar de la hoja bandera	Una o más espiguillas de la panícula del tallo principal han abierto su capullo floral (antesis)	Al menos una cariopsis en la panícula del tallo principal; está elongándose hacia el final cóspero	Al menos una cariopsis en la panícula del tallo principal se ha elongado hasta el final de la cóspera	Al menos un grano en la panícula del tallo principal tiene la cóspera de coloración amarilla	Al menos un grano en la panícula del tallo principal tiene la cóspera de coloración café	Todos los granos en la panícula del tallo principal tienen la cóspera de coloración café
Ilustración										
<p>† Other authors have chosen to use terms physiological maturity or cessation of dry matter accumulation. We avoid these terms because, for rice, such determinations are difficult or impossible to make with any known morphological marker.</p> <p>‡ The brown hull indicates the grain has begun to dry.</p>										

Fuente: Counce, P.; Keisling, T; Mitchell, A. 2000. A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. Crop Science. 40:436-443.

## 2.4 DIFERENCIAS DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA V/S PRE GERMINADO.

CUADRO 5: COMPARATIVO S.D. V/S P.G.

ÍTEM	SIEMBRA DIRECTA	PRE GERMINADO
Germinación	Desarrollo primero de la radícula (coleorriza).	Desarrollo primero del coleóptilo
Macollas	Menor tiempo entre la 1º y las restantes macollas. Uniformidad en cuanto a: diámetro del tallo, Nº granos / panículas y madurez fisiológica. Aumenta el potencial de generar macollos.	Mayor tiempo entre la 1º y las restantes macollas. Desuniformidad de estas, las últimas no llegan a: madurez fisiológica, y menor Nº granos por panícula.
Raíces	Mayor desarrollo radicular. Resistencia a la escasez de agua.	Menor desarrollo radicular, el cual se desarrolla en la superficie del suelo.

CUADRO 5: COMPARATIVO S.D. V/S P.G.

ÍTEM	SIEMBRA DIRECTA	PRE GERMINADO
Panícula	Desarrollo de la panícula en una zona más baja, debido a las bajas alturas de agua (menor vanazón).	Desarrollo de la panícula más alta en el tallo.
Fotosíntesis	Mayor área foliar y tiempo fotosintéticamente activa la planta.	Menor área foliar y tiempo en la fotosíntesis.
Plantas	Uniformidad de desarrollo de las plantas de arroz al tener un área de suelo predestinada. Incremento del peso en materia seca por área. Conformación de una estructura más compacta.	Desuniformidad debido al sistema de siembra al voleo (baja y altas densidades de plantas).

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN 9: DESARROLLO ARROZ PRE GERMINADO V/S SIEMBRA DIRECTA A INICIO DE MACOLLA (PLANTAS CON 28 DÍAS DESDE GERMINACIÓN)



Fuente: Elaboración propia

Nota: En siembra directa, se cuenta desde cuando la planta emerge desde el suelo.



## 3. PREPARACIÓN DE SUELO

### 3.1 ASPECTOS GENERALES

En Chile, la preparación de suelo es un tema de suma importancia, puesto que es la etapa fundamental para un buen establecimiento de la futura planta. Las temporadas donde se presentan lluvias primaverales significan una preocupación para el productor, ya que impide realizar el laboreo en fecha óptima para una posterior siembra.

La humedad del suelo es uno de los puntos más relevantes, puesto que es el que marca el piso de entrada al predio para que la maquinaria comience sus labores. Una manera fácil de determinar el punto ideal de humedad es recoger con la mano una porción de suelo y verificar si se desgrana. Otra manera es esperar al momento en que solamente los tacos de la rueda del tractor se entierran. Por el contrario, los suelos demasiados secos generan terrones muy duros, lo que provoca una mayor pasada de implementos elevando los costos de laboreo de suelo, debido al mayor consumo de diésel y tiempo de trabajo. A su vez, suelos muy húmedos generan también terrones, problemas estructurales y físicos provocando compactación de este. Según lo expuesto anteriormente, la condición ideal del suelo para ser laboreado es en estado friable, que se caracteriza por la facilidad de desmenuzarse.

El laboreo de suelo en todo cultivo de cereales es fundamental, puesto que es aquí donde se realiza el acondicionamiento de la cama de semilla, el lugar donde se depositará la semilla que posteriormente germinará para dar paso a una planta y posteriormente a una panoja.

Dentro de esta etapa, se subdividen una serie de labores que para el caso del sistema de siembra directa o en seco está determinada por la nivelación del terreno, la cual se puede realizar con niveladora multilámina y la micronivelación pala láser. Posterior a esto, le sigue el diseño predial, trazado de curvas de nivel y construcción de taipas para finalizar con la construcción de drenajes.

### 3.2 ETAPAS DE LA PREPARACIÓN DE SUELO

Las etapas de la preparación de suelo que contemplan el sistema de siembra directa:

#### 3.2.1 Nivelación del terreno

**Objetivo específico:** Nivelar el suelo, permitiendo realizar movimiento de terrenos que posean relieves pronunciados o micro relieves, lo que conlleva a mejorar distintos manejos del cultivo (establecimiento, manejo del agua y control de malezas).

**Descripción:** Comienza con la preparación de suelos arroceros y micronivelación con pala láser. Esta práctica es imprescindible para la siembra de arroz, la cual consiste en dejar los cuadros o cancha a cota cero, a una diferencia de altura de 5 a 10 cm. La marca o curva de nivel es donde se construye la taipa o pretil. En el sistema de siembra directa con taipa, se construye además una taipa dentro de la cancha. Esta práctica se puede realizar principalmente en verano - otoño- primavera.

Es necesario volver a nivelar el suelo cada cuatro años. También existe la posibilidad de que una vez nivelado el suelo con pala láser, en los sucesivos años se realice una micro nivelación con multilamina, la cual remueve el suelo a una diferencia de altura de 1 a 2 cm. La primera pasada va en sentido de la pendiente y la segunda perpendicular a la primera.

IMAGEN 10: NIVELACIÓN CON MULTILÁMINA. SE RECOMIENDA COMENZAR EL TRABAJO, SIEMPRE EN EL SENTIDO ANTI HORARIO, O SEA, DE DERECHA A IZQUIERDA



IMAGEN 11: NIVELACIÓN CON PALA LÁSER



### 3.2.2 CONSTRUCCIÓN DE CANALES DE AVANCES

**Objetivo específico:** Permite ingresar y desaguar de forma rápida y uniforme el agua de la cancha o cuadros.

**Descripción:** En el sistema de siembra directa “sobre taipa”, se realiza con la “taipadera”, que consiste en dos pasadas paralelas distanciadas entre 2 a 2,5 metros desde la cresta de la taipa. Estas se deben disponer en sentido de la pendiente para facilitar el movimiento del agua. Se dispondrá el primer canal de avance en la entrada de agua al potrero en forma transversal, los restantes a una distancia de 150 mts en forma paralela, además de canales laterales por el contorno del potrero.

De acuerdo a la superficie del potrero, existen dos modalidades de construcción de canales de avances. La primera consiste en realizar dos canales laterales, el canal de entrada de agua y el

canal de salida del agua (Imagen 12). Cabe señalar que generalmente se utiliza para superficies pequeñas (2 a 4 hectáreas). La segunda consiste en realizar los dos canales laterales ya nombrados anteriormente más un canal que vaya de forma diagonal en el potrero (Imagen 13). Esta modalidad se utiliza preferentemente para superficies mayores a 4 hectáreas.

IMAGEN 12: CANAL DE AVANCE LATERAL

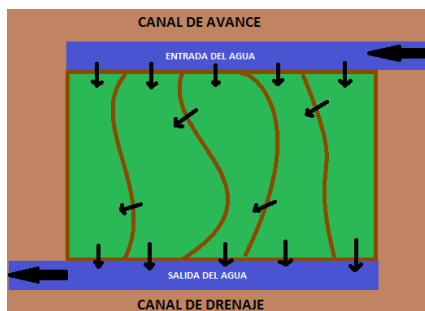


IMAGEN 13: CANAL DE AVANCE LATERAL Y DIAGONAL

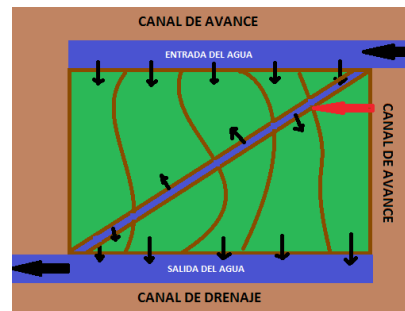


IMAGEN 14: CANAL DE AVANCE CONSTRUIDO EN OTOÑO



IMAGEN 15: CANAL DE AVANCE



En el sistema de siembra directa, dentro del cuadro, los canales de avances se pueden realizar con el equipo denominado “Pejerrey”, a una distancia de 1 metro aproximadamente. Primero construir canales laterales y cuando la superficie es mayor a 4 ha, construir canales paralelos a una distancia de 150 mt.

### 3.2.3 TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL

**Objetivo específico:** Demarcar las curvas de nivel donde se realizarán las taipas o pretilos, los que posteriormente servirán de barrera para la acumulación de una lámina de agua.

**Descripción:** El trazado de las curvas de nivel es una labor que se debe realizar con:

- a) Topógrafo: El trazado de las curvas de nivel con topógrafo se realiza con un nivel topográfico y una regla graduada, principalmente se utiliza para las nivelaciones realizadas con el equipo multilámina o pala niveladora, las cuales deben ser construidas a una diferencia de cota de 2 a 4 cm (taipa) y de 6 – 8 cm (pretilos), realizada con tracción animal o tractor (IMAGEN 16).
- b) Equipo láser: El trazado de las curvas de nivel con sistema láser se utiliza para mejorar la precisión y rapidez de la construcción de estas manteniendo las diferencias de las cotas nombradas anteriormente. La demarcación de estas curvas se realizan con arado surcador tirado por un tractor (IMAGEN 17).

- c) Micronivelación pala láser: la demarcación de las curvas de nivel se realiza en los desniveles o trazados que va dejando la propia labor de la pala láser (IMAGEN 18). Cuando la cancha supera los 15 a 20 metros de ancho se debe realizar una taipa loca por el medio de esta para un mejor manejo del agua.



IMAGEN 16: TOPÓGRAFO REALIZANDO CURVAS DE NIVEL



IMAGEN 17: EQUIPO LÁSER PARA CURVAS DE NIVEL



IMAGEN 18: CURVAS DE NIVEL REALIZADA POR EFECTO DE LA MICRONIVELACIÓN PALA LÁSER



### 3.2.4 CONSTRUCCIÓN DE TAIPAS Y PRETILES

**Objetivo específico:** Construcción de un camellón que sirve como barrera para acumular una lámina de agua al momento del llenado definitivo del potrero.

**Descripción:** Luego del trazado de las curvas de nivel, se debe construir las tapias con el implemento denominado taipadera, el cual se compone de dos cuerpos el tren delantero, conformado por una serie de discos que van de forma perpendicular al enganche de los hidráulicos del tractor -los cuales se pueden regular para un mayor abarcamiento del suelo movido- y el segundo cuerpo compuesto por un rolo de forma cóncava con un ancho de 1,85 mt y una concavidad de 17 cm (IMAGEN 20). En primera instancia, se pasa con los discos del cuerpo delantero del equipo rastreando por sobre la curva de nivel y el rolo lleno de agua a una velocidad de trabajo de 4 km/ hr, para que se produzca un buen acamellonado de la taipa (IMAGEN 19). Cabe señalar que cuando el suelo está recién nivelado con equipo láser, el orden de construcción de la tapias se realiza primero sobre la curva de nivel y posteriormente en la cancha. Cuando esta supera los 15 a 20 metros de ancho, se construye una taipa que se denominada taipa loca. Se realiza este procedimiento ya que las regulaciones de la taipadera son distintas.

Esta labor se debe ejecutar entre otoño y primavera, idealmente en otoño con una altura ideal de la cresta para las tapias que va desde los 15 a 17 cm; para dejar que las lluvias de invierno compacten el suelo bajándola a 12 a 13 cm, para un mejor manejo de cultivo.

IMAGEN 19: TAIPA REALIZADA CORRECTAMENTE



IMAGEN 20: COMPOSICIÓN EQUIPO TAIPADOR

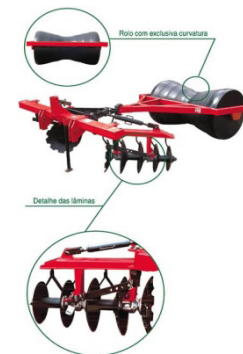
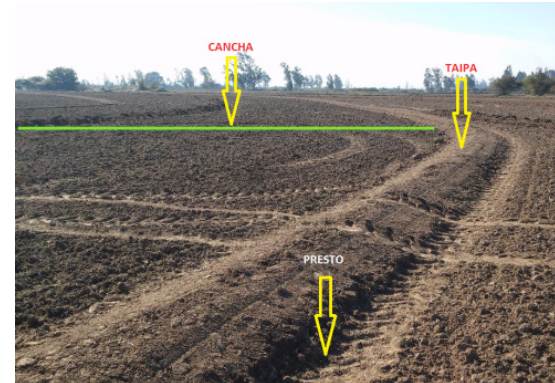


IMAGEN 21: TAIPA INCORRECTA, PRESTO PROFUNDO



IMAGEN 22: UBICACIÓN EN EL POTRERO DE PRESTO, CANCHA Y TAIPA



Para la construcción de los pretilos se utiliza un equipo llamado pejerrey, que va enganchado en el sistema hidráulico del tractor y se demarca por las curvas de nivel ya marcadas anteriormente. La altura es de 30 cm aproximadamente.

### 3.2.5 Drenaje

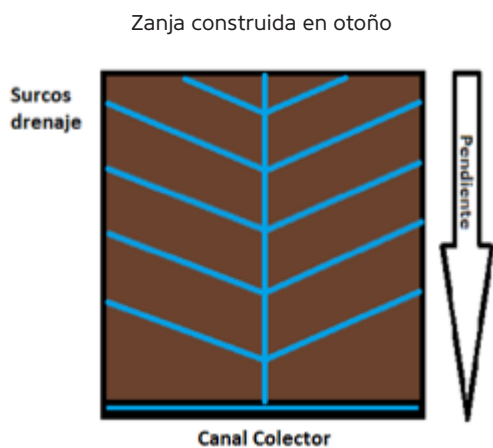
**Objetivo específico:** Permitir el drenaje y la evacuación del agua, producto de las precipitaciones de invierno, para obtener piso más temprano para la siembra. Además se utilizan para realizar los primeros riegos al cultivo.

**Descripción:** Las construcciones de los drenajes (surcos) se realizan en sentido de la pendiente con un implemento que recibe el nombre de zanjadora u otro implemento similar, llamado arado surcador. A su vez, la cantidad de drenajes a realizar dependerá de la pendiente del terreno y de la superficie del potrero (IMAGEN 23).

IMAGEN 23: EQUIPO ZANJADORA REALIZANDO DRENES, LA POTENCIA DEL TRACTOR Y EL TIPO DE SUELO ES LO QUE DETERMINA LA MAYOR O MENOR VELOCIDAD DE TRABAJO



IMAGEN 24: EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENES

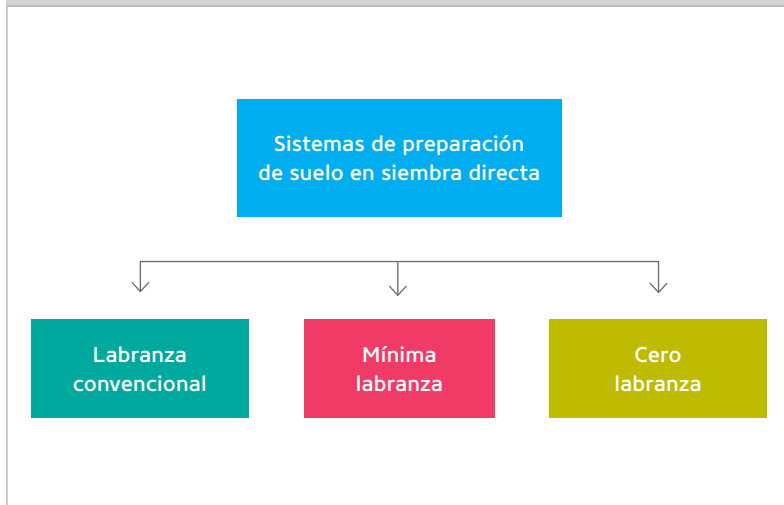




### 3.3 DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE SUELO

Los principales sistemas de preparación de suelo en siembra directa o en seco utilizados en Chile son:

IMAGEN 25: DIAGRAMA DONDE SE MUESTRAN  
LOS DISTINTOS SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE SUELO  
PARA LA SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ



### 3.3.1 Laboreo convencional

El laboreo convencional de suelo es el que comúnmente se utiliza en nuestro país para adoptar el sistema de siembra directa. A continuación se describe en un cuadro resumen de las labores iniciando del año 1 al año 9:

CUADRO 6: RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA (SOBRE TAIPAS Y EN EL CUADRO), CON LABOREO CONVENCIONAL. ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ				
Año de siembra	Labor	Equipo	Práctica	Época
Año 1	Cama de raíces	Rastra tiro	2 Rastraje	Verano – otoño
		Nivelación láser <sup>1</sup>	Nivelación (cota cero)	Otoño- primavera
		Dejadas por láser	Curvas de nivel	Otoño- primavera
		Taipadera o pejerrey	Taipas o pretiles	Otoño- primavera
		Taipadera o pejerrey	Canales de avances	Otoño- primavera
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño- primavera
	Cama de semillas	Rotofresa, vibro cultivador o rastra	Mullimiento del terreno	Primavera
Año 3, 5 y 7	Cama de raíces	Rastra tiro	2 Rastraje	Otoño- primavera
		Multilámina o pala mecánica <sup>2</sup>	Micro nivelación (opcional)	Otoño- primavera
		Topógrafo <sup>2</sup>	Curvas de nivel (opcional)	Otoño- primavera
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño- primavera
		Taipadera o pejerrey	Retoque de taipas o pretiles	Otoño – invierno - primavera
	Cama de Semillas	Rotofresa, vibro cultivador o rastra.	Mullimiento del terreno	Primavera

1 La nivelación láser es fundamental al inicio de la implementación del sistema de siembra directa (taipa o cuadro) y se debe realizar cada 9 años.

2 Practicas opcionales, la micro nivelación depende de cómo quedo el suelo de la temporada anterior.

No es necesario para las curvas de nivel cuando no se destruyen los pretiles o taipas.

Hay que aclarar que se cultiva arroz cada 2 años y las labores del año 1 se repiten al año 9 de cultivo.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 7: ROTACIÓN DE CULTIVO SEGÚN LOS AÑOS DE LABOREO

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Arroz	P. natural	Arroz	P. natural	Arroz	P. natural	Arroz	P. natural	Arroz

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 8: RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA (SOBRE TAIPAS Y EN EL CUADRO), CON LABOREO CONVENCIONAL. MONOCULTIVO DE ARROZ

Año de siembra	Labor	Equipo	Practica	Época
Año 1	Cama de raíces	Rastra tiro	2 Rastraje	Verano – otoño
		Nivelación láser <sup>1</sup>	Nivelación (cota cero)	Otoño- primavera
		Dejadas por láser	Curvas de nivel	Otoño- primavera
		Taipadera o pejerrey	Taipas o pretiles	Otoño- primavera
		Taipadera o pejerrey	Canales de avances	Otoño- primavera
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño- primavera
	Cama de semillas	Rotofresa, vibro cultivador o rastra	Mullimiento del terreno	Primavera
Año 2, 3 y 4	Cama de raíces	Rotovator	2 Rotovator	Invierno
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Invierno - primavera
		Rastra Tiro	Rastraje	Primavera
		Taipadera o pejerrey	Retoque de taipas o pretiles	Invierno - primavera
	Cama de semillas	Rotofresa, vibro cultivador o rastra	Mullimiento del terreno	Primavera

<sup>1</sup> La nivelación láser, es fundamental al inicio de la implementación del sistema de siembra directa (taipa o cuadro), la cual se debe realizar cada 4 años.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Mínima labranza

Este sistema consiste en alterar lo mínimo posible la condición de suelo, con el objetivo de conservar su estructura, reducir la demanda de energía para la producción del cultivo, conservar la humedad y disminuir el arrastre de partículas de suelo y la compactación (al reducir el tráfico de maquinaria sobre el campo). A continuación se presenta un cuadro resumen de los años 1 y 2:

CUADRO 9: RESUMEN DE LABORES PARA SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPAS CON MÍNIMA LABRANZA. ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ				
Año de siembra	Labor	Equipo	Práctica	Época
Año 1	Cama de raíces	Rastra Tiro	2 Rastraje	Verano – otoño
		Nivelación láser <sup>1</sup>	Nivelación (cota cero)	Otoño
		Dejadas por Láser	Curvas de nivel	Otono
		Taipadera o pejerrey	Taipas o pretilos	Otoño
		Taipadera o pejerrey	Canales de avances	Otoño
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño
Año 3, 5 y 7	Cama de Raíces	Rastra tiro	1 - 2 Rastraje	Otoño
		Multilámina o pala mecánica <sup>2</sup>	Micro nivelación (opcional)	Otoño
		Topógrafo <sup>2</sup>	Curvas de nivel (opcional)	Otoño
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño
		Taipadera o pejerrey	Retoque de taipas o pretilos	Otoño

1 La nivelación láser es fundamental al inicio de la implementación del sistema de siembra directa (taipa o cuadro), la cual se debe realizar cada 9 años.

2 Practicas opcionales, la micro nivelación depende de cómo quedo el suelo de la temporada anterior y no es necesario para las curvas de nivel cuando no se destruyen los pretilos o taipas.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Cero labranza

Es un sistema de preparación de suelo en el cual la semilla se coloca en la tierra sin removerla, con una profundidad de siembra que permita una adecuada germinación. Un aspecto a tener en cuenta para que este sistema sea eficiente es la realización de barbecho químico. Esta práctica se recomienda para potreros que hayan estado sin moverse por un periodo de un año o que vengan de un cultivo de arroz.

Para el caso en que el terreno provenga de rastrojo de arroz (monocultivo), queda una gran cantidad de paja sobre la superficie del suelo y este debe ser acondicionado entre los meses de mayo a septiembre. El manejo ideal es retirar una cierta cantidad de paja del terreno (fardos). Sin embargo, esta práctica no se ha realizado en la zona por falta de maquinaria.

Lo que se ha ejecutado es:

- Esparcimiento y picado de la paja: Tiene la dificultad de que queda una gran cantidad de paja sobre el suelo, la cual no se descompone durante el invierno, ocasionando problemas en la siembra (los discos no cortan la paja y la semilla no es enterrada).
- Quema de rastrojos: Los rendimientos son menores en relación a los otros sistemas.

Es necesario realizar una mayor cantidad de ensayos para perfeccionar el sistema de Cero Labranza.

CUADRO 10: RESUMEN DE LABORES PARA LA CERO LABRANZA (LOS SUELOS SE HAN NIVELADOS CON PALA LÁSER UN AÑO ANTES). ROTACIÓN DE CULTIVO ARROZ – PRADERA NATURAL – ARROZ				
Año de siembra	Labor	Equipo	Práctica	Época
Año 1, 3, 5 y 7	Cama de semillas	Topógrafo <sup>2</sup>	Curvas de nivel (opcional)	Otoño
		Zanjadora o arado surcador	Drenajes	Otoño
		Taipadera o pejerrey	Retoque de taipas o pretiles	Otoño

<sup>2</sup> Practicas opcionales, las curvas de nivel cuando no se destruyen los pretiles o taipas no es necesario.

Fuente: Elaboración propia

Al partir del noveno año, se sugiere realizar la preparación de suelos y micronivelación pala láser, debido a la compactación de suelo.

## 4. SIEMBRA



## 4.1 TIPOS DE SIEMBRAS

El sistema de siembra tradicional que se utiliza en el país es el voleo, lo que puede ser efectuado de forma manual o por avión. Para ambos métodos, la semilla debe ser pregerminada, es decir, embebida en agua por alrededor de dos días y mantenida fuera del agua por un día o más para estimular la aparición del coleóptilo.

El sistema de siembra directa en arroz se basa en colocar la semilla directamente en suelo. Se puede sembrar bajo la modalidad “sobre taipa” o “dentro del cuadro” (pretil).

### 4.1.1 Siembra manual

En el método de siembra manual, la semilla es distribuida sobre el suelo con lámina de agua, caminando por el arrozal o sobre un caballo. Este sistema presenta las siguientes dificultades;

- Sistema de siembra lento, requiere gran cantidad de mano de obra para su ejecución.
- Poca uniformidad de siembra, lo que ocasiona disparidad en cuanto a la cantidad de plantas/m<sup>2</sup>.
- Pérdidas de semillas por consumo de aves.
- Mala germinación (almidonamiento) por bajas temperaturas debido a altura de lámina de agua y turbiedad de esta.

### 4.1.2 Siembra por avión

El método de siembra por avión resulta ser más rápido, utiliza menor cantidad de semillas y reduce el uso de mano de obra y tiempo de trabajo. Sin embargo, requiere que el agricultor deba tener preparado el suelo e inundado al momento de la siembra (Alvarado y Hernaíz, 2007). No todos los agricultores pueden tener acceso a este sistema dado la falta de diseño predial para la operación del avión, falta de prestadores de servicio y el poco interés generado por superficies menores de siembra (superficies menores a 15 hectáreas).

### 4.1.3 Siembra directa

El método de siembra directa, como su nombre lo indica, se basa en sembrar directamente sobre el suelo con máquina sembradora, que dosifica la semilla en la cantidad determinada y la coloca en el suelo de forma de otorgarle las condiciones para la correcta germinación y posterior implantación del cultivo (profundidad, humedad, contacto suelo semilla y distribución sobre el terreno). Además, permite la aplicación de fertilizantes u otros insumos agrícolas, en una determinada tasa o cantidad por hectárea.

Para el método de siembra directa, se usan máquinas sembradoras en líneas o de grano fino (IMAGEN 26), las cuales entregan las semillas en un flujo continuo a través de los dosificadores, cuando las líneas están separadas en forma equidistante.

IMAGEN 26: MÁQUINA SEMBRADORA ACCIONADA EN LÍNEAS ACCIONADA POR TRACTOR EJECUTANDO SIEMBRA DIRECTA DE ARROZ



IMAGEN 27: CONDICIÓN DE SUELO MULLIDO SOBRE EL CUAL SE PUEDE UTILIZAR SEMBRADORA CONVENCIONAL



De acuerdo a la condición de laboreo o preparación de suelos (sistema de labranza) en el sistema de siembra directa, existen 2 tipos de máquinas sembradoras;

A. Sembradoras convencionales: Para poder asegurar una siembra adecuada, esta sembradora requiere un cierto grado de laboreo o preparación de suelos, es decir, que el suelo se encuentre bien mullido (IMAGEN 27).

B. Sembradoras Cero Labranza: Se usa en suelos que no han sido labreados o que tienen un laboreo mínimo, incluso con algunos terrones.

#### 4.1.3.1 Fechas de siembra

La fecha de siembra afecta el rendimiento potencial del cultivo, por lo tanto la época adecuada de ejecución de esta labor se debe planificar evitando la probabilidad de ocurrencia de bajas temperaturas durante la fase reproductiva del cultivo, es decir, haciendo coincidir esta fase con el periodo de mayor radiación solar. Además, bajo condiciones ideales de radiación solar, la fertilización nitrogenada posee una mayor eficiencia y por ende es posible obtener una alta del productividad del cultivo.



Las fechas de siembra ideales para siembra directa son las efectuadas entre el 20 de septiembre al 15 de octubre, considerando que bajo condiciones edafoclimáticas adecuadas la emergencia de la semilla demorara entre 10 a 15 días.

Para lograr lo anterior y sembrar en las fechas ideales, lo fundamental es mantener un drenaje adecuado del terreno (ocurrencia de lluvias a fines de invierno y primaverales), con la finalidad de mantener las condiciones de humedad adecuadas (consistencia de suelo friable) y permitir el ingreso de la maquinaria agrícola para efectuar la preparación de suelos, aplicación de herbicidas y la entrada de la máquina sembradora al predio (IMAGEN 28 Y 29).

IMAGEN 28: SIEMBRA SOBRE SUELO CON EXCESO DE HUMEDAD (DRENAJES DEFICIENTES)



IMAGEN 29: SIEMBRA SOBRE SUELO CON CONDICIONES ADECUADAS DE HUMEDAD



#### 4.1.3.2 Profundidad de siembra

La profundidad de siembra determinará la población del cultivo, es decir, las plantas/m<sup>2</sup>, lo que corresponde al primer componente de rendimiento en el cultivo de arroz. La profundidad de siembra adecuada es de 2 a 3 cm de profundidad (IMAGEN 30). De esta manera se asegura una rápida absorción de agua por parte de la semilla, contacto con el suelo con la finalidad de obtener una rápida y adecuada germinación. La profundidad de siembra se puede regular a través de los limitadores de profundidad que poseen las sembradoras.

IMAGEN 30: PROFUNDIDAD DE SIEMBRA ADECUADA



#### 4.1.3.3 Tipo de semilla

Referente al tipo de semilla a utilizar, lo recomendable es usar semilla certificada en la mayor parte de la superficie a sembrar, ya que su uso posee las siguientes ventajas, entre otras:

- Pureza varietal
- Semillas libres de impurezas, plagas y enfermedades
- Mayor vigor y poder germinativo
- Alto potencial de rendimiento
- Uso de menores dosis de semilla por hectárea

#### 4.1.3.4 Dosis de semilla

La dosis de semilla que se utiliza normalmente en el sistema pre-germinado va desde los 150 kg/ha o más para siembras

al voleo manual, incluso llegando a usar hasta 200 kg/ha en algunos casos. Mientras tanto, en siembras por avión, se usan dosis que van desde los 120 hasta los 140 kg/ha (Alvarado y Hernaiz, 2007).

En el caso del sistema de siembra directa, de acuerdo a lo evaluado en nuestro país, se deben usar dosis entre 130 a 145 kg de semilla/ha. La dosis de semilla a utilizar está relacionada con la variedad, calidad de la semilla y condiciones edafoclimáticas. El cálculo de la dosis de semilla adecuada se puede realizar a través de la siguiente fórmula (adaptada de: INTA – Actualización técnica N°58, febrero 2011):

$$\text{Dosis de semilla (kg/ha)} = \frac{\text{PMG} \times \text{pl/m}^2 \times 10.000}{\%P \times \%PG \times \% \text{Logro}}$$

**Dónde:**

*PMG = Peso 1000 granos (g)*

*pl/m<sup>2</sup> = Plantas/m<sup>2</sup>*

*10.000 = Factor para conversión de unidades*

*% P = Porcentaje de pureza*

*% PG = Poder germinativo*

*% Logro = Porcentaje de plantas que pueden ser parte del rendimiento (población final)*

Cabe mencionar que tanto el porcentaje de pureza (% P) y poder germinativo (% PG), para el caso de semillas certificadas, pueden ser extraídos desde el Certificado Final Nacional otorgado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el cual debe ser entregado al momento de la comercialización de este tipo de semillas.

#### Ejemplo de cálculo de dosis de semilla

Datos:

PMG = 35 g (Peso 1000 granos paddy Variedad “Cuarzo-INIA”)

pl/m<sup>2</sup> = 275 plantas/m<sup>2</sup>

10.000 = Factor para conversión de unidades

%P = 99,1 %

%PG = 90 %

% Logro = 80 %

Desarrollo:

$$\text{Dosis de semilla} = \frac{\text{PMG} \times \text{pl/m}^2 \times 10.000}{\%P \times \%PG \times \% \text{ Logro}}$$

$$\text{Dosis de semilla} = \frac{35 \times 275 \times 10.000}{99,1 \times 90 \times 80}$$

$$\text{Dosis de semilla} = 135 \text{ kg/ha}$$

#### **4.1.3.5 Calibración y regulación maquinaria sembradora**

Debido a que se presentan variaciones de calibre y peso tanto en semillas de arroz en sus diferentes variedades (incluso dentro de las mismas) y fertilizantes usados en el cultivo, se debe verificar la dosis de entrega de estos mediante un ensayo de calibración.

#### Materiales necesarios para la calibración

- Tractor y sembradora
- Semilla y/o fertilizantes
- Cinta de medir

- Balanza electrónica
- Bolsas plásticas
- Ligas o cinta amarre
- Calculadora

#### Pasos de calibración

1. Determinar la cantidad de semilla o fertilizante por hectárea (dosis/ha)
2. Determinar el ancho del área de calibración (separación de hileras)
3. Determinar el largo del área de calibración (distancia recorrida)
4. Calcular de acuerdo a las siguientes fórmulas:

a) Área calibración = Separación de hileras (m) x Distancia recorrida (m)

b) La dosis por hectárea (semillas o fertilizantes) o la cantidad a recolectar en los dosificadores esta dado de acuerdo a la siguiente expresión:

Área calibración (m<sup>2</sup>) ----- Promedio kg

10.000 m<sup>2</sup>/ha ----- Dosis (kg/ha)

#### Metodología de calibración

1. Desconectar los tubos de bajada de los dosificadores de semilla y/o fertilizantes y colocar las bolsas, enumerando cada una de estas.

2. Avanzar la distancia definida para la calibración.
3. Retirar las bolsas de los tubos de bajada.
4. Pesar las semillas recolectadas por bolsas y obtener el promedio de estas. Si el promedio posee sobre un 7,5% de variación con respecto a la cantidad calculada entregada por bolsa, se debe regular la apertura de los rodillos o la velocidad de giro de las roldanas según el sistema que se esté utilizando, realizando nuevamente el proceso de calibración.

#### Ejemplo de calibración

Datos:

Dosis de semilla = 135 kg/ha.

Separación de hileras = 17 cm (0,17 m).

Distancia recorrida = 100 m.

Desarrollo:

Área calibración = 0,17 m x 100 m

Área Calibración = 17 m<sup>2</sup>

Área calibración (m<sup>2</sup>) ----- Promedio kg

10.000 m<sup>2</sup>/ha ----- Dosis (kg/ha)

17 m<sup>2</sup> ----- Promedio kg

10.000 m<sup>2</sup>/ha ----- 135 kg/ha

X (Promedio kg) = 0,2295 (229,5 g)

Para lograr una dosis cercana a los 135 kg de semilla/ha, se debe recolectar en promedio 229,5 g por bolsa, con un rango que puede variar entre 212 a 246 g por bolsa (hasta 7,5 % de variación).

#### **4.1.3.6 Puntos de chequeo durante siembra directa**

La labor de siembra posee suma importancia sobre la productividad del cultivo de arroz. Por ello, se deben chequear o controlar principalmente los siguientes puntos durante su ejecución:

- a) Profundidad de siembra: Se debe regular a través de los abresurcos y limitadores de profundidad.
- b) Dosificación de la semilla y fertilizantes: Mediante el correcto funcionamiento de los dosificadores y la calibración de la maquinaria sembradora.
- c) Contacto de la semilla con el suelo: Determinado por los tapadores y la condición de humedad del terreno.

Al final de la jornada de trabajo, se debe revisar principalmente los siguientes componentes de la sembradora:

- a) Tuercas y pernos: Verificar su estado o requerimientos de reemplazo.
- b) Tolvas: Controlar su estado y limpieza y eliminar los restos de semilla y fertilizantes.
- c) Dosificadores: Para controlar las tolvas, deben estar vacías, girando los dosificadores en sentido del giro de trabajo para que estén más livianos. En caso contrario se deben desarmar y limpiar los componentes, para posteriormente verificar su estado.
- e) Engrasar y lubricar los componentes de acuerdo a la recomendación del fabricante.

## 5. FERTILIZACIÓN



Por años, la fertilización en el cultivo de arroz se ha realizado en forma manual (a caballo y a pie), avión y con trompo abonador, la cual se lleva a cabo en dos parcializaciones. La primera, para la aplicación de fósforo, potasio y parte del nitrógeno, la cual se debe incorporar en el último rastraje antes de siembra, lo que trae como resultado:

- Pérdida de nutrientes especialmente de nitrógeno por volatilización, desnitrificación y lixiviación.

Y una segunda aplicación, principalmente de nitrógeno, se debe realizar cuando la planta está en plena macolla, entre los 40 y 50 días después de siembra, lo que trae como consecuencia:

- Aplicaciones tardías, cuando las plantas ya definieron el número de macollos
- Aplicación del fertilizante sobre la lámina de agua, disminuyendo la eficiencia de utilización del nitrógeno por la planta.

## 5.1 ANÁLISIS DE SUELO

El análisis de suelo es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo, que se debe repetir al menos cada tres cultivos en el mismo potrero. Para ello, es de fundamental importancia que el muestreo del suelo esté bien realizado a fin de que los resultados sean representativos del potrero.

## 5.2 ENCALADO

Los suelos ácidos requieren el agregado de Ca y Mg para mejorar su pH y la disponibilidad de estos nutrientes, además en forma indirecta mejorar la Capacidad de Intercambio Catiónico

(CIC). El suelo es más fértil cuanto mayor es la CIC. Cuando el suelo se inunda, algunos nutrientes sufren variaciones en sus propiedades químicas (pasan del estado oxidado al reducido), el cambio es mayor cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica sin descomponer en el suelo y cuanto mayor sea el tiempo de anegamiento transcurrido. (Guía de buenas prácticas agrícolas, para el cultivo de arroz en Corrientes, INTA y ACAPA, 2008).

En siembra directa, la inundación se realiza entorno de los 30 días después de siembra, cuando el arroz posee de 2 a 3 hojas por lo tanto las condiciones más adecuadas de pH de suelo se producen después de inundación.

Esta práctica utiliza productos que actúan como agentes de corrección de la acidez del suelo, como fuentes de calcio y magnesio para las plantas, el más usado es carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). La necesidad de realizar el encalado y la dosis a utilizar serán dadas por el análisis de suelo realizado y la época de aplicación recomendada es durante el otoño (4 a 5 meses antes de siembra).

## 5.3 NITRÓGENO (N)

El nitrógeno es el nutriente que más limita la producción de arroz, afecta todos los parámetros que contribuyen al rendimiento. El N es requerido durante todo el periodo de crecimiento, pero la mayor demanda se presenta entre el inicio y mediados del macollamiento y al inicio de la diferenciación del primordio floral (Guía de buenas prácticas agrícolas, para el cultivo de arroz en Corrientes, INTA y ACAPA, 2008).

Las dosis recomendada de nitrógeno es de 90 – 120 kg N/ha. Para su aplicación se ha comprobado que en siembra directa deben realizarse tres parcializaciones de Nitrógeno:

1. La primera parcialización se realiza a la siembra donde se debe aplicar desde un 5% a 10% del nitrógeno total. La forma de aplicación es junto con la sembradora.
2. En inicio de macolla (alrededor de los 30 días después de siembra), es cuando se aplica la segunda parcialización con un 60% a 70% del nitrógeno total. Debe realizarse en suelo seco con plantas de arroz de 2 a 3 hojas para, luego de la aplicación, no esperar más de tres días antes de realizar la inundación (mantener una lámina de agua permanente para evitar pérdidas de nitrógeno). De esta manera, el N aplicado con el fertilizante reduce pérdidas (volatilización y desnitrificación) ya que el agua que infiltra solubiliza y arrastra la urea hasta la zona radicular, poniendo el N en la solución del suelo en disponibilidad inmediata y bajo condiciones estables (Guía de buenas prácticas agrícolas, para el cultivo de arroz en Corrientes, INTA y ACAPA, 2008). Aplicación en suelo seco aumenta el porcentaje de absorción por la planta hasta en 70% a diferencia de colocarlo en suelo barroso que es de un 38% y en agua de un 31% (FLAR en el marco de la implantación de siembra directa sobre taipa en Chile, Carmona y Dotto, 2015 al 2017). La cantidad de nitrógeno aplicado sumando ambas parcializaciones es del 65% al 80% del Nitrógeno total, en esta parcialización. Forma de aplicación es al voleo con trompo abonador o en forma manual.
3. La tercera aplicación de nitrógeno se debe realizar en Inicio de Panícula (alrededor de los 50 a 60 días después de siembra), donde se debe aplicar entre un 20% a 35% del nitrógeno total completando la aplicación de nitrógeno para el cultivo. La aplicación es al voleo de forma manual sobre la lámina de agua.

IMAGEN 31: APLICACIÓN DE FERTILIZANTES A LA SEMBRADORA



IMAGEN 32: DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES EN SEMBRADORAS



IMAGEN 33: REGULACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES





IMAGEN 34: SEGUNDA PARCIALIZACIÓN: FERTILIZANTE NITROGENADO (UREA) EN SUELO SECO



IMAGEN 35: APLICACIÓN CON TROMPO SEGUNDA PARCIALIZACIÓN



IMAGEN 36: INUNDACIÓN DEL CULTIVO ANTES DE LOS TRES DÍAS DESPUÉS DE LA SEGUNDA PARCIALIZACIÓN



IMAGEN 37: TERCERA PARCIALIZACIÓN: INICIO DE PANÍCULA



#### 5.4 FÓSFORO (P)

Sus principales funciones son el transporte, almacenamiento de energía y el mantenimiento de la integridad de la membrana celular de los tejidos de la planta. El P es móvil dentro de la planta, se absorbe y se mueve hacia las hojas jóvenes en crecimiento. Promueve el macollamiento, el desarrollo de la raíz, la floración temprana y la maduración. El P es particularmente importante en las primeras fases de crecimiento. Las dosis de fósforo es de 60 kg  $P_2O_5$  / ha., la cual debe aplicarse toda a la siembra junto con la sembradora o al voleo en forma manual o con trompo abonador, antes de siembra (sobre el suelo o incorporada con la última labor de preparación de suelo), dependiendo del método de siembra a utilizar.

## 5.5 POTASIO

El potasio (K) es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos en la planta. Entre estos se pueden mencionar que regula la transpiración por los estomas, transporte de asimilados (producto de la fotosíntesis) hacia el grano; fortalece las paredes celulares; incrementa el área foliar y el contenido de clorofila; retrasa la senescencia; y aumenta el número de granos por panícula. Las dosis de potasio para el cultivo del arroz es de 60 - 80 kg  $K_2O$  / ha. Las aplicaciones de potasio se pueden realizar en la siembra en la sembradora o al voleo con trompo abonador o manual, antes de siembra o después de siembra hasta antes de inundación.

IMAGEN 38: APLICACIÓN DE POTASIO CON TROMPO ANTES DE SIEMBRA



## 5.6 TABLA RESUMEN DE LA FERTILIZACIÓN QUE DEBIERAN UTILIZAR LOS PRODUCTORES

A continuación se muestra un ejemplo de mezcla para ser utilizada a la sembradora, que cumple con las parcializaciones y dosis de nutrientes recomendadas. Es cierto que la mezcla recomendada no existe actualmente en el comercio, pero esta puede ser solicitada al distribuidor y así realizar un mejor manejo de fertilización.

CUADRO 11: RESUMEN FERTILIZACIÓN RECOMENDADA

Producto comercial (N-P-K)	Dosis producto comercial (kg/ha)	Forma de aplicación	Siembra (kg/ha)			Inicio de macolla (kg/ha)			Inicio de panícula (kg/ha)			Total		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Mezcla (2-22-25)	280	Sembradora	5,6	61	70							116	62	70
Urea (46-0-0)	170	Trompo				78								
Urea (46-0-0)	70	Voleo							32					

Fuente: Elaboración propia

### 5.6.1. Opción 1

A continuación se entregan las tablas resumen de fertilización con productos comerciales según recomendación (en todas las opciones se cumple con los kg de N-P-K recomendado).

CUADRO 12: OPCIÓN 1 DE FERTILIZACIÓN

Producto comercial (N-P-K)	Dosis producto comercial (kg/ha)	Forma de aplicación	Siembra (kg/ha)			Inicio de macolla (kg/ha)			Inicio de panícula (kg/ha)			Total		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Fosfato diamónico (18-46-0)	130	Sembradora	23	60								106	60	60
Muriato de potasio (0-0-60)	100	Trompo			60									
Urea (46-0-0)	100	Trompo				46								
Urea (46-0-0)	80	Voleo							37					

Fuente: Elaboración propia

El nitrógeno se parcializa en tres, a la siembra se aplica 22% (recomendado hasta un 10%) y en inicio de macolla un 43% sumando entre ambas un 65% del nitrógeno total, la tercera aplicación corresponde a un 35%. Fósforo y potasio se aplicará su totalidad a la siembra.

### 5.6.2. Opción 2

CUADRO 13: OPCIÓN 2 DE FERTILIZACIÓN														
Producto comercial (N-P-K)	Dosis producto comercial (kg/ha)	Forma de aplicación	Siembra (kg/ha)			Inicio de macolla (kg/ha)			Inicio de panícula (kg/ha)			Total		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Mezcla (9-40-12)	150	Sembradora	14	60	18							106	60	78
Muriato de potasio (0-0-60)	100	Trompo			60									
Urea (46-0-0)	120	Trompo				55								
Urea (46-0-0)	80	Voleo						37						

Fuente: Elaboración propia

El nitrógeno se parcializa en tres, a la siembra se aplica 13% (recomendado hasta un 10%) y en inicio de macolla un 52% sumando entre ambas un 65% del nitrógeno total, la tercera aplicación corresponde a un 35%. Fósforo y potasio se aplicará su totalidad a la siembra.

### 5.6.3. Opción 3

CUADRO 14: OPCIÓN 3 DE FERTILIZACIÓN														
Producto Comercial (N-P-K)	Dosis producto Comercial (kg/ha)	Forma de aplicación	Siembra (kg/ha)			Inicio de Macolla (kg/ha)			Inicio de Panícula (kg/ha)			Total		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Mezcla (5-33-12)	190	Sembradora	9,5	62,7	22,8							106	63	63
Mezcla (30-0-20)	200	Trompo				60		40						
Urea (46-0-0)	80	Voleo							36,8					

Fuente: Elaboración propia

El nitrógeno se parcializa en tres, a la siembra se aplica 9% y en inicio de macolla un 56% sumando entre ambas un 65% del nitrógeno total, la tercera aplicación corresponde a un 35%. Fósforo el 100% a la siembra y el potasio 36% a la siembra y el 64% en inicio de macolla.

### 5.6.4. Opción 4

CUADRO 15: OPCIÓN 4 DE FERTILIZACIÓN														
Producto comercial (N-P-K)	Dosis producto comercial (kg/ha)	Forma de aplicación	Siembra (kg/ha)			Inicio de macolla (kg/ha)			Inicio de panícula (kg/ha)			Total		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Mezcla (15-22-22)	280	Sembradora	42	62	62							111	62	62
Urea (46-0-0)	100	Trompo				46								
Urea (46-0-0)	50	Voleo							23					

Fuente: Elaboración propia

El nitrógeno se parcializa en tres, a la siembra se aplica 38% (recomendado hasta un 10%) y en inicio de macolla un 41% sumando entre ambas un 79% del nitrógeno total, la tercera aplicación corresponde a un 21%. Fósforo y potasio se aplicará su totalidad a la siembra.

Las opciones dos y tres son una buena alternativa de fertilización, ya que cumplen con la parcialización de nutrientes. Las opciones uno y cuatro no cumplen adecuadamente con la cantidad de nitrógeno a la siembra, pero a pesar de esto, durante estas tres temporadas de siembra directa, las fertilizaciones probadas entregaron buenos resultados.

La dosis máxima que se puede utilizar en la sembradora es de 100 kg de muriato de potasio, para evitar posibles problemas de germinación (FLAR en el marco de la implantación de siembra directa sobre taipa en Chile, Carmona y Dotto, 2015 al 2017). La fertilización de base se realiza generalmente con fosfato diamónico junto con la siembra en la misma línea a una dosis de 100 Kg/ha., una dosis mayor de fertilizante podría producir, una situación de sequía, la deshidratación del embrión, por un problema de presión osmótica (PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE ARROZ Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 - Argentina Elaborado por Ing. Agr. Sofía Olmos Fecha de actualización: 18-10-06). Las anteriores aseveraciones no se han podido comprobar en las siembras realizadas durante estas tres temporadas en el país, principalmente porque se realizó un riego de germinación después de siembra lo cual evita posibles problemas de deshidratación de la semilla.





## 6. CONTROL DE MALEZAS

Las malezas en el cultivo de arroz en Chile es el factor de producción más importante, ya que limita los rendimientos.

### 6.1 PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZAS

Las principales malezas asociadas al cultivo de arroz en sistema pre germinado se describen en el Cuadro N°16. Con la introducción de la siembra directa, han aparecido y tomado importancia otras malezas que a continuación se mencionan.

CUADRO 16: PRINCIPALES MALEZAS EN EL CULTIVO ARROZ EN CHILE, AGRUPADAS POR FAMILIA









Familia	Nombre común	Nombre científico	Ciclo	Reproducción
Poaceae	Hualcacho común	<i>Equinochloa crusgalli var. cruz-galli</i>	Anual	Semillas
	H. blanco o nortino	<i>Equinochloa oryzoides</i>	Anual	Semillas
	H. negro o morado	<i>Equinochloa crusgalli var. mitis</i>	Anual	Semillas
	Hualcacho morado	<i>Equinochloa colona</i>	Anual	Semillas
	Hualcacho blanco	<i>Equinochloa cruz-pavonis</i>	Anual	Semillas
	Chépica	<i>Paspalum distichum</i>	Perenne	Semillas, estolones, rizomas
Cyperáceae	Cortadera	<i>Cyperus difformis</i>	Anual	Semillas

CUADRO 16: PRINCIPALES MALEZAS EN EL CULTIVO ARROZ EN CHILE, AGRUPADAS POR FAMILIA

Familia	Nombre común	Nombre científico	Ciclo	Reproducción
	Pasto cabezón	<i>Schoenopletus mucronatus</i>	Perenne	Semillas, rizomas
	Totorilla / Junco	<i>Eleocharis palustris</i>	Perenne	Semillas, rizomas
Alismatacea	Hualtata	<i>Alisma plantago – aquatica</i>	Perenne	Semillas, bulbos
	Hualtata	<i>Alisma lanceolatum</i>	Perenne	Semillas, bulbos
	Lengua de vaca	<i>Sagittaria montevidensis spp. chilensis</i>	Perenne	Semillas, rizomas
Onagraceae	Pasto de la rana	<i>Lutwigia peploides ssp. montevidensis</i>	Perenne	Semillas, estolones
<b>Aparición más frecuente en siembra directa</b>				
Poaceae	Cola de buey	Bearded meadow grass		
		<i>Eragrotis pilosa</i>	Perenne	Semillas
		<i>Lachnagrostis filiformis</i>		
		<i>Leptochloa spp.</i>	Anual	Semillas
Polygonum	Duraznillo	<i>Polygonum persicaria</i>	Anual	Semillas
Lythraceae	Hierba del toro	<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Anual	Semillas

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 17: IMÁGENES DE PRINCIPALES MALEZAS DEL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Plántula	Adulto
Poaceae	Hualcacho común	<i>Equinochloa crusgalli var. cruz-galli</i>		
	Chépica	<i>Paspalum distichum</i>		
Cyperáceae	Cortadera	<i>Cyperus difformis</i>		
	Pasto cabezón	<i>Schoenopletus mucronatus</i>		
	Totorilla / Junco	<i>Eleocharis palustris</i>		

CUADRO 17: IMÁGENES DE PRINCIPALES MALEZAS DEL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Plántula	Adulto
Alismatacea	Hualtata	<i>Alisma plantago – aquatica</i>		
	Hualtata	<i>Alisma lanceolatum</i>		
	Lengua de vaca	<i>Sagittaria montevidensis spp. Chilensis</i>		
Onagraceae	Pasto de la rana	<i>Lutwigia peploides ssp. Montevidensis</i>		

CUADRO 17: IMÁGENES DE PRINCIPALES MALEZAS DEL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Plántula	Adulto
Aparición más frecuente en siembra directa				
Poaceae	Cola de buey	Bearded meadow grass		
Polygonum	Duraznillo	<i>Polygonum persicaria</i>		

Fuente: Elaboración propia

## 6.2 MÉTODOS Y MANEJOS DE CONTROL

El sistema de siembra en Chile se basa principalmente en el sistema pre germinado, donde el control de malezas se efectúa principalmente en post emergencia generalmente con alta presión de malezas presentes, las cuales son controladas generalmente con 1 o 2 aplicaciones de herbicidas. Hay un gran número de malezas que se escapa del control de estas aplicaciones por los siguientes motivos:

- Al momento del control, hay malezas adultas y otras que aún no han germinado.
- Presencia de malezas con estructuras vegetativas de reserva como estolones, bulbos y rizomas.
- No hay control de malezas sobre los pretilles.
- Resistencia de ciertos ecotipos a determinados herbicidas

Esto produce contaminación de los campos y una alta densidad de semilla en los suelos.

Considerando que el sistema de siembra directa ha ido aumentando su área cultivada, se puede realizar un control integrado de malezas o usar estrategias de manejo de control como:

- Control o manejo cultural (es un conjunto de acciones, mejoras o manejos para el control de malezas).
- Control químico
  - Pre-siembra o barbecho químico
  - Pre – emergencia (punto de aguja)
  - Post – emergencia

### 6.2.1. Control cultural

Las principales medidas para el control de malezas son las siguientes:

- a. Semillas de arroz libres de malezas
- b. Siembra directa cero labranza: Son siembras que se realizan sobre rastros o con un año de descanso, donde se realiza uno o más barbechos. La aparición de malezas se reduce significativamente por el hecho de que el suelo no es invertido o movido, por lo que no hay semillas viables hacia la capa superficial del suelo.
- c. Siembra directa con mínima labranza: En este caso, la preparación de suelo se realiza en otoño, lo que estimula la germinación de malezas, que posteriormente son controladas con sucesivos barbechos químicos y herbicidas pre emergentes.
- d. Prevención: Impedir la entrada de semillas de malezas al

predio a través de trampas de semillas en canales de riego, limpieza de calzados y equipos agrícolas, limpieza de canales de riego, rotación de cultivos y evitar que entre agua de riego a los suelos en descanso para que no ocurra desarrollo de malezas.

- e. Siembra de toda el área (siembra sobre taipa), para impedir el desarrollo de malezas en superficies no cultivadas, como por ejemplo en pretilos.
- f. Control mecánico, mediante la labranza del suelo antes de siembra, que se efectúa con rastra o rotofresa. Pero hay que tener la precaución de que cuando hay presencia de malezas con estructuras vegetativas de propagación (rizomas, estolones, bulbos), este método no las controla sino que, al contrario, produce una propagación de la maleza en el terreno.
- g. Lámina de agua: Al tener un sistema por inundación, todas las malezas que no se adapten a estas condiciones son controladas.

### 6.2.2. Control químico

El control químico, con uso de herbicidas, es el método más utilizado debido a su eficacia y técnica de aplicación.

En el sistema pre germinado, las aplicaciones se realizan principalmente:

- En forma manual con bomba de espalda.
- Con avión, que produce derivas del producto.
- En menor escala, con pulverizadora acoplada a un tractor con rueda lenteja o hortalicera.

- Con drones, técnica actualmente en etapa de validación.

En la siembra directa se puede obtener un mejor control de malezas por la posibilidad de realizar mejores aplicaciones con el equipo pulverizador conectado al tractor (volumen de agua y cobertura) en los primeros estados del cultivo.

CUADRO 18: HERBICIDAS DISPONIBLES EN CHILE PARA EL CULTIVO DE ARROZ, AGRUPADOS SEGÚN SU MECANISMO DE ACCIÓN. (*ALGUNOS AÚN SIN REGISTROS SAG).				
Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis Lt/ha Producto comercial	Época de aplicación	Malezas controladas
<b>Inhibidores de EPSPs</b>				
Glifosato	Varios	1,5 - 6	Pre-siembra, Pre-emergencia	Las presentes. Control no selectivo
<b>Inhibidores síntesis de carotenoides</b>				
Clomazone	Dakota 48 EC, Command*	0,5 – 1	Pre-emergencia	Hualcacho
<b>Inhibidores crecimiento (mitosis)</b>				
Pendimetalina	Espada*, Spectro*, Herbadox*	2,5 - 3	Pre-emergencia	Hualcacho
<b>Inhibición Ac Grasos</b>				
Molinate	Brioso / Molirox	4 - 6	Post-emergencia	Hualcacho
<b>Inhibidores de ALS</b>				
Penoxsulam	Ricer	0,16 – 0,21	Post-emergencia	Hualcacho, Hualtata
<b>Reguladores de crecimiento</b>				
Rinskor	Loyant	1,2	Post-emergencia	Hualcacho, Hualtata, Cortadera
Quinclorac	Facet	1 – 2	Post-emergencia	Hualcacho
Quinclorac	Exocet	0,8 – 1,8	Post-emergencia	Hualcacho
MCPA	MCPA, U-46 M-Fluid	0,2 - 1,2	Post-emergencia	Hualtata, Lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Triclopyr	Garlon* 4	0,6 – 0,8	Post-emergencia	Pasto cabezón

**CUADRO 18: HERBICIDAS DISPONIBLES EN CHILE PARA EL CULTIVO DE ARROZ,  
AGRUPADOS SEGÚN SU MECANISMO DE ACCIÓN. (\*ALGUNOS AÚN SIN REGISTROS SAG).**

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis Lt/ha Producto comercial	Época de aplicación	Malezas contraladas
<b>Inhibición de la fotosíntesis</b>				
Bentazone	Basagran / Bentax	1 – 1,6	Post-emergencia	Hualtata, lengua de vaca, cortadera, pasto cabezón
Saflufenacilo	Heat	60 – 100 gr	Post-emergencia	Hualcacho, hualtata, cortadera, pasto cabezón
<b>Inhibición de ACCasa</b>				
Cyhalofop – Butilo	Clincher	1 – 2,5	Post-emergencia	Hualcacho

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2.1. Métodos de aplicación

a. **Pre-siembra o barbecho químico:** Estas aplicaciones se utilizan antes de siembra. Se utiliza en sistemas de siembra directa con o sin labranza.

– Época: Otoño, invierno y comienzos de primavera

– Productos:

**CUADRO 19: HERBICIDAS UTILIZADOS EN PRE SIEMBRA O BARBECHO QUÍMICO**

Ingrediente activo	Nombre común	Dosis (lt/ha)	Observaciones
Glifosato	Roundup 48%, Rango 480, Roundup Ultramax, Rango 75 WG, Rango Full, Roundup Full II, Tounchdown IQ, Contador, Panzer Gold, Orion 48 L	2 – 6	Realizar el control con malezas de 2 a 4 hojas. Utilizar agua limpia
En mezcla			
2,4 D	Esteron Ten Ten	0,4 – 0,5	
Fluroxipir-meptil	Starane Xtra	0,4 – 0,5	



CUADRO 19: HERBICIDAS UTILIZADOS EN PRE SIEMBRA O BARBECHO QUÍMICO

Ingrediente activo	Nombre común	Dosis (lt/ha)	Observaciones
Saflufenacil	Heat	50 – 80 gr	
MCPA	MCPA, U-46 M-fluid	0,4 – 1	Con algunos glifosatos hay incompatibilidad.

Fuente: Elaboración propia

IMAGEN 39: BARBECHO QUÍMICO CON/SIN



**IMAGEN 40: BARBECHO QUÍMICO MAL REALIZADOS**



**IMAGEN 41: OPORTUNIDAD DE REALIZAR EL BARBECHO QUÍMICO, NO REALIZAR CON MALEZAS ADULTAS**



## Métodos de aplicación

IMAGEN 42: BOMBA DE ESPALDA PULVERIZADORA



IMAGEN 43: TRACTOR



IMAGEN 44: DRONE





#### – Recomendaciones

- La dosis de glifosato va a depender del desarrollo de la maleza, densidad y tipo de malezas presentes. Se debe aplicar dosis más alta con malezas adultas, cubrimiento total del suelo y presencia de malezas con órganos de reserva (rizomas, pivotantes, bulbos y otras).
- Mantener el suelo libre de malezas antes de siembra.
- Control de malezas de 2 a 4 hojas, es decir, en sus primeros estados de desarrollo.
- Si el suelo se encuentra saturado o húmedo, lo que impide el ingreso de tractor con la pulverizadora, se debe realizar la aplicación con bomba de espalda o la aplicación con drones.
- Realizar más de una aplicación si se requiere, cuando haya presencia de malezas.

**b. Pre-emergencia:** En este método, el herbicida se aplica inmediatamente después de la siembra de arroz o como máximo hasta antes de la aparición de las plántulas (punto de aguja).

#### Productos:

##### Clomazone

- El clomazone produce albinismo (despigmentación de la hoja) en mayor porcentaje cuando hay sobre dosis de producto o traslape y en aplicaciones en punto de aguja o directas a la hoja de arroz. Esto no afecta el rendimiento.
- Una vez aplicado, tiene una mayor persistencia en un suelo que se encuentra seco, pero lo ideal es realizar un riego seguidamente para su incorporación y activación del ingrediente activo.
- Controla hualcacho con 1 a 2 hojas.

##### Pendimetalina

- Una vez aplicada necesita un riego inmediatamente para su incorporación. Esto no puede demorar más de 2 días, ya que pierde efectividad.

CUADRO 20: HERBICIDAS UTILIZADOS EN PRE-EMERGENCIA

Ingrediente activo	Nombre común	Dosis (Lt/Ha)	Observaciones
Clomazone	Command, Dakota	0,5 – 0,8	Dosis menores en suelos arenosos y mayores en arcillosos
Pendimetalina	Espada, Spectro, Herbadox	3	Utilizar un 12% menos de Herbadox
En mezcla			
Glifosato	Varios	1,5 – 3	Aplicación hasta punto de aguja

Fuente: Elaboración propia

#### Recomendaciones:

- Lo ideal es realizar todas las aplicaciones de herbicidas antes de la emergencia del arroz, es decir, que los productos químicos no mojen su follaje.
- Clomazone y pendimetalina se pueden utilizar inmediatamente después de siembra hasta arroz con 3 a 5 hojas.
- La aplicación del pre emergente se debe realizar en punto de aguja en mezcla con glifosato, donde han transcurrido de 10 a 20 días después de siembra. Con esto se logra un mayor tiempo de cobertura de control de malezas.
- Una de las mayores consideraciones es el monitoreo constante de la siembra, para realizar la aplicación de los herbicidas en punto de aguja, ya que si este momento se pasa no se puede aplicar glifosato.
- Al realizar la preparación de suelo en otoño y no realizar ningún movimiento de suelo en primavera. Después de siembra se riega y a los 7 a 12 días tenemos piso para la pulverizadora, en cambio en suelos labrados en primavera se produce a los 15 a 20 días.
- El suelo debe encontrarse mullido, sin terrones, para una mejor cobertura y uniformidad del producto sobre el suelo.

IMAGEN 45: ALBINISMO EN ARROZ, PRODUCIDO POR CLOMAZONE



IMAGEN 46: PUNTO DE AGUJA

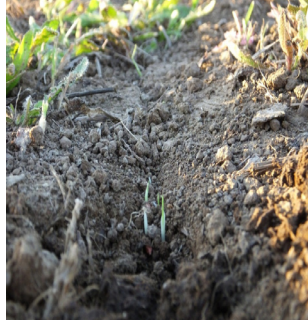


IMAGEN 47: APLICACIÓN DE PRE-EMERGENTE





**IMAGEN 48: ACCIÓN DEL PRE-EMERGENTE  
SOBRE PLÁNTULA DE HUALCACHO**



**IMAGEN 49: EFECTO DE CLOMAZONE SOBRE MALEZAS**



**IMAGEN 50: CON CLOMAZONE**



**IMAGEN 51: SIN CLOMAZONE (ARROZ CON  
UNA ALTA DENSIDAD DE MALEZAS)**



c) **Post-emergencia:** Se refiere a la aplicación después de la emergencia del arroz y las malezas.

Debido a la alta cantidad de semillas de malezas y tener distintas épocas de germinación, en algunas ocasiones no basta realizar barbechos químicos y controles de malezas en pre emergencia. Existen infestaciones más tardías, unos días antes de inundación (arroz con 2 a 3 hojas) o después de la inundación.

Para el control, después de inundar se puede utilizar la pulverizadora de barra con tractor (con rueda lenteja u hortalicera). Queda como opción el uso de pulverizadora de espalda o avioneta (costo mayor pero aplicación más homogénea).

IMAGEN 52: DESPUÉS DE INUNDADO EL ARROZ, REALIZAR LA EVALUACIÓN PARA EL CONTROL DE MALEZAS



– Productos: Las mezclas mencionadas en el Control 3.

– Recomendaciones:

- Realizar las aplicaciones en suelo barroso o con lámina de agua (no en suelo seco ya que produce pérdida de efectividad de los herbicidas).

- Una vez inundado, realizar un monitoreo permanente de la presencia de malezas para tomar las medidas correctivas.
- Después de inundado el arroz, se debe realizar el control de malezas con 1 a 2 hojas y no esperar que se desarrollen, es decir que sobrepasen la altura del arroz. Se pone énfasis en este punto, ya que los agricultores no realizan adecuadamente este labor, por lo que deben utilizar altas dosis de producto químico, el que cae sobre las hojas de arroz afectando directamente su rendimiento.

IMAGEN 53: DEFECTUOSO CONTROL DE MALEZAS SOBRE TAIPAS



### 6.3 ESTRATEGIA DE CONTROL DE MALEZAS

CUADRO 21: CONTROL 1

Producto	Ingrediente activo	Dosis (Lt/Ha)	Época
Varios	Glifosato	2 – 6	Pre-siembra
En mezcla			
2,4 D	Esteron Ten Ten	0,4 – 0,5	Pre-siembra
Heat	Saflufenacil	50 – 80 gr	Pre-siembra
MCPA, U-46 M-fluid	MCPA	0,4 – 1	Pre-siembra

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 22: CONTROL 2

Alternativas	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis (lt/ha)	Época estado desarrollo del arroz
A	Command, Dakota	Clomazone	0,5 – 0,8	Pre emergencia hasta punta de aguja
	Varios	Glifosato	1,5 – 3	
B	Espada, Spectro	Pendimetalina	3	Pre emergencia hasta punta de aguja
	Varios	Glifosato	1,5 – 3	
C	Herbadox	Pendimetalina	2,5	Pre emergencia hasta punta de aguja
	Varios	Glifosato	1,5 – 3	
D	Command, Dakota	Clomazone	0,5 – 0,8	Post emergencia hasta arroz con 2 a 3 hojas
	Post emergentes	Varios	Control 3	
E	Espada, Spectro	Pendimetalina	3	Post emergencia hasta arroz con 2 a 3 hojas
	Post emergentes	Varios	Control 3	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 23: CONTROL 3, PARA EL CONTROL DE HUALCACHO, HUALTATA, CORTADERA Y PASTO CABEZÓN

Ingrediente activo	Producto comercial	Solo (dosis / ha)	Mezcla (dosis / ha)	Época
Rinskor	Loyant	1,2	1,2 lt	Post emergencia hasta finales de macolla en arroz (45 – 50 días después de siembra). Con malezas de 2 a 4 hojas.
Mezcla				
Triclopyr	Garlon		0,5 – 0,75 lt	
Quinclorac	Exocet	1,5 – 2 lt	0,8 – 1 lt	
	Facet	1,5 – 2 lt	1 – 1,2 lt	
Mezcla				
Penoxsulan	Ricer		140 – 150 cc	
Cyhalofop – Butilo	Clincher		1 – 2 lt	
Bentazone	Bentax – Basagran		1 – 1,5 lt	
MCPA	MCPA		100 – 300 cc	
Triclopyr	Garlon		0,5 – 0,75	
Cyhalofop	Clincher	1,5 – 2,5 lt	1 – 1,2 lt	
Mezcla				
Quinclorac	Exocet		1 lt	
Quinclorac	Facet		1 – 1,2 lt	
Penoxsulan	Ricer		140 – 150 cc	
Bentazone	Bentax – Basagran		1 – 1,5 lt	
Triclopyr	Garlon		0,5 – 0,75 lt	
Penoxsulan	Ricer	200 – 230 cc	140 – 150 cc	
Mezcla				
Quinclorac	Exocet		0,8 – 1 lt	
Quinclorac	Facet		1 – 1,2 lt	
Cyhalofop – Butilo	Clincher		1 – 2 lt	
Bentazone	Bentax – Basagran		1 – 1,5 lt	
MCPA	MCPA		100 – 300 cc	
Triclopyr	Garlon		0,5 – 0,75 lt	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 24: CONTROL 3, PARA EL CONTROL DE HUALTATA, CORTADERA Y PASTO CABEZÓN

Ingrediente Activo	Producto	Solo (dosis / ha)	Mezcla (dosis / ha)	Época
MCPA	MCPA	0,4 - 1,3 lt	0,3 - 0,7 lt	Post emergencia hasta finales de macolla en arroz (45 - 50 días después de siembra). Con malezas de 2 a 4 hojas.  MCPA aplicar desde inicio a fin de macolla. Garlon y Bentazone desde 2 hojas a fin de macolla.
Mezcla				
Triclopyr	Garlon		0,5 - 0,75	
Bentazone	Bentax - Basagran		1 - 1,5 lt	
Triclopyr	Garlon	0,5 - 0,75 lt	0,5 - 0,75 lt	
Mezcla				
Bentazone	Bentax - Basagran		1 - 1,5 lt	
MCPA	MCPA		0,3 - 0,7 lt	

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4 EN RESUMEN CONTROL DE MALEZAS RECOMENDADO PARA SIEMBRA DIRECTA

CUADRO 25: CUADRO RESUMEN CONTROL DE MALEZAS

	Control 1	Control 2	Control 3
<b>Producto</b>	Varios (Roundup, Rango, etc.)	Espada(1), Spectro(1), Herbadox(1) o Command(2)	Varios (Roundup, Rango, etc.)
<b>Ingrediente activo</b>	Glifosato	Pendimethalin (1) o Clomazone(2)	Glifosato
<b>Dosis</b>	2 - 6 lt/ha	2,5 a 3,0 lt/ha(1) 0,5 a 0,8 lt/ha(2)	1,5 - 3 lt/ha
<b>Época</b>	Pre-siembra	Pre-emergencia hasta punta de aguja	Post-emergencia

Fuente: Elaboración propia

## 7. MANEJO DEL RIEGO



## 7.1 ASPECTOS GENERALES

El cultivo de arroz sembrado bajo el sistema pre-germinado se mantiene inundado o con lámina de agua desde antes de siembra (llenado de cuadros) hasta las etapas de floración a grano lechoso, dependiendo de la capacidad de retención de humedad del suelo. Lo anterior involucra la utilización de grandes volúmenes de agua, lo que puede incluso superar los 1,6 L/seg/ha (Hernaíz y Alvarado, 2007).

El sistema de siembra directa permite ahorrar sobre un 20 % de agua con respecto al sistema pre-germinado, dado que a los menos en los primeros 25 a 30 días después de siembra no se inunda el terreno, sino que solo se efectúan riegos o “mojamientos” para ayudar a la germinación de la semillas y posterior emergencia de las plantas (2 o 3 riegos dependiendo del tipo de suelo y condiciones climáticas de cada temporada), además de permitir manejar menores niveles de agua.

## 7.2 FUENTES DE AGUAS

Las comunas de Parral, Retiro y Ñiquén (principales comunas arroceras del país) utilizan como fuente de riego en su mayoría aguas superficiales y corrientes provenientes del sistema de riego Digua. Esta organización utiliza los excedentes de los ríos Longaví, Perquilauquén y Cato y los acumula en el Embalse Digua, el cual posee una capacidad de 225.000.000 m<sup>3</sup>, considerando además la capacidad total del sistema de 400.579.000 m<sup>3</sup> (85 % seguridad riego). Este sistema se compone de 31.850 acciones (12.577 m<sup>3</sup>/acción), de las cuales 27.314 corresponden al área Parral (Retiro-Parral) y 4.536 acciones al área Ñiquén (Fuente: [www.embalsedigua.cl](http://www.embalsedigua.cl)). Otra fuente de riego utilizada, y no menos importante, son las aguas subterráneas extraídas

desde acuíferos mediante elevación mecánica (bombas sumergibles, electrobombas o motobombas) desde captaciones del tipo pozo profundo, dren o zanja.

## 7.3 DISEÑO PREDIAL

Para el manejo del riego del cultivo de arroz sembrado bajo sistema de siembra directa, lo ideal es diseñar el predio y/o potrero pensando en las entradas y salidas de agua (Parada et al., 2015). De esta manera, se debe considerar la construcción de los siguientes elementos del diseño predial:

### 7.3.1 Canales de avance

Permiten ingresar de forma rápida y uniforme el agua a la cancha o cuadros (IMAGEN 54). Esto es fundamental al momento de efectuar los “mojamientos”, inundación definitiva del cultivo u otras prácticas que requieran manejar los niveles de agua, como lo sería el control de malezas.

IMAGEN 54: CANALES DE AVANCE





## 7.4 DRENAJES

Permiten extraer rápidamente el agua (desagüar) desde los cuadros o cancha, luego de realizar los riegos previos a la inundación del cultivo. Además, mantienen el suelo en condiciones adecuadas de humedad luego de las precipitaciones de invierno y principios de primavera, para facilitar las labores posteriores de siembra y establecimiento del cultivo de arroz.

## 7.5 PRIMER RIEGO

El primer riego se debe realizar inmediatamente después de la siembra o cuando las condiciones de humedad del terreno no sean las adecuadas para la correcta germinación de las semillas. Esto se podría comprobar a través de la revisión visual y al tacto del suelo.

El riego se efectúa aplicando una lámina de agua que permita llegar a lo menos al doble de la profundidad de siembra. Respecto al tiempo de riego, se debe asegurar de mantener el terreno inundado alrededor de 2 días, para asegurar que la semilla se embeba y ocurra una germinación uniforme. Luego de terminado el riego, se deben drenar los excesos de agua para evitar que existan pérdidas de semillas por exceso de humedad, ya que bajo condiciones de anegamiento se tiende a afectar el embrión por falta de oxígeno, tanto al impedir la entrada de aire, como al quedar el agua atrapada entre los tejidos de la semilla durante el proceso de imbibición. De esta manera, la semilla no puede germinar o si logra emerger la radícula, la plántula de arroz muere de todas maneras.

## 7.6 SEGUNDO Y TERCER RIEGO

El segundo riego se debe ejecutar dependiendo de la emergencia de las plantas y del contenido de humedad del suelo. Como parámetro, se pueden utilizar los siguientes criterios para determinar el momento de su ejecución:

- Estado de desarrollo de “punto de aguja”.
- Momento de aplicación de herbicidas pre-emergentes (por ejemplo, ingredientes activos pendimetalina y clomazone)
- Encostramiento de la superficie del terreno y suelo seco alrededor de las semillas o plantas (IMAGEN 55).

IMAGEN 55: SUELO ENCOSTRADO, BAJO ESTAS CONDICIONES LO RECOMENDABLE ES EJECUTAR EL SEGUNDO RIEGO LO ANTES POSIBLE



El tercer riego se requeriría efectuar en el caso de que las condiciones de humedad de suelo no fuesen las suficientes para asegurar un buen establecimiento de las plantas. Al contrario, si durante la primavera ocurren precipitaciones sobre 20 mm después de sembrado el arroz, permitiría ahorrar un riego.

## 7.7 INUNDACIÓN DEL CULTIVO

El momento de inundación del arrozal se debe realizar cuando el cultivo presente de 2 a 3 hojas, estado de desarrollo en el cual también se debe efectuar la aplicación del nitrógeno y evaluar el control de malezas postemergentes. La inundación se debe ejecutar inmediatamente después de estos manejos, para evitar las pérdidas por volatilización y mejorar la eficiencia de los herbicidas aplicados.

La inundación se debe realizar a un cuarto de altura de la planta. Luego, el manejo del agua se realizará de acuerdo al crecimiento de las plantas, considerando la protección del punto o base de crecimiento de la panícula de acuerdo al desarrollo del cultivo.

La regla general sería inundar aproximadamente a los 30 días después de siembra, momento en el cual las plantas se deberían encontrar en el estado de desarrollo de 2 a 3 hojas (IMAGEN 56). Ello depende de que se haya sembrado con condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

**IMAGEN 56: INUNDACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ BAJO SIEMBRA DIRECTA CON 2 A 3 HOJAS DE DESARROLLO**



## 7.8 NIVELES DE AGUA

El nivel recomendado de agua o de humedad en el suelo es esencial para mantener principalmente un adecuado manejo de la fertilización y control de malezas.

En el sistema de siembra pre-germinado, el cultivo está permanentemente con agua, incluso desde 5 a 15 días antes de siembra hasta el estado de grano lechoso o pastoso (120 a 130 días después de siembra). De esta manera, el cultivo se encuentra inundado entre 125 a 145 días.

CUADRO 26: NIVELES IDEALES DE AGUA UTILIZADOS EN SISTEMA PRE-GERMINADO		
Niveles de agua (cm)	Estado desarrollo	Días después siembra
5 a 10	Siembra – Inicio de panícula	0 – 60
10 a 20	Inicio de panícula – Floración	60 – 100
20	Floración – Grano pastoso	100 – 130

Fuente: Elaboración propia

En el caso del sistema de siembra directa (dentro del cuadro o sobre taipa), lo normal es que se realicen hasta 2 riegos antes de la inundación del cultivo y mantenerlo inundado hasta 15 a 20 días después de floración. El corte del agua se realiza cuando el grano de arroz se encuentra con consistencia lechosa a pastosa, dependiendo del tipo del suelo.

Los niveles ideales de agua que se deberían utilizar en este sistema son los siguientes:

**CUADRO 27: NIVELES IDEALES DE AGUA UTILIZADOS EN SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA (SOBRE TAIPA Y DENTRO DEL CUADRO)**

Sector	Niveles de agua (cm)	Estado desarrollo	Días después siembra
Cancha	6 a 10	Inicio macolla (30 días después de siembra) – Grano pastoso	30 - 130
Préstamo	12 a 16		
Taipa	0 (Saturado)		

Fuente: Elaboración propia

## 7.9 REQUERIMIENTOS DE AGUA DEL CULTIVO

Existe una gran diferencia en cuanto a los requerimientos hídricos del cultivo de arroz de acuerdo al sistema de siembra que se utilice. La siembra directa (dentro del cuadro y sobre taipa) permite utilizar menores caudales y, por lo tanto, un menor consumo de agua por parte del cultivo con respecto al sistema de siembra pre-germinado. El detalle de estimación de cálculo de los requerimientos de agua para cada sistema se presenta a continuación:

### a) Sistema pre-germinado:

#### Datos:

- Llenado de cuadros: 10 días
- Periodo del cultivo: 125 días
- Total riego inundación: 135 días
- Caudal promedio: 1,6 L/seg/ha

### Desarrollo:

Volumen total = 1,6 L/seg/ha x 60 seg/min = 96 L/min/ha

Volumen total = 96 L/min/ha x 60 min/hora = 5.760 L/hora/ha

Volumen total = 5.760 L/hora/ha x 24 hora/día = 138.240 L/día/ha

Volumen total = 138.240 L/día/ha x 135 días = 18.662.400 L/ha

Volumen total = (18.662.400 L/ha)/ 1.000 L/m<sup>3</sup> = 18.662,4 m<sup>3</sup>/ha

### b) Sistema siembra directa:

#### Datos riego cultivo pre-inundación:

- Serie suelo: Quella
- Capacidad de campo (CC): 35,2 %
- Punto de marchitez permanente (PMP): 21,1 %
- Densidad aparente (Da): 1,0 g/cc
- Profundidad (P): 15 cm (150 mm)
- Criterio de riego (Cr): 50 %

#### Desarrollo:

Humedad aprovechable (HA) =  $\frac{(CC - PMP)}{100} \times Da \times P$

Humedad aprovechable (HA) =  $\frac{(35,2\% - 21,1\%)}{100} \times 1,0 \times 150 \text{ mm}$

Humedad aprovechable (HA) = 21,15 mm

Lámina Neta (Ln) = HA x Cr

Lámina Neta (Ln) = 21,15 mm x 0,5

Lámina Neta (Ln) = 10,575 mm

- Considerando la eficiencia de aplicación (Ea) del sistema de riego tendido de un 45%, la lámina total será:

$$\text{Lámina total (Lt)} = \frac{Ln}{Ea}$$

$$\text{Lámina total (Lt)} = \frac{10,575 \text{ mm}}{0,45}$$

$$\text{Lámina total (Lt)} = 23,5 \text{ mm}$$

- Luego, para determinar el volumen total (Vt) de agua a aplicar por hectárea:

$$\text{Volumen total (Vt)} = 23,5 \text{ L/m}^2 \text{ (mm)} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$\text{Volumen total (Vt)} = 235.000 \text{ L/ha} = 235 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- De esta manera, considerando que se realizan en promedio 2 riegos previos a la inundación del cultivo, durante los primeros 30 días del cultivo se utilizarían:

$$\text{Volumen total (Vt)} = 235 \text{ m}^3/\text{ha} \times 2 \text{ riegos}$$

$$\text{Volumen total (Vt)} = 470 \text{ m}^3/\text{ha}$$

#### Datos riego cultivo inundado:

- Período del cultivo inundado: 100 días
- Caudal promedio: 1,6 L/seg/ha

#### Desarrollo:

$$\text{Volumen total} = 1,6 \text{ L/seg/ha} \times 60 \text{ seg/min} = 96 \text{ L/min/ha}$$

$$\text{Volumen total} = 96 \text{ L/min/ha} \times 60 \text{ min/hora} = 5.760 \text{ L/hora/ha}$$

$$\text{Volumen total} = 5.760 \text{ L/hora/ha} \times 24 \text{ hora/día} = 138.240 \text{ L/día/ha}$$

$$\text{Volumen total} = 138.240 \text{ L/día/ha} \times 100 \text{ días} = 13.824.000 \text{ L/ha}$$

$$\text{Volumen total} = (13.824.000 \text{ L/ha}) / 1.000 \text{ L/m}^3 = 13.824 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Los requerimientos totales del sistema de siembra directa, el volumen total por temporada sería:

$$\text{Volumen total/Temporada} = 470 \text{ m}^3/\text{ha} + 13.824 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{Volumen total/Temporada} = 14.294 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Basado en los cálculos anteriores, bajo el sistema de siembra pre-germinado se requerirían aproximadamente 18.700 m<sup>3</sup>/ha, mientras que bajo el sistema de siembra directa se utilizarían 14.500 m<sup>3</sup>/ha. Ello representa un ahorro de agua de 22,5 % (4.200 m<sup>3</sup>/ha).

Durante la temporada 2017-2018, la Consultora Agro-Parral efectuó la cuantificación del consumo de agua en el cultivo de arroz en ambos sistema de siembra, mediante la instalación de caudalímetros en los predios de productores que regaron con aguas subterráneas elevadas de forma mecánica. Los resultados preliminares del consumo de agua expresado en m<sup>3</sup>/ha fueron los siguientes;

Sistema de Siembra	Consumo (m <sup>3</sup> /ha)
Directa sobre Taipa	11.794
Pre-germinado	20.055

## 8. COSECHA



## 8.1 ASPECTOS GENERALES

La cosecha es la última labor que se realiza en todo el proceso productivo del cultivo del arroz antes de trasladar el producto a los distintos puntos de compra. En la programación de la cosecha hay diferentes factores que debemos tener presentes antes de iniciar dicha labor: Fecha de corte de agua, humedad del grano, humedad del suelo, disponibilidad de máquinas cosechadoras, regulación y velocidad de trabajo de la máquina cosechera y transporte hacia el poder comprador. Es necesario realizar una cosecha de forma rápida y fácil para evitar las pérdidas y obtener granos de arroz de buena calidad para su posterior elaboración.

Es importante comprometer y tener contratado el servicio de cosecha, ya que la demanda por conseguir los servicios de una cosechadora es alta, especialmente porque estas mismas máquinas cosechadoras brindan también servicios al sector maicero.

Uno de los componentes mecánicos que se debería incorporar en toda las cosechadoras es el picado y esparcimiento de la paja, para un mejor manejo de rastrojos.

IMAGEN 57: COSECHA SOBRE TAIPAS



## 8.2 FECHA DE CORTE DE AGUA

La fecha de corte de agua será cuando el arroz esté en grano lechoso. Esto ocurre aproximadamente a los 120 días desde la emergencia.

Una vez realizado el corte de agua, se debe dejar consumir el agua de forma natural, de esta forma se llegará a cosecha con un piso en condiciones para que las máquinas cosechadoras no dejen huellas por tener suelos con exceso de humedad o con agua.

## 8.3 HUMEDAD DEL SUELO A COSECHA

Se debe realizar una cosecha con suelos seco, para que la automotriz no se entierre. Cuando los suelos están saturados de agua, la automotriz, carro cerealero o catango se entierran y dejan huellas con una profundidad de 20 – 50 cm. En esos casos, la fuerza motriz producida por la automotriz se destina a la tracción de la ruedas en vez de a la cosecha del grano. Además, al dejar las huellas en los potreros, necesariamente después deben efectuarse trabajos de nivelación y movimiento de suelos, lo que encarece los costos de producción.

IMAGEN 58: COSECHA CON SUELO BARROSO O CON AGUA



IMAGEN 59: COSECHA EN SUELO SECO



#### 8.4 HUMEDAD DEL GRANO

Es de importancia tener presente la humedad del grano al momento de la cosecha, ya que lo ideal es poder trillar el arroz con una humedad entre un 18% a 20%. Al tener humedades menores hay mayores probabilidades de que el arroz se acame o se desgrane. Para asegurar la humedad antes de cosecha, se debe llevar muestras de grano a la consultora o arroceras donde se entrega el producto, para que realicen la medición con un “humedímetro”.

Los humedímetros son equipos móviles o estaciones fijas, cuya función es medir la humedad del grano. Se toma una muestra de campo de aproximadamente 500 a 1.000 gr de arroz, se deposita en el parte superior del instrumento, se programa, se selecciona la opción de medición de granos de arroz y se deja caer al depósito inferior. Finalmente, entregará la medición de humedad.

IMAGEN 60: HUMEDÍMETRO PORTÁTIL



## 8.5 HORA DE INICIO DE COSECHA

Para iniciar la cosecha, hay que esperar que el rocío de la mañana no esté presente. Se puede pasar la mano por la hoja y apreciar con el tacto que esté seca. El término de la hora de la cosecha dependerá de las condiciones climáticas del día, si hay presencia de rocío se debe parar la trilla. Una manera práctica es revisar la cola de la automotriz, si deja panículas con granos o sin trillar, se debe parar la cosecha para evitar pérdidas.

## 8.6 REGULACIÓN Y VELOCIDAD DE TRABAJO DE UNA COSECHADORA

Si bien el productor de arroz no tiene injerencia sobre la regulación de la automotriz, es responsable de adquirir los conocimientos necesarios para determinar dónde se producen las pérdidas

de grano y los motivos. Así, puede supervisar la maquinaria, detectar problemas tempranamente y solicitar los arreglos de manera más pertinente.

Es importante controlar la velocidad de trabajo, que debe ser entre 3 a 4 km/hora. Al trabajar a mayores velocidades, la máquina resta potencia a todos los elementos mecánicos de corte, trilla y selección de granos, lo que provoca un aumento en la pérdida de granos.

## 8.7 EVALUACIÓN DE PÉRDIDA EN COSECHA

### 8.7.1. Pérdidas en pre cosecha o naturales

Las pérdidas en pre cosecha se producen de forma natural, por factores climáticos y/o volcamiento del cultivo, siendo imposible cosechar. Esta pérdida se debe evaluar antes de la cosecha según el siguiente método de evaluación;

#### *Procedimiento de evaluación de pérdida en pre-cosecha:*

Materiales:

- Aro metálico de 56cm de diámetro
- Pesa de digital
- Recipiente de recolección

Procedimiento:

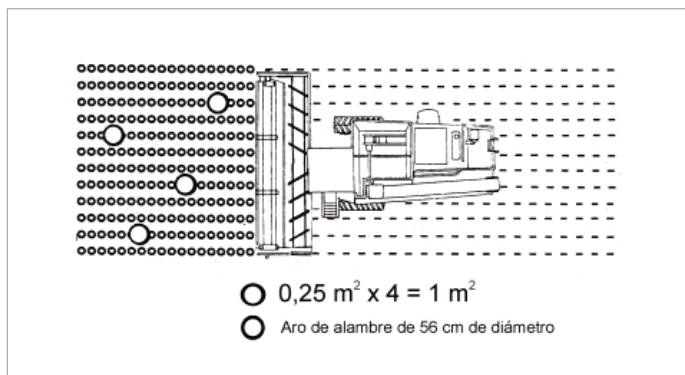
- Elegir un sector del predio homogéneo y representativo.
- Lanzar el aro cuatro veces (el cual representa 1 m<sup>2</sup>) y recolectar los granos, panojas sueltas y todas aquellas que no estén a la altura de corte del cabezal, luego desgranarlas.



- Recolectar los granos dentro del recipiente.
- Juntar las cuatro mediciones dentro del recipiente y pesarlas.

La forma de estimar las pérdidas es utilizando la siguiente relación:

- Para variedades largo ancho 250 granos/m<sup>2</sup>, representan un quintal de pérdida por hectárea. (Control de pérdidas en cosecha de arroz, Pozzolo y Hidalgo, 2012). Según INIA Chile, el peso de 1.000 granos es de 35 gr, por lo tanto la relación a ocupar en el país es de 285 granos/m<sup>2</sup>.



Fuente: Control de pérdidas en cosecha de arroz (Pozzolo y Hidalgo, 2012)

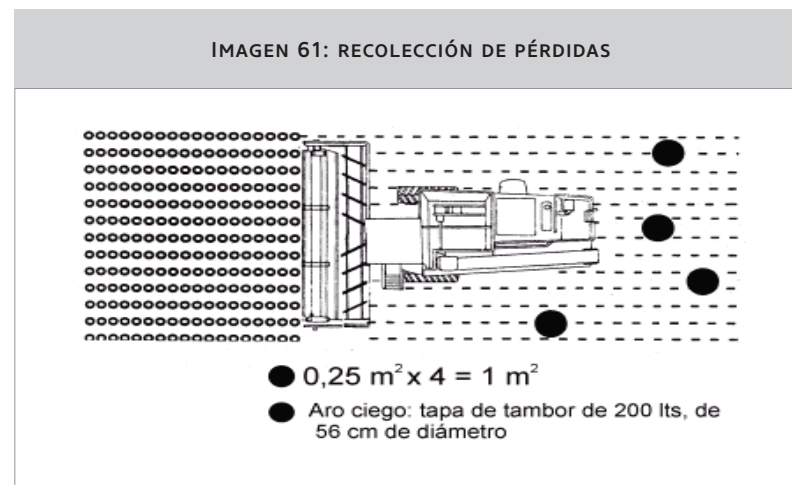
### 8.7.2. Pérdidas por cosecha

La medición de pérdidas en la cosecha es de importancia y no todos los agricultores realizan este ejercicio. Permite evaluar si la cosechadora está bien regulada y en condiciones de prestar el servicio, también permite detectar los puntos que producen pérdidas y poder ajustar y regular.

Para realizar la medición de pérdidas en cosecha del cabezal (sección de corte) y de la cola (sección de trilla) en forma conjunta, se utilizan los mismos materiales ya descritos anteriormente, siguiendo la siguiente metodología:

- Elegir un sector del predio homogéneo y representativo.
- Lanzar el aro cuatro veces y recolectar los granos y panojas sueltas.
- Recolectar los granos dentro del recipiente.
- Juntar las cuatro mediciones dentro del recipiente y pesarlas.

La forma de determinar las pérdida de cosecha es utilizando la relación antes mencionada. Luego, para obtener un resultado final de estas dos mediciones, es necesario descontar los resultados obtenidos de pérdidas de forma natural a los obtenidos por cosecha.



Fuente: Control de pérdidas en cosecha de arroz (Pozzolo y Hidalgo, 2012).

## 8.8 TRASLADO DEL ARROZ HACIA EL PODER COMPRADOR

Para el traslado hacia el poder comprador, se utilizan camiones que transportan el arroz a granel. Estos deben estar acondicionados para dicha tarea y no deben presentar:

- Materiales físicos en su interior (semillas, piedras, palos, etc)
- Fugas (roturas en los carros)
- Carpas para proteger el producto del rocío y lluvias

El traslado debe ser inmediatamente después del llenado, hacia las arroceras.

## 8.9 CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ



## 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA

Uno de los beneficios de llevar registros de las labores agrícolas que se realizan en el cultivo del arroz es calcular costos, los cuales se pueden optimizar para mejorar la rentabilidad del rubro.

Durante el seguimiento de siembra directa para efectos de este manual, se calcularon los costos totales y margen bruto de los productores; y se confirmó que los costos de mano de obra son menores que en el sistema de pre germinado. Ello, debido a que en el primero se mecanizan las labores de siembra, fertilización (en siembra y antes de inundar) y control de malezas (aplicación antes de siembra hasta punto de aguja). En el sistema pre germinado, estas labores son realizadas principalmente por los mismos agricultores o por mano de obra contratada.

Los costos se calcularon como indican las siguientes secciones.

### 9.1 COSTOS VARIABLES

Están directamente relacionados con el nivel de producción.



CUADRO 28: COSTOS VARIABLES PARA CADA SISTEMA PRODUCTIVO

Costos	Ítem	Siembra directa		Pre germinado	
		Sobre taipa	Dentro del cuadro		
Costos Variables	Preparación de suelo	Cama de raíces, micronivelación, cama de semilla			
		Taipadera	Pejerrey		
	Semilla	Semilla certificada y Paddy 1 año seleccionada			
	Siembra	Sembradora		Voleo	
	Fertilizante	Fertilización base a la sembradora, dos parcializaciones de nitrógeno		Fertilización base con aplicada antes de siembra, una aplicación de nitrógeno	
	Herbicida	Barbecho químico y aplicación en punto de aguja y controles post emergentes		Controles post emergentes	
	Costos de maquinaria	Preparación de suelo (cama de raíces y de semilla), cosecha (automotriz) y flete (camiones).			
		Aplicación fertilizante trompo (antes y después de siembra hasta inundación)		Aplicación fertilizante trompo (antes de siembra)	
		Micronivelación (pala láser o multilamina)		Micronivelación (pala láser)	
		Barra fumigadora (barbecho químico, punto de aguja, herbicidas post emergentes)			
		Construcción taipa	Construcción o retoque de pretilas (pejerrey)		
	Mano de obra	Siembra (carga y ayuda en sembradora), fertilización (carga trompo y aplicación manual segunda parcialización de nitrógeno y herbicidas (carga de barra fumigadora y una aplicación manual), manejo del agua (riegos e inundación desde macolla a grano pastoso).		Carrancho (micronivelación en agua con tracción animal), siembra al voleo, pegas de pretilas, llenado, aplicación de fertilizante y herbicidas post emergentes (dos o más aplicaciones), inundación desde siembra a grano pastoso.	
				Arreglo de pretilas	

Fuente: Elaboración propia

## 9.2 COSTOS FIJOS

Son los que no varían con los cambios en el volumen de las ventas o en el nivel de producción.

CUADRO 29: COSTOS FIJOS PARA SISTEMA SIEMBRA DIRECTA Y PRE GERMINADO				
Costos	Ítem	Siembra directa		Pregerminado
		Sobre taipa	Dentro del cuadro	
Costos fijos	Costos financieros	Son los que se originan por la obtención de recursos ajenos que la empresa necesita para su desenvolvimiento y funcionamiento operativo (intereses).		
	Costos derechos de agua	Pago de derechos de agua a la organización usuarios de riego.		
	Costos de administración	Contabilidad, asesoría profesional en el cultivo.		

Fuente: Elaboración propia

- Costos totales: Son la suma de los costos variables más los costos fijos.
- Ingreso bruto: La cantidad producida de arroz paddy limpio y seco, por el precio (\$/qq).
- Margen bruto: Ingreso bruto menos costos totales.

**CUADRO 30: COSTOS POR HECTÁREA DE LA SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPA, DE LA TEMPORADA 2016-2017**

Labor / Insumos	Mes	Unidad	Cantidad/ha	Costo unitario	Costo/ha
<b>Preparación de suelos</b>					
Rastraje (rastra de discos)	Marzo/Abril	Arriendo	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Rastraje (rastra de discos)	Marzo/Abril	Arriendo	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Nivelación (multilamina)	Marzo/Abril	Arriendo	1	\$ 60.000	\$ 60.000
Taipadera	Marzo/Abril	Arriendo	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Subtotal					<b>\$ 145.000</b>
<b>Semilla</b>					
Semilla certificada	Septiembre/Octubre	kg	135	\$ 442	\$ 59.670
Subtotal					<b>\$ 59.670</b>
<b>Siembra sembradora</b>					
Siembra (sembradora cero labranza)	Septiembre/Octubre	Trato	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Subtotal					<b>\$ 40.000</b>
<b>Fertilizantes y foliares (total)</b>					
Fosfato diamónico	Septiembre/Octubre	kg	130	330	\$ 42.900
Muriato de potasio (pre siembra)	Septiembre/Octubre	kg	100	280	\$ 28.000
Urea (macolla)	Octubre	kg	100	240	\$ 24.000
Urea (Inicio Panícula)	Diciembre	kg	80	240	\$ 19.200
Subtotal					<b>\$ 114.100</b>

**CUADRO 30: COSTOS POR HECTÁREA DE LA SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPA, DE LA TEMPORADA 2016-2017**

Labor / Insumos	Mes	Unidad	Cantidad/ha	Costo unitario	Costo/ha
<b>Aplicación fertilizantes</b>					
Aplicación fertilizantes c/trompo	Noviembre/Diciembre	Arriendo	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Subtotal					\$ 10.000
<b>Herbicidas (total)</b>					
Rango 480	Septiembre	lt	3	\$ 4.000	\$ 12.000
MCPA (barbecho químico)	Septiembre	lt	0,5	\$ 9.000	\$ 4.500
Command	Octubre	lt	0,8	\$ 48.000	\$ 38.400
Rango 480	Octubre	lt	3	\$ 4.000	\$ 12.000
Basagran	Noviembre	lt	1,5	\$ 15.000	\$ 22.500
MCPA	Noviembre	lt	0,5	\$ 9.000	\$ 4.500
Subtotal					\$ 93.900
<b>Aplicación herbicidas</b>					
Aplicación barbecho químico (Barra fumigadora)	Septiembre	Arriendo	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Aplicación herbicida 1) (barra pulverizadora)	Octubre/Noviembre	Arriendo	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Subtotal					\$ 20.000
<b>Riego / Agua</b>					
Acción de agua		Acción	1,5	\$ 20.000	\$ 30.000
Subtotal					\$ 30.000

**CUADRO 30: COSTOS POR HECTÁREA DE LA SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPA, DE LA TEMPORADA 2016-2017**

Labor / Insumos	Mes	Unidad	Cantidad/ha	Costo unitario	Costo/ha
<b>Cosecha</b>					
Cosecha automotriz	Marzo/Abril	Arriendo	1	\$ 100.000	\$ 100.000
Secado (\$/kg grano)	Marzo/Abril	kg	7200	5,5	\$ 39.600
Subtotal					\$ 139.600
<b>Flete</b>					
Flete	Marzo/Abril	kg	7200	\$ 6	\$ 43.200
Subtotal					\$ 43.200
<b>Mano de obra</b>					
Siembra (sembradora cero labranza)	Septiembre/Octubre	JH/ha	0,1	15.000	\$ 1.500
Aplicación herbicida 1 (barra pulverizadora)	Octubre/Noviembre	JH/ha	0,1	15.000	\$ 1.500
Aplicación herbicida 2 (bomba espalda)	Octubre/Noviembre	JH/ha	0,25	40.000	\$ 10.000
Aplicación fertilizantes c/trompo	Noviembre/Diciembre	JH/ha	0,1	15.000	\$ 1.500
Fertilización nitrogenada 2 (manual)	Noviembre/Diciembre	JH/ha	0,2	15.000	\$ 3.000
Manejo agua	Octubre/Febrero	% Ingreso	4,0	15.000	\$ 60.000
Subtotal					\$ 77.500
<b>Total costos variables</b>					
				\$/ha	\$ 772.970
<b>Costos fijos</b>					
Costo financiero (1,5%/mes x 8 meses)				11%	\$ 29.444
Costo administración, gestión, asesoría técnica	Anual	Trato	1	80.000	\$ 80.000

Fuente: Elaboración propia



Para poder cotejar la siembra directa (sobre taipa y dentro del cuadro) con el sistema de siembra de pre germinado, se compara los costos totales y margen bruto. La información presentada es el promedio de los costos de todos los participantes de siembra directa durante la última temporada con un importante número de agricultores que siembran con pre-germinado. El rendimiento por hectárea en la zona es desde los 60 a 90 QQ/ha y precios de ventas durante la temporada anterior que fluctúan entre los \$20.000 a \$25.000 / QQ. Para comparar márgenes brutos, en todos los casos se debe considerar un rendimiento de 70 QQ/ha con un precio de venta de \$20.000/QQ, para poder calcular el ingreso bruto.

CUADRO 31: COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPAS TEMPORADA 2016-2017			
Rendimiento (qq/ha)		70	
Precio		\$ 20.000	
Labor	Mes	\$/ha	%
Preparación de suelo	Marzo-Abril	\$ 145.000	16,4%
Semilla	Sept-Oct	\$ 59.670	6,8%
Siembra (sembradora)	Sept-Oct	\$ 40.000	4,5%
Fertilizantes	Sept-Oct	\$ 114.100	12,9%
Aplicación Fertilizantes /trompo	Sept-Oct	\$ 10.000	1,1%
Herbicida	Sept-Nov	\$ 93.900	10,6%
Aplicación herbicida	Sept-Nov	\$ 20.000	2,3%
Mano de obra	Sept-Abril	\$ 77.500	8,8%
Cosecha automotriz/secado	Marzo-Abril	\$ 139.600	15,8%
Flete	Marzo-Abril	\$ 43.200	4,9%

**CUADRO 31: COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE TAIPAS TEMPORADA 2016-2017**

<b>Costo variable</b>		\$ 742.970	84,2%
<b>Costo fijo</b>		\$ 109.444	12,4%
<b>Costo total</b>		\$ 882.414	100,0%
<b>Ingreso bruto</b>		\$ 1.400.000	
<b>Margen bruto</b>		\$ 517.586	

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que en la estructura de los costos de arroz, la maquinaria agrícola representa el principal costo, por que sumado la preparación de suelo, cosecha automotriz/secado, siembra (sembradora), aplicación herbicida y aplicación fertilizante/trompo representa un 40,1% de los costos totales. La mano de obra alcanza un 8,8% de los costos totales, lo que demuestra una importante mecanización del cultivo.

**CUADRO 32: COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA DENTRO DEL CUADRO TEMPORADA 2016-2017**

Rendimiento (qq/ha)		70	
Precio		\$ 20.000	
Labor	Mes	\$/ha	%
Preparación de suelo	Marzo-Sept	\$ 154.727	17,5%
Semilla	Sept-Oct	\$ 52.384	5,9%
Siembra (sembradora)	Sept-Oct	\$ 39.455	4,5%
Fertilizantes	Sept-Oct	\$ 123.733	14,0%

**CUADRO 32: COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SIEMBRA DIRECTA DENTRO DEL CUADRO TEMPORADA 2016-2017**

Aplicación fertilizantes /trompo	Sept-Oct	\$ 12.000	1,4%
Herbicida	Sept-Nov	\$ 146.360	16,6%
Aplicación herbicida	Sept-Nov	\$ 13.111	1,5%
Mano de obra	Sept-Abril	\$ 75.530	8,5%
Cosecha automotriz/secado	Marzo-Abril	\$ 132.857	15,0%
Flete	Marzo-Abril	\$ 44.298	5,0%
<b>Costo variable</b>		<b>\$ 794.456</b>	<b>89,9%</b>
<b>Costo fijo</b>		<b>\$ 89.261</b>	<b>10,1%</b>
<b>Costo total</b>		<b>\$ 883.717</b>	<b>100%</b>
<b>Ingreso bruto</b>		<b>\$ 1.400.000</b>	
<b>Margen bruto</b>		<b>\$ 516.283</b>	

Fuente: Elaboración propia

En el sistema de siembra directa dentro del cuadro, la principal diferencia con el anterior es la construcción de pretilas por lo que su estructura de costos son muy similares.

**CUADRO 33: COSTOS TOTALES Y MARGEN BRUTO DE LA PRODUCCIÓN EN ARROZ PRE GERMINADO TEMPORADA 2016-2017**

Rendimiento (qq/ha)		70	
Precio		\$ 20.000	
Labor	Mes	\$/ha	%
Preparación de suelo	Marzo-Sept	\$ 124.847	14,6%
Semilla	Sept-Oct	\$ 56.433	6,6%
Siembra (sembradora)	Sept-Oct	\$ 0	0,0%
Fertilizantes	Sept-Oct	\$ 139.085	16,3%
Aplicación fertilizantes /trompo	Sept-Oct	\$ 12.577	1,5%
Herbicida	Sept-Nov	\$ 122.911	14,4%
Aplicación herbicida	Sept-Nov	\$ 11.125	1,3%
Mano de obra	Sept-Abril	\$ 126.043	14,8%
Cosecha automotriz/secado	Marzo-Abril	\$ 128.133	15,0%
Flete	Marzo-Abril	\$ 44.106	5,2%
<b>Costo variable</b>		<b>\$ 765.260</b>	<b>89,8%</b>
<b>Costo fijo</b>		<b>\$ 87.379</b>	<b>10,2%</b>
<b>Costo total</b>		<b>\$ 852.639</b>	<b>100%</b>
<b>Ingreso bruto</b>		<b>\$ 1.400.000</b>	
<b>Margen bruto</b>		<b>\$ 547.361</b>	

Fuente: Elaboración propia

Los costos en maquinaria agrícola representan 32,4% de los costos totales, un menor 7,7% respecto a siembra directa. Mantiene un alto costo de mano de obra en pre germinado con un 14,8% de los costos totales, el cual se ocupa en la siembra que se realiza principalmente en forma manual, además de otras labores como son arreglo de pretilas, carrancha (micronivelación en agua con tracción animal), pegadas de pretilas, llenado, aplicación de fertilizante y herbicidas post emergentes (dos o más aplicaciones) e inundación desde siembra a grano pastoso. La mano de obra en el sector arrocero se ha ido envejeciendo, encareciendo y disminuyendo, por lo cual cobra importancia disminuir su uso en el cultivo, lo que logra la siembra directa (sobre taipa y dentro del cuadro).

Se observa que los tres casos presentados se obtiene un margen bruto similar, alrededor de los \$500.000 pesos/ha, lo que indica que el cultivo del arroz es rentable independiente del sistema de siembra.

En la comparación anterior no se consideró algunos costos variables como son el arriendo de agua y energía para extraer agua de pozos o zanjones y el costo fijo de arriendo de terreno, los cuales sumados aumentarían los costos totales en aproximadamente \$500.000 pesos/ha, lo que haría más exigente en términos de eficiencia productiva el cultivo.



## 10. RESULTADOS



## 10.1 MORFOLOGÍA

### 10.1.1. Principales resultados

- Obtener rendimientos sobre los 70 qq/ha, al utilizar niveles bajos de agua (4 – 7 cm, durante el desarrollo del cultivo).
- Diferencia de desarrollo de las plantas de arroz de 4 a 8 días entre la cancha vs taipa.
- No hay vanazón en las panículas desarrolladas sobre la taipa, la cual se mantiene saturada.
- Utilización de altas dosis de nitrógeno (120 – 150 kg/ha). La planta metaboliza en forma eficiente este recurso y no causa desordenes morfológicos.
- No hay germinación de semillas después de siembra, cuando los suelos permanecen con agua o inundados.
- Disminución del macollaje con siembras tardías (noviembre).
- Mayor uniformidad y desarrollo de macollos en la cancha.

## 10.2 PREPARACIÓN DE SUELOS

### 10.2.1. Principales resultados

- Preparación de suelo anticipado en otoño.
- Buen establecimiento del cultivo (mayor número de plantas por metro lineal), al realizar la preparación de suelo en primavera (suelos mullidos).
- Taipas bien hechas, altura a cresta 12 -13 cm y presto no pronunciados.

- Suelos nivelados con pala láser.
- Conservación de la humedad del suelo y obtención de piso para la sembradora más temprano con preparaciones de suelo en otoño.
- Menor laboreo de suelo con mínima labranza.

### 10.2.2. Deficiencias

- Suelos con terrones, debido a una preparación de suelo con suelos secos o barrocos.
- Deficiente manejo de rastrojo, para monocultivo en siembra cero labranza.

## 10.3 SIEMBRA

### 10.3.1. Principales resultados

- Validación e incorporación del sistema de siembra directa “sobre taipa” y “dentro del cuadro”.
- Durante las temporadas 2014-2015 y 2016-2017, las siembras se realizaron en fechas adecuadas (desde mediados de septiembre y durante todo octubre).
- Utilización de menores dosis de semilla con respecto al sistema pre germinado.
- Ejecución de labores de preparación de suelos y siembra con condiciones adecuadas de humedad (drenajes).

- Sistema de siembra directa con modalidad sobre taipa permite sembrar toda la superficie del terreno.
- La superficie total sembrada bajo el sistema de siembra directa fue en aumento a lo largo de las tres temporadas de evaluación.

### 10.3.2. Deficiencias

- Fecha de siembra afecta el rendimiento potencial del cultivo.
- Ocurrencia de lluvias primaverales impiden ejecutar siembra y fecha oportuna.
- Baja disponibilidad de maquinaria arrocera especializada en sistema de siembra directa.
- Baja eficiencia de labor de siembra (menor número de hectáreas) determinada por altas dosis de fertilizante, respecto a la cantidad de semilla utilizada por hectárea.

## 10.4 FERTILIZACIÓN

### 10.4.1. Principales resultados

- El nitrógeno (N) aplicado durante las tres temporadas han sido mayor de 100 unidades de N/ha.
- Se realizaron tres parcializaciones de N.
- En la primera y segunda parcialización de N, la forma de aplicación se mecanizó (sembradora y trompo abonador).
- Aplicación de la segunda parcialización se realizó en suelo seco.

- Sumada la primera y segunda parcialización, antes de inundación se aplicó entre un 65% al 80% del nitrógeno total.
- La aplicación de fósforo (P) en su totalidad se efectuó en la sembradora.
- El potasio (K) se aplicó en dos momentos: A la siembra y después de siembra hasta antes de inundación.

### 10.4.2. Deficiencias

- No se realizaron análisis de suelo, para efectuar un programa de fertilización.
- La primera parcialización de N fue alta.
- Tercera aplicación de N estuvo baja.
- Se realizaron aplicaciones de K en inicio de panícula, las que no son recomendables.
- Mezclas de fertilizantes disponibles en mercado no son adecuadas para la siembra directa.
- En suelo con pH ácido (alrededor de 5,5) no se efectuó la labor de encalado.

## 10.5 CONTROL DE MALEZAS

### 10.5.1. Principales resultados

- Buen control de malezas (uniformidad, dosis) al utilizar equipo pulverizadora con barra conectada al tractor con un volumen de agua de 150 a 200 lt/ha.
- Cobertura total del pre emergente sobre la superficie del



suelo, utilizando pulverizadora autónoma o autopropulsada, con control de GPS para la superficie aplicada.

- Superficie de siembra libre de malezas al realizar 1 a 2 o más barbechos químicos antes de siembra, desde otoño hasta antes de siembra.
- Control total de malezas en el barbecho químico, al utilizar mezclas de ingredientes activos.
- Validación de la utilización de pre emergentes:
  - Pendimetalina en dosis, como producto comercial de Espada y Spectro de 3 lt/ha y Herbadox 2,5 lt/ha (No poseen registro en cultivo de arroz).
  - Clomazone en dosis, como producto comercial de Command y Dakota de 0,5 a 0,8 lt/ha, en dosis mayores en suelos arcillosos y menores en suelos con un mayor contenido de arena.
  - No hay daño sobre el arroz al utilizar clomazone y pendimetalina con arroz de 2 a 4 hojas.
  - Activación del producto y menores pérdidas por volatilización, al realizar riegos inmediatamente después de la aplicación.
- Control de malezas en germinación con aplicaciones antes de la emergencia, en punto de aguja.
- Germinación del arroz libre de malezas, al utilizar glifosato en mezcla con un pre emergente en punto de aguja.
- Eficiente control de malezas, mediante el uso de pulverizador autónomo, controlado con GPS.

## 10.5.2. Deficiencias

- En áreas de cultivo sin pre emergentes, se presentaron problemas al realizar las aplicaciones con equipo pulverizador con barra acoplado a un tractor, ya que este equipamiento no posee instrumentos o accesorios para verificar o marcar hasta donde llega la barra pulverizadora, para que la siguiente pasada no se produzca traslape (sobre dosis del producto) o aberturas.
- Pérdida de efectividad de pendimetalina, cuando el suelo se mantiene seco o el agua se demora más de 3 días al ingreso del área aplicada.
- Desuniformidad del control de malezas al aplicar pre emergente con bomba de espalda.
- Muerte de plantas de arroz, al utilizar una sobredosis de clomazone.

## 10.6 MANEJO DEL RIEGO

### 10.6.1. Principales resultados

- Primer riego efectuado en las dos últimas temporadas (2015-16 y 2016-17) inmediatamente después de siembra, y con un tiempo de riego de aproximadamente 48 horas, lo que generó una rápida germinación y emergencia del arroz.
- Segundo riego efectuado en punto aguja.
- Ejecución de uno a dos riegos previos a la inundación definitiva del cultivo.
- Inundación del cultivo con desarrollo del arroz de 2 a 3 hojas, aproximadamente a los 30 días después de siembra.

- Uso de menores láminas de agua (especialmente en el caso de siembra directa sobre taipa), lo que involucra un menor consumo total del recurso agua durante el ciclo del cultivo.
- Resultados favorables de manejo del riego en productores que consideraron en el diseño predial la construcción de canales de avances y drenajes.

### 10.6.2. Deficiencias

- Suelo con bajos contenidos de humedad al momento de la ejecución de la siembra dificulta la correcta germinación y emergencia del cultivo.
- Falta de disponibilidad del recurso hídrico en el momento de las primeras siembras (finales de septiembre), caso de fuentes de aguas superficiales provenientes del sistema de riego Digua.
- Ejecución del primer riego puede generar “encostramiento” del suelo provocando dificultades para la emergencia de las plantas. Esto se presentó bajo condiciones de excesivo laboreo y mullimiento del terreno.
- Productores que no construyeron canales de avance y drenajes, presentaron dificultades para el correcto manejo del riego (frecuencia y duración). Además, la falta de drenajes, impidió desaguar rápidamente los excesos de agua desde la cancha o cuadros.

## 10.7 COSECHA

### 10.7.1. Principales resultados

- Humedad de grano uniforme entre 17% a 20 % en cancha, presto y taipa.
- Cosecha en suelo seco, sin dejar huellas sobre el terreno al realizar el corte de agua en grano lechoso.
- Mayor número de hectáreas en cosecha en sobre taipa v/s siembra dentro del cuadro.
- Mayor eficiencia en cosecha sobre taipa, al realizarla en forma transversal y cubre toda el área.

### 10.7.2. Deficiencias

- Suelos con huellados al cosechar en suelos con agua o saturados en algunos potreros.
- Deficiente regulación de la automotriz.
- Los productores no realizan mediciones de pérdidas de grano.

## 10.8 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PRODUCTIVA

### 10.8.1. Principales resultados

- Todos los productores llevaron registros de las labores realizadas en sus predios.
- Es posible bajar la mano de obra utilizada, aumentando la mecanización del cultivo (labores como fertilización y control de malezas).
- Siembra directa posee costos de mano de obra menor que pre germinado.
- Costos totales similares al pre-germinado.
- Durante las tres temporadas se generaron utilidades positivas.

### 10.8.2. Deficiencias

- Los registros fueron llevados por los asesores técnicos en conjunto con los productores.
- Altos costos totales para el caso de arrendatarios y para productores que regaron con motor.



CUADRO 34: CRONOLOGÍA DE TIEMPO DE MANEJOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE ARROZ EN SIEMBRA DIRECTA

		Pre-cultivo	Cultivo de arroz																							
		Época	Fase germinativa				Fase vegetativa									Fase reproductiva				Fase maduración						
MANEJOS	Descripción de las labores	Otoño-prim.	S0	S1	S2	S3	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
Preparación de suelos	Cama de raíces y semillas																									
	Micronivelación de suelos																									
	Construcción de taipa o pretilos																									
	Construcción de canales de avances y drenajes																									
Siembra	Labores de siembra																									
Fertilización	Primera fertilización (N P K)																									
	Segunda fertilización (N y/o K)																									
	Tercera fertilización ( N )																									
Control de malezas	Barbecho químico (Glifosato u otros)																									
	Control 1 (Pre-emergente y/o Glifosato)																									
	Control 2 (Post-emergencia temprana)																									
	Control 3 (Post-emergencia tardía)																									
Manejo del riego	Primer riego																									
	Segundo riego																									
	Tercer riego (opcional)																									
	Inundación definitiva del cultivo																									
	Corte de agua																									
Cosecha	Medición humedad del grano																									
	Control de pérdidas de cosecha																									

Fuente: Elaboración propia

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Counce, P.; Keisling, T; Mitchell, A. 2000. A Uniform, Objective and Adaptive System for Expressing Rice Development. *Crop Science*. 40:436-443.
- J.R. Alvarado, *Arroz Manejo Tecnológico*, INIA, Quilamapu, Chillan, 2007.
- Guía de buenas prácticas agrícolas, para el cultivo de arroz en Corrientes, INTA y ACAPA, 2008.
- FLAR en el marco de la implantación de siembra directa sobre taipa en Chile, Carmona y Dotto, 2015 al 2017.
- Control de pérdidas en cosecha de arroz, Pozzolo y Hidalgo, 2012.
- Alvarado, R. 1999. Influence of air temperature on rice population, length of period from sowing to flowering and spikelet sterility. 63-68 p. In: J.E. Hill and B. Hardy (ed). *Proceedings of the Second Temperate Rice Conference*. California. USA. 714 p.
- PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE ARROZ Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 - Argentina Elaborado por Ing. Agr. Sofía Olmos Fecha de actualización: 18-10-06
- Parada, J.; Riquelme, J.; Paredes, M. 2015. Siembra Directa en Arroz. (p. 28-31). En: M. Paredes, V. Becerra, (eds.). *Producción de Arroz: Buenas Prácticas agrícolas (BPA)*. Boletín INIA N° 306, 100 p. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Alvarado, R.; Hernaíz, S. 2007. Variedades, Siembra, Semilla Certificada, Dosis de Semillas y Épocas de Siembra. (p. 21-38). En: R. Alvarado (ed.) *Arroz, Manejo Tecnológico*. Boletín INIA N° 162, 180 p. Chillan, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- (Fuente: [www.embalsedigua.cl](http://www.embalsedigua.cl))
- Control de pérdidas en cosecha de arroz (Pozzolo e Hidalgo, 2012).







**Fundación para la  
Innovación Agraria**

MINISTERIO DE AGRICULTURA

© PUBLICACIONES FIA | [WWW.FIA.CL](http://WWW.FIA.CL) | [INFO@FIA.CL](mailto:INFO@FIA.CL)





THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: 773/936-3636

FAX: 773/936-3636

WWW.CHICAGO.PRESS.EDU

© 2008 THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

ALL RIGHTS RESERVED

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ISBN 978-0-226-30880-0

ISBN 978-0-226-30881-7

ISBN 978-0-226-30882-4

ISBN 978-0-226-30883-1

ISBN 978-0-226-30884-8

ISBN 978-0-226-30885-5

ISBN 978-0-226-30886-2

ISBN 978-0-226-30887-9

ISBN 978-0-226-30888-6