

# EFFECTO DE LA LAMINA DE AGUA SOBRE EL CONTROL DE HUALCACHO (*Echinochloa* sp) EN EL CULTIVO DE ARROZ<sup>1</sup>

## Water depth effect on *Echinochloa* sp control efficacy in flooded rice

Alberto Pedreros L.<sup>2</sup> y Roberto Alvarado A.<sup>2</sup>

### S U M M A R Y

Two trials were carried out at the Quilamapu Experimental Station (INIA) during 1989/90 and 1990/1991 to evaluate the effect of rice (*Oryza sativa* L.) water depth on the efficacy control of *Echinochloa* and the use of herbicides applications.

The results obtained indicate that both the herbicides and the water depth affected Barnyardgrass population, but only in 1989/90 the phytomass of this weed was significantly affected. An interaction between herbicide and water depth was observed with Bensulfuron since control efficacy depended of the water depth utilized. Grass weed control by Molinate and the mixture of Molinate and Bensulfuron was not affected by the water level.

**Key words:** rice, *Echinochloa* spp, water management, herbicides.

### INTRODUCCION

El cultivo de arroz en Chile presenta como principales limitantes las malezas y la fertilización, siendo en la mayoría de los casos el problema de las malas hierbas el más importante, con pérdidas que pueden superar el 50% (Ormeño y Grau, 1988).

Tradicionalmente, las técnicas de manejo adecuadas para solucionar este problema, incluyen, entre otras labores, la preparación de suelos y la utilización de herbicidas, pero, como no siempre significa llegar con un cultivo limpio a cosecha, se requieren formas de complementar el grado de control que aseguren un mayor período del cultivo sin malezas.

La detección de residuos de herbicidas usados en arroz en niveles mayores de los permitidos en aguas de uso público en EE.UU., ha obligado en dicho país a aumentar las regulaciones sobre el uso de esas aguas, lo que ha llevado a investigar el problema de las malezas en arroz de una manera integral evitando una absoluta dependencia de los herbicidas (Williams y otros, 1990).

En Chile, el cultivo del arroz se desarrolla durante todo su ciclo bajo una lámina de agua, lo que desde el punto de vista del control de malezas, es una ventaja, porque limita en gran medida las especies presentes. Sin embargo, algunas, se han adaptado de manera muy eficiente, como es el caso de las

especies del género *Echinochloa* (hualcachos), que son las más importantes y las que mayores pérdidas producen (Ormeño y Grau, 1988). Una importante forma de disminuir la emergencia de *Echinochloa* spp, sería mantener una lámina de agua mayor a 3 ó 4 cm (Catizone, 1983). Así, el manejo del agua durante los primeros estados de desarrollo, es un importante factor a considerar para controlar malezas, pero una vez que se han establecido, es difícil su control sólo con el agua (De Datta 1981).

Los objetivos de este trabajo fueron cuantificar el efecto de la altura de la lámina de agua en el control de *Echinochloa* y determinar la efectividad de algunos herbicidas con dos alturas de agua.

### MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se desarrollaron durante dos temporadas en suelos Serie Quella de la Estación Experimental Quilamapu, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Región del Biobío (km 2 camino Chillán - Coihueco), utilizando la variedad Diamante-INIA. El análisis de suelo indicó que el N era medio, el P alto, el K muy bajo, y la materia orgánica de 2,2% en ambas temporadas y el pH de 6,2 y 6,4 para la primera y segunda temporada, respectivamente.

El suelo, en ambas temporadas, se preparó con una aradura y se afinó con rotovator para nivelar el interior de cada cuadro, dejando pretiles como separación entre las parcelas.

<sup>1</sup>Recepción de originales: 26 de agosto de 1992.

<sup>2</sup>Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

La fertilización en ambas temporadas fue uniforme, correspondiendo a 50 kg/ha de N y 22 kg/ha de P a la siembra y 50 kg/ha de N a macolla; el nitrógeno fue aplicado como urea y el fósforo como superfosfato triple.

Durante la temporada 1989/90 se evaluaron dos alturas de agua, 5 y 10 cm, y con y sin control químico de malezas, usando Molinate (Ordram 10 G), en dosis de 4,0 kg/ha de i.a. La siembra se realizó el 2 de noviembre de 1989, con semilla pre-germinada; previamente, se sembró el equivalente a 30 kg/ha de semilla de *Echinochloa* spp.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal, correspondiente al uso o no de herbicida, fue de 8 x 6 m y las subparcelas, correspondientes a altura de agua, de 4 x 6 m. Las malezas se muestrearon al término de floración del arroz, 12.03.90, sacando en forma aleatoria una superficie de 0,5 x 0,5 m. La cosecha se realizó el 20 de abril de 1990 de una muestra de 6 m<sup>2</sup> que se trilló en una máquina estacionaria; previo a esto, se sacó un cuadrante de 0,5 x 0,5 m, para evaluar componentes de rendimiento.

En la temporada 1990/91, el segundo ensayo fue sembrado el 30 de octubre de 1990, con semilla pre-germinada y se sembró *Echinochloa* spp. en dosis de 60 kg/ha, 2/3 de *E. crusgalli* y 1/3 de *E. oryzoides*. Se evaluaron los herbicidas o tratamientos (1) Molinate 4,0 kg i.a./ha (Ordram 10 G), (2) Bensulfurón metil 0,072 kg i.a./ha, (3) Molinate + Bensulfurón metil (2,0 kg i.a./ha + 0,060 kg i.a./ha, respectivamente), y (4) testigo enmalezado. Los tratamientos 1 y 3 se aplicaron cuando el hualcacho estaba entre 5 y 10 cm de altura y el tratamiento 2 se aplicó con el hualcacho hasta 2 hojas.

El ensayo se dispuso en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, en la parcela principal el tratamiento herbicida fue de 8 x 6 m y la subparcela de 4 x 6 m, que correspondió a altura de agua.

Se realizó evaluación de la población y fitomasa de malezas, sacando una muestra al azar de 0,5 x 0,5 m, al término de floración (10.03.91), y la cosecha se realizó el 26 de abril de 1991, sacando 6 cuadrantes de 1,0 m<sup>2</sup> de cada parcela, que se trillaron con máquina estacionaria.

Para el análisis estadístico, se utilizaron los paquetes estadísticos SAS e IRRISTAT, para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Duncan y

en el caso de interacción, la D.M.S. se realizó de acuerdo a Gómez y Gómez (1983). Para analizar la población y la fitomasa de malezas, los datos se transformaron a  $\sqrt{n+1}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Población y fitomasa de hualcacho

La población (pl./m<sup>2</sup>) de hualcacho (*Echinochloa* sp) a la floración del arroz, disminuyó significativamente en ambas temporadas por el uso de herbicida (cuadros 1 y 2). Considerando los efectos individuales, se observó que en la temporada 1989/90, la disminución de la población de malezas fue mayor con el uso de herbicidas (64%), que con el aumento de la lámina de agua (46,1%) de 5 a 10 cm (Cuadro 1), mientras que en la temporada 1990/91 se presentó interacción. Molinate y Molinate + Bensulfurón presentaron control total de hualcacho, en ambas alturas de agua, mientras que Bensulfurón y el testigo enmalezado presentaron una población significativamente menor con 10 cm de agua. La aplicación de Bensulfurón no presentó diferencias significativas con Molinate solo y en mezcla a 10 cm de agua (Cuadro 2).

CUADRO 1. Efecto de la altura de agua con y sin control químico de malezas sobre la población (pl./m<sup>2</sup>) de *Echinochloa* sp evaluada a floración del arroz. Chillán, 1989/90

Altura de agua	Sin control	Con control	Promedio altura de agua
	de malezas	de malezas	
	Plantas por m <sup>2</sup>		
5 cm	44,9	14,4	29,9 A
10 cm	22,1	9,6	15,9 B
Promedio control de malezas	33,5 a	12,0 b	

C.V. para control de malezas: 56,6%; C.V. para altura de agua: 33,3%.

Valores transformados por  $\sqrt{n+1}$  para su análisis estadístico.

Valores con iguales letras mayúsculas, en una misma columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

Valores con iguales letras minúsculas, en una misma línea, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

**CUADRO 2. Efecto de cuatro tratamientos herbicidas y de dos alturas de agua sobre el número (pl./m<sup>2</sup>) de *Echinochloa* sp a floración de arroz, cv. Diamante-INIA. Chillán, 1990/91**

**TABLE 2. Effect of four herbicide treatments and two water depths on *Echinochloa* sp at rice flowering. Chillán, Chile, 1990/91**

Herbicidas	Dosis, kg o L/ha i.a. <sup>1</sup>	Plantas/m <sup>2</sup>		
		5 cm	10 cm	Diferencia
Molinate	4,0	0,0 c	0,0 b	0,0 N.S.
Bensulfurón	0,072	50,7 b	9,3 b	41,3**
Bensulfurón + Molinate	0,06 + 2,0	0,0 c	0,0 b	0,0 N.S.
Sin control	-	122,2 a	82,7 a	40,0**

<sup>1</sup>i.a. ingrediente activo.

N.S.: no significativo, \*\*: significativo al 1%, D.M.S. = 39,3.

C.V. para control de malezas: 45,7%; C.V. para altura de agua: 34,7%.

Valores transformados a  $\sqrt{n+1}$  para su análisis estadístico.

Valores con iguales letras, en una misma columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan (P > 0,05).

En relación a la fitomasa de hualcacho, las tendencias son similares a las obtenidas con la población (cuadros 3 y 4), existiendo una disminución significativa por aplicación de herbicidas y un efecto de altura de agua cuando se aplicó Bensulfurón. En la temporada 1989/90, la disminución de la fitomasa de la maleza fue proporcionalmente mayor por el aumento de la lámina de agua que por el uso de herbicidas, 50 y 31%, respectivamente (Cuadro 3), situación diferente a lo observado con la población de hualcacho.

**CUADRO 3. Efecto de la altura en la fitomasa (g/m<sup>2</sup>) de *Echinochloa* sp a floración del arroz con y sin control de malezas. Chillán, 1989/90**

**TABLE 3. Water depth effect on *Echinochloa* sp phytomass (g/m<sup>2</sup>) at rice flowering with and without chemical control. Chillán, Chile, 1989/90**

Altura de agua	Sin control de malezas	Con control de malezas	Promedio altura de agua
	Gramos por m <sup>2</sup>		
5 cm	151,3	106,9	129,1 A
10 cm	77,4	49,8	63,3 B
Promedio control de malezas	114,4 a	78,4 b	

C.V. para control de malezas: 21,7%; C.V. para altura de agua: 26,9%.

Valores transformados por  $\sqrt{n+1}$  para su análisis estadístico.

Valores con iguales letras mayúsculas en una misma columna no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan (P > 0,05).

Valores con iguales letras minúsculas en una misma línea no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan (P > 0,05).

**CUADRO 4. Efecto de cuatro tratamientos herbicidas y de dos alturas de agua sobre la fitomasa (g/m<sup>2</sup>) de *Echinochloa* sp a floración de arroz cv. Diamante-INIA. Chillán, 1990/91**

**TABLE 4. Effect of four herbicide treatments and two water depths on *Echinochloa* sp phytomass (g/m<sup>2</sup>) at rice flowering. Chillán, Chile, 1990/91**

Herbicidas	Dosis, kg o L/ha i.a. <sup>1</sup>	Fitomasa (g/m <sup>2</sup> )		
		5 cm	10 cm	Diferencia
Molinate	4,0	0,0 c	0,0 b	0,0 N.S.
Bensulfurón	0,072	416,3 b	37,5 b	378,8*
Bensulfurón + Molinate	0,06 + 2,0	0,0 c	0,0 b	0,0 N.S.
Sin control	-	851,5 a	590,4 a	261,1 N.S.

<sup>1</sup>i.a.: ingrediente activo.

N.S.: no significativo, \*: significativo al 5%, D.M.S. = 328,3.

C.V. para control de malezas: 80,0%; C.V. para altura de agua: 26,9%.

Valores transformados a  $\sqrt{n+1}$  para su análisis estadístico.

Valores con iguales letras en la misma columna no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan (P > 0,05).

Estos resultados coinciden con las investigaciones que señalan que *E. crusgalli* disminuye fuertemente, en número y materia seca, cuando la altura de agua aumenta (Bhan 1983), y que el nivel de control de *Echinochloa* sp por Molinate, es independiente de la altura de agua, indicándose que entre 5 y 20 cm de agua hay un excelente control de esta maleza, si el resto de las condiciones son óptimas (Williams y otros, 1990).

En relación a Bensulfurón, los resultados indican que su eficiencia en el control de hualcacho fue altamente dependiente de la altura de agua, ya que su acción tanto en la población como en la fitomasa de esta maleza fue mejor con 10 cm que con 5 cm de altura de agua.

**Componentes de rendimiento**

Durante la temporada 1989/90 los componentes de rendimiento, peso de 1.000 granos y número de granos por panícula, no fueron afectados directamente ni por la altura de agua ni por la aplicación de herbicidas. Sin embargo, el número de panículas/m<sup>2</sup>, fue significativamente inferior en los tratamientos enmalezados (Cuadro 5).

**CUADRO 5. Efecto de la altura de agua y el control de malezas en el número de panícula/m<sup>2</sup> de arroz, Diamante-INIA. Chillán, 1989/90**

**TABLE 5. Effect of water depth and chemical control on the rice number of panicles/m<sup>2</sup>, Diamante-INIA. Chillán, Chile, 1989/90**

Altura de agua	Sin control de malezas	Con control de malezas	Promedio
	Panículas/m <sup>2</sup>		
5 cm	546,7	608,0	577,3 a
10 cm	533,3	696,0	614,7 a
Promedio control de malezas	540,0 B	652,0 A	

C.V. para control de malezas: 8,2%; C.V. para altura de agua: 7,8%. Valores con iguales letras mayúsculas, en una misma línea, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ). Valores con iguales letras minúsculas, en una misma columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

Al igual que en la temporada 1989/90, durante la temporada 1990/91, la aplicación de herbicidas produjo un aumento significativo del número de panículas/m<sup>2</sup> (Cuadro 6), mientras que el cambio de altura del agua produjo efecto sólo cuando se usó Bensulfurón, ya que el aumento fue significativo con 10 cm de agua. En los otros tratamientos el comportamiento fue similar al de la temporada anterior, en que el cambio en la altura del agua no produjo cambios significativos en el número de panículas (cuadros 5 y 6).

**CUADRO 6. Efecto de cuatro tratamientos herbicidas y de dos alturas de agua sobre el número de panículas/m<sup>2</sup> de arroz, cv. Diamante-INIA. Chillán, 1990/91**

**TABLE 6. Effect of four herbicide treatments and two water depths on number of panicles/m<sup>2</sup>, cv. Diamante-INIA. Chillán, Chile, 1990/91**

Herbicidas	Dosis, kg o L/ha i.a. <sup>1</sup>	Panículas/m <sup>2</sup>		
		5 cm	10 cm	Diferencia
Molinate	4,0	217,3 b	222,7 b	-5,3 N.S.
Bensulfurón	0,072	121,3 c	176,0 c	-54,7**
Bensulfurón + Molinate	0,06 + 2,0	280,0 a	268,0 a	12,0 N.S.
Sin control	-	53,3 d	68,0 d	-14,7 N.S.

<sup>1</sup>i.a.: ingrediente activo. N.S.: no significativo, \*\*: significativo al 1%, D.M.S.= 43,0. C.V. para control de malezas: 15,3%; C.V. para altura de agua: 8,7%. Valores con iguales letras, en una misma columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

En la temporada 1990/91, el número de granos/panícula fue afectado sólo por la aplicación de herbicidas, siendo el tratamiento sin herbicidas el que presentó un significativo menor número de granos por panícula, debido, probablemente, a la alta competencia con el hualcacho. Entre los herbicidas, el tratamiento a base de Bensulfurón presentó un significativo menor número de granos/panícula que Molinate (Cuadro 7).

**CUADRO 7. Efecto de cuatro tratamientos herbicidas y de dos alturas de agua sobre el número de granos/panícula en arroz, cv. Diamante-INIA. Chillán, 1990/91**

**TABLE 7. Effect of four herbicide treatments and two water depths on rice grain number/panicle, cv. Diamante-INIA. Chillán, Chile, 1990/91**

Herbicidas	Dosis, kg o L/ha i.a. <sup>1</sup>	Granos/panícula		
		5 cm	10 cm	Promedio
Molinate	4,0	87,0	84,4	85,7 a
Bensulfurón	0,072	63,7	73,7	68,7 b
Bensulfurón + Molinate	0,06 + 2,0	75,2	74,1	74,7 ab
Sin control	-	22,6	31,4	27,0 c
Promedio herbicidas		62,2 A	65,9 A	

<sup>1</sup>i.a.: ingrediente activo.

C.V. para control de malezas: 12,5%; C.V. para altura de agua: 23,2%. Valores con iguales letras mayúsculas en la misma línea, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ). Valores con iguales letras minúsculas en la columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

**Rendimiento en grano**

En ambas temporadas, el rendimiento aumentó significativamente cuando las malezas se controlaron con herbicidas (cuadros 8 y 9). En la primera temporada, con baja presión de hualcacho, el rendimiento de arroz sólo fue superior con la aplicación de herbicida, en tanto que la altura de la lámina de agua no lo afectó significativamente; mientras que la segunda temporada, con una mayor presión de *Echinochloa* sp, la altura de agua determinó que el rendimiento fuera significativamente mejor con 10 cm de agua cuando se usó control químico de malezas, pero sin uso de herbicida, la altura de la lámina de agua no tuvo efecto en el rendimiento. Al comparar entre herbicidas, se observó que Bensulfurón presentó un rendimiento significativamente menor cuando la lámina de agua fue de 5 cm, mientras que a 10 cm de agua la diferencia sólo fue significativa con la mezcla de Molinate + Bensulfurón (Cuadro 9).

**CUADRO 8. Efecto de la altura de agua y el control de malezas sobre el rendimiento (qqm/ha) de arroz (15% humedad). Diamante-INIA. Chillán, 1989/90**

**TABLE 8. Effect of water depth and chemical control of *Echinochloa* sp on rice grain yield (qqm/ha). Diamante-INIA. Chillán, Chile, 1989/90**

Altura de agua	Sin control de malezas	Con control de malezas	Promedio
5 cm	53,7	77,2	65,5 a
10 cm	68,6	79,1	73,9 a
Promedio control de malezas	61,2 B	78,2 A	

C.V. para control de malezas: 4,0%; C.V. para altura de agua: 7,6%. Valores con iguales letras mayúsculas, en una misma línea, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ). Valores con iguales letras minúsculas, en una misma línea, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

**CUADRO 9. Efecto de cuatro tratamientos herbicidas y de dos alturas de agua en el rendimiento de arroz (qqm/ha). cv. Diamante-INIA. Chillán, 1990/91**

**TABLE 9. Effect of four herbicide treatments and two water depths on rice grain yield (qqm/ha). cv. Diamante-INIA. Chillán, Chile, 1990/91**

Herbicidas	Dosis, kg o L/ha i.a. <sup>1</sup>	Rendimiento		
		5 cm	10 cm	Diferencia
Molinate	4,0	49,4 a	58,8 ab	-9,4*
Bensulfurón	0,072	33,3 b	54,5 b	-21,3**
Bensulfurón + Molinate	0,06 + 2,0	54,5 a	64,5 a	-9,9*
Sin control	-	7,6 c	9,1 c	-1,4 N.S.

i.a.: ingrediente activo.

C.V. para control de malezas: 8,7%; C.V. para altura de agua: 10,7%. D.M.S. para control de malezas al 1% = 11,6; al 5% = 7,8. Valores con iguales letras, en una misma columna, no difieren estadísticamente, según Prueba de Duncan ( $P > 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en el rendimiento parecen estar muy ligados al efecto que hubo sobre el número de panículas por m<sup>2</sup> y la tendencia a un menor rendimiento con 5 cm que con 10 cm de lámina de agua, puede deberse al mayor número de malezas, aunque en algunos casos puede también deberse a una menor temperatura del agua, ya que tanto con Molinate, sólo como en mezcla con Bensulfurón, el grado de control fue igual.

### CONCLUSIONES

El aumento de altura de la lámina de agua de 5 a 10 cm produjo una disminución de la población de hualcacho (*Echinochloa* sp), en ambas temporadas y aunque no siempre significó una menor fitomasa de la maleza, la disminución que logró fue importante. Los resultados indican que para maximizar el control de hualcacho es imprescindible utilizar un herbicida.

El herbicida Bensulfurón fue muy dependiente de la lámina de agua en su capacidad de eliminar hualcacho, ya que una variación de ésta de 10 a 5 cm significó un fuerte reducción en los niveles de control de *Echinochloa* sp.

Al no usar herbicidas, el rendimiento de arroz aumentó en forma importante al subir la lámina de agua en la primera temporada, mientras que una mayor presión de *Echinochloa* sp, como en 1990/91, determinó que el agua no fuera importante. Sin embargo, el aumento producido por el control químico de malezas fue importante en ambas temporadas, no siendo dependiente del agua con baja población de malezas, pero más efectivos con 10 cm de agua que con 5 cm con una alta presión de hualcacho.

El componente de rendimiento más afectado por la presión de competencia del hualcacho fue el número de panículas/m<sup>2</sup>. En cambio, el peso de los granos no fue afectado significativamente por el uso de los herbicidas ni por la altura de agua.

### RESUMEN

En la Estación Experimental Quilmapu del INIA, se realizaron dos ensayos, en las temporadas 1989/90 y 1990/91, para evaluar el efecto de la altura de agua con y sin aplicación de herbicidas en el control de *Echinochloa* sp.

En ambas temporadas hubo efecto del herbicida y la altura de agua, ya que disminuyeron la población emergida de la maleza, pero sólo la temporada 1989/90 hubo efecto en la fitomasa de *Echino-*

*chloa*. El ensayo de la segunda temporada mostró interacción entre el herbicida y la altura de agua, debido a que Bensulfurón fue dependiente de la lámina de agua en su capacidad de controlar la maleza, mientras que Molinate, y la mezcla de ambos, fueron independientes de la altura de agua.

**Palabras claves:** arroz, *Echinochloa* spp, manejo de agua, herbicidas.

LITERATURA CITADA

---

BHAN, V.M. 1983. Effects of hydrology, soil moisture, regime and fertility management on weed populations and their control in Rice. In: IRRI. Weed control in rice. Los Baños, Filipinas. p.: 47-56.

CATIZONE, P. 1983. Farmer's weed control Technology in rice. In: IRRI. Weed control in rice. Los Baños, Filipinas. p.: 183-192.

DE DATTA, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. IRRI. Los Baños, Filipinas. 618 p.

GOMEZ, K. and GOMEZ, A. 1983. Statistical Procedures for Agricultural research. 2nd Edition. IRRI. Philippines. 680 p.

ORMEÑO N., J. y GRAU B., P. 1988. Las principales malezas de importancia económica en el cultivo de arroz en Chile. Boletín Agrícola Shell 48(1): 6-11.

WILLIAMS F., J.; ROBERTS, S.R.; HILL, J.E.; SCARDACI, S.C. and TIBBITS, G. 1990. Managing water for weed control in rice. California Agriculture 44(5): 7-10.