

CLODINAFOP, NUEVO HERBICIDA PARA CONTROLAR SELECTIVAMENTE MALEZAS GRAMÍNEAS EN TRIGO. II. TOLERANCIA DE CULTIVARES PRIMAVERALES Y ALTERNATIVOS¹

Clodinafop, a new herbicide for the selective control of grass weeds in wheat. II. Selectivity on spring and alternative cultivars

Juan Ormeño N.² y Jorge Díaz S.³

S U M M A R Y

Four field trials were conducted during 1990/91 and 1991/92 seasons in the Central and Southern areas of Chile in order to evaluate the selectivity of 39 spring and alternative wheat cultivars to single postemergence applications of clodinafop, a new selective grass weeds herbicide. The formulation Clodinafop 240 g/L EC was used at rates of 42, 84, 168 and 240 g/ha. A non-commercial formulation of clodinafop 80 g/L EC was also used at similar rates. Data indicates that Clodinafop rates approaching the maximum recommended did not affect crop plants whereas some initial chlorosis and stunting was observed in overdose treatments. However, these adverse effects were of a transient nature and undetectable 60 days after spraying. Out of 39 wheat cultivars tested none appeared susceptible in terms of early visual assessments, and only Millaleu, Maqui, Ucaro-1 and Ucaro-2 showed plant height reductions. Other variables measured to determine clodinafop selectivity, such as plant height at 60 days after spraying, spikes/m², 1,000 grain weight, grains/spike, grain yield (qqm/ha), and hectoliter weight were unaffected by normally recommended rates of application of the herbicide, during the first or second year at each locality. Doubling and quadrupling these rates affected 3 and 5 cultivars, respectively, and only the spring cultivar Millaleu consistently showed lower selectivity to an overdose of the herbicide.

Key words: Clodinafop, wheat selectivity, grass herbicide, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento promedio nacional de trigo en Chile ha aumentado de 12 qqm/ha en la década de 1950 a cerca de 40 qqm/ha en los últimos

años (Cortázar, 1991). En el paquete tecnológico que ha hecho posible este aumento, destaca la creciente y masiva utilización de herbicidas, en especial a partir de la década de los 80. Actualmente se estima que más o menos la mitad de la superficie sembrada se trata con al menos una aplicación de herbicidas en la temporada, y el uso de herbicidas postemergentes es uno de los insumos que hacen más rentable el cultivo del trigo (Ormeño, 1993).

El control químico de malezas gramíneas en el cultivo de trigo, que también es una gramínea, sólo fue posible un par de décadas atrás. Así, el

¹Recepción de originales: 11 de diciembre de 1996.

Los autores agradecen la colaboración de Bolívar Vega O. y Marcelo Zapata R. y a CIBA-GEIGY de Chile por el financiamiento de parte de estos estudios.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 430, Correo 3, Santiago, Chile.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile.

año 1978 fue introducido a Chile diclofop-metil ((±)-2-[4-(2,4-diclorofenoxi) fenoxi] propanoico) formulado a 284 g/L como concentrado emulsible (EC), primer graminicida de amplio espectro de control (Díaz *et al.*, 1992; Pedreros, 1991; Ormeño, 1993). Para el control químico de avenilla, ballica y otras gramíneas, están registrados los herbicidas tralkoxidim (2-[etoxyimino]propil]-3-hidroxi-5-(2,4,6, trimetilfenil)-2-ciclohex-2-enona, mezclas fortificadas de diclofop-metil + fenoxaprop-etil (±)-2-[4-[(6-cloro-2-benzoxazolyl)oxi] fenoxi]propanoico + Antídoto (AFIPA, 1993).

De reciente registro es el graminicida selectivo clodinafop-propargyl(R)-2-[4-(5-cloro-3-fluoro-2-pyridinyl)oxy]phenoxy]-propionato, el que viene formulado con el antídoto cloquintocet-mexyl (5-cloro-8-quinolinoxyacetic acid-2-heptil-ester) para darle un mayor rango de selectividad sobre el trigo. Chile fue uno de los primeros países en introducir clodinafop 240 g/L + 60 g/L de antídoto concentrado emulsible (EC), el que a las dosis recomendadas 60 a 72 g/ha (AFIPA, 1993), ha probado ser un eficaz controlador de las principales malezas gramíneas que crecen en la zona centro-sur del país (Ormeño y Díaz, 1995). Clodinafop pertenece al grupo químico de los aryloxfenoxi-propionatos, el mismo grupo al cual pertenece diclofop-metil y que tienen como modo de acción la inhibición de la síntesis de ácidos grasos actuando a nivel de la enzima acetilcoenzima A carboxilasa (Shimabukuro, 1990; Worthing y Hance, 1991).

El objetivo de estos ensayos fue evaluar la selectividad de la formulación comercial de clodinafop 240 g/L EC junto con una experimental de 80 g/L EC, aplicadas en dosis crecientes sobre distintos cultivares de trigo de hábito alternativo y primaveral, tanto de pan (*Triticum aestivum* L.) como candeales (*Triticum durum* L.), todos ellos ampliamente utilizados por agricultores de la zona central, centro-sur y sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayos en la zona central

Los ensayos de campo se realizaron durante las temporadas 1990/91 y 1991/92 en terrenos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile (33° 34' Lat. S y 70° 38' Long. W).

Las diferentes dosis y épocas de aplicación del herbicida clodinafop en ambas temporadas se presentan en el Cuadro 1. Todas las aplicaciones se efectuaron con temperaturas entre 15 y 20 °C a nivel de suelo, sin viento o brisa leve, cielo despejado y con luz solar incidente. En ambas temporadas no se observó lluvia durante las 48 horas siguientes después de cada una de las aplicaciones de los herbicidas.

Las aplicaciones se realizaron con una pulverizadora de ensayos manual, accionada con anhídrido carbónico (CO₂) equipada con una barra con 4 boquillas de abanico plano modelo 4110-12 operada a una presión constante de 30 lb/pulg² y a una velocidad aproximada a 3,0 km/h de modo de entregar un gasto de 208 L/ha.

Los diferentes cultivares de trigo utilizados en la temporada 1990/91 se presentan en el Cuadro 2 y los de la temporada 1991/92 en el Cuadro 3.

Los tratamientos herbicidas se dispusieron en el terreno utilizando una adaptación del Diseño Aumentado de Federer y Raghavarao (1975), el que permitió estudiar el efecto de los tratamientos herbicidas sobre un gran número de cultivares sin necesidad de repetir todos los tratamientos, exceptuando los tratamientos controles que sirven para determinar heterogeneidad ambiental. Para este efecto, en forma aleatoria se sembraron los cultivares en franjas de 20 m de largo agrupadas de 8 cultivares en cada bloque. En forma perpendicular a la siembra y dentro de cada uno de los cultivares se dispusieron seis tratamientos herbicidas, de manera tal de dejar siempre los tratamientos controles o testigos intercalados

con los tratamientos con herbicidas para mantener la ortogonalidad dentro de cada bloque. El tratamiento control fue repetido cuatro veces. Todos los tratamientos herbicidas y los controles fueron desmalezados manualmente de manera de mantener las parcelas sin competencia de malezas durante todo el ciclo de crecimiento.

El primer año se usaron parcelas experimentales de 2,7 x 2,0 m con 8 hileras de trigo y el segundo año se redujeron a parcelas 1,8 m x 2,0 m con 6 hileras de trigo. En ambas temporadas se utilizaron entre hileras de 0,3 m; la siembra se realizó en forma manual usando una dosis de semilla general de 160 kg/ha.

En ambas temporadas la fertilización NPK se realizó de acuerdo a los resultados del análisis de suelo efectuado previo a la siembra. No se utilizó ningún otro tipo de pesticidas en el cultivo.

Se realizaron dos apreciaciones visuales de fitotoxicidad a los 15 y 30 días después de la aplicación de los herbicidas (DDA). La altura de las plantas de trigo se midió a los 45 y 90 DDA. Los componentes de rendimiento: (1) número de espigas se determinó de una muestra de 0,5 x 0,5 m sacada del centro de cada parcela experimental; (2) número y peso de granos por espigas se calculó de una submuestra de 10 espigas sacadas al azar; (3) peso del hectolitro se calculó de una submuestra de 250 g; (4) el peso de 1.000 granos se determinó contando 200 granos de aquellos obtenidos como (5) rendimiento final en grano. En la cosecha final se sacaron 5,15 m² en la primera temporada y 3,35 m² en la segunda, para lo cual se utilizó una cosechadora de ensayos estacionaria.

Una vez realizados los análisis estadísticos individuales en cada cultivar y en cada variable cuantificada, los resultados se ordenaron de

Cuadro 1. Dosis (g/ha) y fechas de aplicación del herbicida clodinafop para probar selectividad sobre distintos cultivares de trigo primaverales de pan y candeales. INIA La Platina, Santiago

Table 1. Clodinafop rates (g/ha) and application dates used for testing herbicide selectivity on spring and durum wheat cultivars. INIA La Platina, Santiago

Herbicida	Dosis (g/ha)	Fecha de aplicación	Días desde emergencia	Escala Feekes
<u>Ensayo temporada 1990/91 (siembra 17.07.90)</u>				
1. Clodinafop ¹	42	02.08.1990	36	2
2. Clodinafop	84	22.08.1990	36	2
3. Clodinafop	168	22.08.1990	36	2
4. Clodinafop	42	10.09.1990	55	3
5. Clodinafop	84	10.09.1990	55	3
6. Clodinafop	168	10.09.1990	55	3
7-10. Desmalezados				
<u>Ensayo temporada 1991/92 (siembra 04.07.91)</u>				
1. Clodinafop ²	60	01.09.1991	58	3
2. Clodinafop	120	01.09.1991	58	3
3. Clodinafop	240	01.09.1991	58	3
4. Clodinafop ¹	72	01.09.1991	58	3
5. Tralkoxydim	200	01.09.1991	58	3
6. Diclofop-metil	560	01.09.1991	58	3
7-10. Desmalezados				

¹Clodinafop 240 g/L + 60 g/L antídoto Concentrado Emulsible.

²Clodinafop 80 g/L + antídoto Concentrado Emulsible.

Cuadro 2. Resumen de los efectos que los tratamientos herbicidas en conjunto tuvieron sobre las variedades de trigo en cada una de las variables cuantificadas en el ensayo.
INIA La Platina. Santiago. 1990/91

Table 2. Overall effects of herbicide treatments on each cultivar and variables used in the field trials. INIA La Platina. Santiago. 1990/91

Cultivar	Variables cuantificadas									Total
	F1	F2	A1	A2	NE	GE	PH	PMG	R	
Trigos de pan										
1. Lilén	0 ¹	0 ¹	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0
2. Reihue	0	0	0	0	1	0	0	2	2	5
3. Maitén	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4. Talhuén	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
5. Marisol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Victoria	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
7. Claudia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Onda	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
9. Nobo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
10. Millaleu	0	0	1	0	0	0	2	0	1	4
11. Patagua	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
12. Canelo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
13. Maqui	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
14. SNA210	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
15. SNA102	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
16. SNA204	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
17. Peumo	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Trigos candeales										
18. Aromo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
19. Licán	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
20. Chagual	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
21. Chonta	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
22. Ucarol	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3
23. SNA311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	3	0	4	4	13	9	6	

¹F1 = Fitotoxicidad 15 DDA; F2 = Fitotoxicidad 30 DDA; Escala: 0 = sin daño aparente, 10 = muerte de plantas. El valor numérico en la columna indica la sumatoria total del número de veces en que el valor de la evaluación visual de fitotoxicidad fue $\geq 3,0$ en cada tratamiento herbicida.

²El valor numérico en la columna indica la sumatoria total del número de veces en que el valor de la variable fue igual o menor al límite inferior de confianza de los controles en cada tratamiento herbicida ($P < 0,05$).

Variables: A1 = Altura de planta 45 DDA; A2 = Altura de planta 90 DDA; NE = Número de espigas/m²; GE = Granos por espigas; PMG = Peso de mil granos; PH = Peso del hectolitro; R = Rendimiento qqm/ha.

manera tal de poder tener una apreciación general del efecto de clodinafop. Para esto, dentro de cada una de las variables cuantificadas, se sumó el número de veces en que algún tratamiento herbicida redujo el valor de la variable por debajo del límite de confianza, es decir, se

produjeron diferencias significativas con los testigos desmalezados. Así, los resultados obtenidos se presentan como el efecto que tuvieron el conjunto de los tratamientos herbicidas (exceptuando los controles) sobre cada una de las variedades en forma individual (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 3. Resumen de los efectos que los tratamientos herbicidas que en conjunto tuvieron sobre las variedades de trigo en cada una de las variables cuantificadas en el ensayo. INIA La Platina. Santiago. 1991/92

Table 3. Overall effects of herbicide treatments on each variable and cultivar used in the field trials. INIA La Platina. Santiago. 1991/92

Cultivar	Variables cuantificadas									Total
	F1	F2	A1	A2	NE	GE	PH	PMG	R	
Trigos de pan										
1. Lilén	0 ¹	0 ¹	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0 ²	0
2. Reihue	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
3. Maitén	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Talhuén	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Victoria	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
6. Claudia	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
7. Onda	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3
8. Nobo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Millaleu	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
10. Maqui	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
11. SNA102	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
12. SNA201	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
13. SNA205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14. SNA210	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15. SNA220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. Peumo	0	0	0	0	1	1	0	1	1	4
17. Chacay	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Trigos candeales										
18. Licán	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
19. Chagual	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
20. Chonta	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
21. Ucaro1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
22. Ucaro2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	4
23. Ucaro3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
24. SNA311	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
Total	1	0	1	5	13	4	9	9	4	

¹F1 = Fitotoxicidad 15 DDA; F2 = Fitotoxicidad 30 DDA; Escala: 0 = sin daño aparente, 10 = muerte de plantas. El valor numérico en la columna indica la sumatoria total del número de veces en que el valor de la evaluación visual de fitotoxicidad fue $\geq 3,0$ en cada tratamiento herbicida.

²El valor numérico en la columna indica la sumatoria total del número de veces en que el valor de la variable fue igual o menor al límite inferior de confianza de los controles en cada tratamiento herbicida.

Variables: A1 = Altura de planta 30 DDA; A2 = Altura de planta 60 DDA; NE = Número de espigas/m²; GE = Granos por espigas; PMG = Peso de mil granos; PH = Peso del hectolitro; R = Rendimiento qqm/ha.

Asimismo, para tener una estimación de la respuesta de todas las variedades en conjunto a un tratamiento herbicida en particular, dentro de cada dosis de clodinafop se sumó el total de veces en que cada cultivar fue estadísticamente diferente a los testigos desmalezados. De esta

forma, en el Cuadro 4 para cada tratamiento herbicida utilizado se presenta la suma total del número de cultivares, en que el valor de la variable cayó por debajo del límite de confianza establecido por los tratamientos testigos.

Cuadro 4. Resumen de los efectos de cada uno de los tratamientos de Clodinafop sobre el conjunto de variedades de trigo en cada una de las variables cuantificadas. INIA La Platina. Santiago

Table 4. Overall response of wheat cultivars to each herbicide treatment for each variable measured. INIA La Platina. Santiago

Herbicida y dosis g/ha	Variables cuantificadas									Total
	F1	F2	A1	A2	NE	GE	PH	PMG	R	
<u>Temporada 1990/1991</u>										
Clodinafop 42 ³	0 ¹	0 ¹	0 ²	0 ²	1 ²	1 ²	1 ²	2 ²	0 ²	5
Clodinafop 84	0	0	0	0	1	1	2	1	2	7
Clodinafop 168	0	0	1	0	0	1	3	2	1	8
Total época 1	0	0	1	0	2	3	6	5	3	20
Clodinafop 42	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3
Clodinafop 84	0	0	1	0	1	0	3	1	1	7
Clodinafop 168	0	0	0	0	1	1	2	2	2	8
Total época 2	0	0	2	0	2	1	7	3	3	18
Total	0	0	3	0	4	4	13	8	6	
<u>Temporada 1991/1992</u>										
Clodinafop 60 ⁴	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Clodinafop 120	0	0	0	1	2	1	2	3	0	9
Clodinafop 240	0	0	1	3	4	0	3	1	3	15
Clodinafop 72 ³	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
Tralkoxydim 200	0	0	0	0	3	1	2	1	0	7
Diclofopmetil 560	1	0	0	0	2	1	1	3	0	8
Total	1	0	1	5	13	4	9	9	4	

¹F1 = Fitotoxicidad 15 DDA; F2 = Fitotoxicidad 30 DDA; Escala: 0 = sin daño aparente, 10 = muerte de plantas. Cada valor numérico es la sumatoria total del número de veces en que el valor de la evaluación visual de fitotoxicidad fue $\geq 3,0$ en cada cultivar.

²Cada valor numérico es la sumatoria total del número de veces en que el valor de la variable fue igual o menor al límite inferior de confianza de los controles en cada cultivar ($P < 0,05$).

Variables: A1 = Altura de planta 30 DDA; A2 = Altura de planta 60 DDA; NE = Número de espigas/m²; GE = Granos por espigas; PMG = Peso de mil granos; PH = Peso del hectolitro; R = Rendimiento qqm/ha.

³Clodinafop 240 g/L.

⁴Clodinafop 80 g/L.

Ensayos en la zona sur

Durante la temporada 1990/91 se realizaron dos ensayos de campo en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, ubicado cerca de la ciudad de Temuco, Chile (38° 41' Lat. S y 72° 25'

Long. W). El primer ensayo de campo se estableció el 26.06.90 e incluyó seis cultivares alternativos y el segundo se estableció el 04.09.90 e incluyó cuatro cultivares primaverales (Cuadro 6). Ambos ensayos se sembraron y fertilizaron de igual forma como se hicieron los ensayos en la zona central.

Cuadro 5. Dosis y fechas de aplicación del herbicida clodinafop utilizadas para probar la susceptibilidad de distintos cultivares de trigo alternativo y primaveral. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Table 5. Clodinafop rates (g/ha) and application dates used for testing herbicide selectivity on spring and alternative wheat cultivars. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

	Dosis (g/ha)	Fecha de aplicación	
		Alternativos	Primaverales
1. Clodinafop ¹	42	27.08.1990	15.10.1990
2. Clodinafop	84	27.08.1990	15.10.1990
3. Clodinafop	96	27.08.1990	15.10.1990
4. Clodinafop	168	27.08.1990	15.10.1990
5. Clodinafop	240	27.08.1990	15.10.1990
6. Desmalezado	-	-	-

¹Clodinafop 240 g/L + antídoto.

En ambos ensayos se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. De cada cultivar se sembraron 7 hileras espaciadas a 20 cm en forma aleatoria en cada bloque. Sobre cada uno se aplicaron los tratamientos herbicidas los que totalizaron 36 (6 cultivares alternativos x 6 herbicidas) y 24 (4 cultivares primaverales x 6 herbicidas) en cada ensayo. El listado de los tratamientos utilizados se presenta en el Cuadro 5.

Los herbicidas se asperjaron con una pulverizadora de ensayos tipo bicicleta accionada con aire comprimido a una presión de 2,1 kg/cm², velocidad de 3,0 km/h y un gasto resultante de 200 L/ha. Las malezas latifoliadas y gramíneas que emergieron en los tratamientos fueron controladas manualmente cada vez que fue necesario, de manera de evitar la competencia de malezas.

Se realizaron dos apreciaciones visuales de fitotoxicidad, a los 15 y 30 DDA. La altura de planta se determinó en 5 plantas elegidas al azar durante la anthesis del cultivo, el día 12.12.90 (106 DDA) para los alternativos y el 20.12.90 (65 DDA) para los primaverales.

El número de espigas/m² se determinó de una muestra de 0,5 x 0,5 m sacada del centro de cada parcela experimental el 04.02.91. La fitomasa se determinó al estado de espigadura el 05.12.90 y al estado de grano lechoso el 01.01.91 en el primer y segundo ensayo, respectivamente, en una superficie de 2,0 x 0,2 m.

La cosecha de los ensayos se realizó cortando las plantas en forma manual y luego trillándolas con una cosechadora estacionaria experimental. De una superficie de 2,0 x 0,6 m se determinó rendimiento, peso de granos y peso del hectolitro.

Los resultados se presentan como el efecto que tuvieron el conjunto de los tratamientos herbicidas sobre cada uno de los cultivares en forma individual, tal como se realizó con los resultados en Santiago.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos en la zona central

Durante la primera temporada no se observaron mayores efectos fitotóxicos de clodinafop sobre ningún cultivar en particular, tanto en la primera como en la segunda época de evaluación visual (Cuadro 2, F1 y F2). En efecto, a los 15 DDA sólo en algunas evaluaciones individuales se observó una leve clorosis localizada sobre la lámina y sólo en la dosis mayor del herbicida. Sin embargo, ninguno de los valores de fitotoxicidad visual fueron iguales o mayores a 3,0, por lo que no aparecen en los cuadros con los resultados. A los 30 DDA fue muy difícil distinguir esta decoloración, indicando la temporalidad del efecto (Cuadro 3). La intensidad de decoloración observada fue más intensa en las plantas tratadas con la dosis normal de diclofometil y tralkoxydim que con la sobredosis de clodinafop.

En la primera temporada, la altura de planta de los cultivares no fue afectada por ninguna de las dosis y épocas de aplicación de clodinafop,

excepto en la primera evaluación, en los cultivares Millaleu, Maqui y Ucaro-1, que presentaron valores de altura significativamente menores a los controles, aunque a los 90 DDA no fue posible detectar diferencias en ningún cultivar (Cuadro 2, A1 y A2). De acuerdo a la información obtenida en la segunda temporada las evaluaciones de altura se adelantaron en 15 y 30 días. Es importante indicar que aunque no se encontró mayores efectos sobre la altura de plantas entre los cultivares, durante los primeros 7 a 10 DDA, se pudo apreciar que a la dosis cuádruple de 240 g/ha, todas las plantas tratadas se veían de una menor altura que el resto de los tratamientos, pero este efecto fue temporal, ya que después de dos semanas fue difícil distinguir las plantas afectadas de las sanas y, consecuentemente, no fue posible detectarlo en toda su magnitud cuando se midió la altura de las plantas a los 30 DDA.

Aunque no fue posible encontrar una relación entre los resultados de ambas temporadas, de las cinco observaciones en que la altura se afectó por el herbicida, tres correspondieron a la dosis de 240 g/ha (Cuadro 4, A1 y A2). El cultivar Ucaro-2 fue el único en que este efecto negativo se observó en las dos temporadas de evaluación (Cuadro 2 y Cuadro 3, respectivamente).

De las 138 observaciones realizadas en la primera temporada (23 cultivares x 6 tratamientos de clodinafop), respecto al número de espigas/m², sólo los cultivares Reihue, Nobo, Peumo y Licán fueron significativamente menores a los controles respectivos (Cuadro 2, NE). En la siguiente temporada, de las 144 observaciones empleadas, 13 fueron menores a los testigos y correspondieron a los cultivares Reihue, Victoria, Claudia, Onda, Maqui, SNA102, Peumo, Licán, Chonta, Ucaro-1, Ucaro-2 y Ucaro-3 (Cuadro 3, NE). En la primera temporada no fue posible encontrar una correlación entre las dosis mayores de clodinafop y la respuesta negativa de cada cultivar, aunque en la segunda temporada clodinafop en la dosis de 240 g/L en conjunto,

produjo las mayores reducciones (Cuadro 4, NE).

En la primera temporada, el número de granos/espiga sólo fue afectado en los cultivares Victoria, Maqui, Aromo y Chonta (Cuadro 2, GE) y en la segunda temporada en Reihue, Millaleu, Peumo y Chonta (Cuadro 3, GE). No fue posible, en este caso, encontrar relación entre las mayores dosis de clodinafop con la reducción en el número de granos por espiga de cada cultivar (Cuadro 4, GE), sugiriendo que esto se debió más bien a un error experimental que a un efecto del herbicida propiamente tal.

La calidad del grano, medido como peso de 1.000 granos (PMG) y, especialmente, peso del hectolitro (PH), fueron muy uniformes en los tratamientos controles, lo que resultó en varianzas pequeñas y por ende límites de confianza estrechos en ambas temporadas (Cuadros 2 y 3). No fue posible encontrar alguna relación entre las mayores dosis de clodinafop y las mayores reducciones en estas variables excepto con el pH en aplicaciones tempranas y dosis dobles y cuádruples de la formulación clodinafop 80 g/L EC (Cuadro 4).

En el PMG sólo los cultivares Chagual y Chonta aparecieron con menores valores en ambas temporadas. Hay que indicar que en el segundo año, de los cinco cultivares afectados (Cuadro 3), SNA-201, SNA-311 y Chagual presentaron una respuesta negativa uniforme al sobre dosificar el herbicida (Cuadro 4, PMG).

Es importante destacar que el rendimiento final de ninguno de los 29 cultivares evaluados en Santiago fue afectado por la dosis normal de clodinafop sino que sólo por las dosis dobles o cuádruples (Cuadro 4, R). En efecto, el rendimiento de cinco cultivares, Reihue, Millaleu, Chagual, Chonta y Ucaro-1, cayó fuera de los límites inferiores en al menos una dosis de herbicida utilizada durante la primera temporada (Cuadro 2, R). En la segunda temporada cuatro cultivares fueron afectados: Onda, Millaleu,

Peumo y SNA-311 (Cuadro 3, R). Entre los cultivares que presentaron mayor susceptibilidad general, solamente en Millaleu fue posible encontrar concordancia entre la reducción de producción y la sobre dosificación de clodinafop en ambos años (Cuadros 2 y 3, R). En efecto, al revisar los resultados obtenidos, Clodinafop aplicado a cuatro veces la dosis recomendada (168 g/ha aplicado tarde en 1990/91 y 240 g/ha en 1991/92) fue el único tratamiento que redujo significativamente el rendimiento de Millaleu.

El rendimiento de 15 cultivares: Lilén, Maitén, Talhuén, Victoria, Marisol, Claudia, Patagua, Canelo, Maqui, SNA-210, SNA-102, SNA-204, Chacay, Aromo y Licán, no fue afectado por ninguna de las dosis de herbicida utilizadas y en ninguna de las dos temporadas.

Ensayos en la zona sur

Cultivares Alternativos

En las observaciones visuales de fitotoxicidad realizadas a los 15 y 30 DDA no se detectaron síntomas en las plantas con clodinafop hasta la dosis de 168 g/ha (Cuadro 7, F1 y F2). Al quintuplicar la dosis mínima, esto es a 240 g/ha sólo a los 15 DDA se observó un leve retraso en el crecimiento de todos los cultivares ensayados, efecto que disminuyó rápidamente, ya que a los 30 DDA no fue posible observar diferencias entre las plantas tratadas y las testigos (Cuadro 6). Este mismo fenómeno se observó también en Santiago. Otto-Baer fue el único cultivar que se vio afectado en términos de altura de plantas, ya que a los 106 DDA aún presentó diferencias significativas tanto a las dosis cuadruplicadas y sextuplicadas de clodinafop (Cuadro 6, A y 7, A).

Cuadro 6. Resumen de los efectos que los tratamientos herbicidas en conjunto tuvieron sobre cada uno de los cultivares de trigo dentro de cada una de las variables cuantificadas en el ensayo. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Table 6. Overall effects of herbicide treatments on each cultivar and variables used to assess herbicide selectivity. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Cultivar	Variables cuantificadas									Total
	F1	F2	A	MS	NE	GE	PH	PMG	R	
Trigos alternativos										
1. Lumaco	0 ¹	0 ¹	0 ²	0 ²	0 ²	—	0 ²	0 ²	0 ²	0
2. Perquenco	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
3. Colono	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
4. Otto	0	0	1	0	0	—	0	0	0	1
5. Paleta	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
6. Peneca	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
Trigos primaverales										
7. Carahue	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
8. Malihue	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
9. Naofén	0	0	1	0	0	—	0	0	0	1
10. Dalcahue	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
Total	0	0	2	0	0	—	0	0	0	0

¹F1 = Fitotoxicidad 15 DDA; F2 = Fitotoxicidad 30 DDA; Escala: 0 = sin daño aparente, 10 = muerte de plantas. Cada valor numérico es la sumatoria total del número de veces en que el valor de la evaluación visual de fitotoxicidad fue 3,0 en cada tratamiento herbicida.

²Cada valor numérico indica el número de veces en que hubo efectos significativos debido a los tratamientos herbicidas de Clodinafop en relación a las plantas de trigo sin aplicar en cada cultivar ($P < 0,05$).

Variables: A = Altura de planta 65 DDA primaverales y 106 DDA alternativos; MS = Materia Seca Total (g/m²); NE = Número de espigas/m²; GE = Granos por espigas; PMG = Peso de mil granos; PH = Peso del hectolitro; R = Rendimiento qm/ha; — = Sin cuantificar.

No se observaron efectos adversos al sobre dosificar clodinafop sobre la producción de materia seca total, número de espigas/m², peso de 1.000 granos, peso del hectolitro y rendimiento en ninguno de los seis cultivares alternativos ensayados (Cuadro 7).

Cultivares Primaverales

A diferencia de lo ocurrido en los cultivares alternativos, todos los primaverales presentaron una clorosis leve de tipo localizada inmediatamente después de la aplicación, especialmente en las dos dosis mayores del herbicida. Este efecto desapareció completamente alrededor de los 15 DDA y, por esta razón, no aparecen va-

lores de fitotoxicidad en las evaluaciones posteriores.

Los resultados de fitotoxicidad visual obtenidos en Temuco concuerdan con aquellos obtenidos en ambas temporadas en Santiago. En efecto, incluso al cuadruplicar la dosis de clodinafop, el nivel de fitotoxicidad observado fue menor que el detectado con diclofop-metil aplicado a la dosis normal. Estos resultados sugieren que el antídoto cloquintocet-mexyl pudo haber tenido un rol importante en la reducción del tiempo de permanencia de las decoloraciones parciales de las hojas, síntoma que se detectó inmediatamente después de la aplicación.

Cuadro 7. Resumen de efectos de cada uno de los tratamientos de Clodinafop sobre el conjunto de variedades de trigo en cada una de las variables cuantificadas. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Table 7. Overall response of wheat cultivars to each herbicide treatment on each variable measured. INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Herbicida y dosis g/ha	Variables cuantificadas									Total
	F1	F2	A	MS	NE	GE	PH	PMG	R	
Clodinafop 42 ³	0 ¹	0 ¹	0 ²	0 ²	0 ²	-	0 ²	0 ²	0 ²	0
Clodinafop 84	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Clodinafop 96	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Clodinafop 168	0	0	1	0	0	-	0	0	0	1
Clodinafop 240	0	0	1	0	0	-	0	0	0	1
Total	0	0	2	0	0	-	0	0	0	

¹F1 = Fitotoxicidad 15 DDA; F2 = Fitotoxicidad 30 DDA; Escala: 0 = sin daño aparente, 10 = muerte de plantas. Cada valor numérico es la sumatoria total del número de veces en que el valor de la evaluación visual de fitotoxicidad fue $\geq 3,0$ en cada cultivar.

²Cada valor numérico indica el número de veces en que cada cultivar fue afectado significativamente por alguno de los tratamientos herbicidas de Clodinafop en relación a las plantas de trigo sin aplicar ($P < 0,05$).

Variables: A = Altura de planta 65 DDA primaverales y 106 DDA alternativos; MS = Materia Seca Total (g/m²); NE = Número de espigas/m²; GE = Granos por espigas; PMG = Peso de mil granos; PH = Peso del hectolitro; R = Rendimiento qm/ha; - = Sin cuantificar.

³Clodinafop 240 g/L.

Por otro lado y de igual forma que con los cultivares alternativos, la altura de las plantas fue la única variable afectada por las dos sobredosis mayores de clodinafop en los cultivares primaverales. Así, las plantas del cultivar Naofén tratadas con 240 g/ha fueron las únicas que a los 65 DDA presentaron diferencias significativas con las plantas testigos (Cuadros 6,A y 7,A).

No se observaron efectos negativos de aplicaciones dobles y cuádruples de clodinafop sobre la materia seca total, número de espigas/m², peso de 1.000 granos, peso del hectolitro y rendimiento en los cuatro cultivares primaverales de trigo.

CONCLUSIONES

Para obtener las conclusiones, se estimó conveniente ordenar la totalidad de los resultados obtenidos y observar la consistencia que ellos presentaban en cada uno de los parámetros evaluados. En el Cuadro 8 se presenta una síntesis de los efectos totales que tuvieron las dosis normales (n), dobles (2n) y cuádruples (4n) de clodinafop en cada una de las variables sobre los diferentes cultivares de trigo, independiente de la localidad, año y formulación utilizada.

Las aplicaciones de clodinafop en dosis entre 40 y 60 g/ha y que corresponden a las dosis recomendadas, hasta los 30 DDA no produjeron fitotoxicidad visual en ningún cultivar y en ninguna de las dos localidades. La duplicación y cuadruplicación de estas dosis tampoco resultó en algún grado de fitotoxicidad sobre las plantas de trigo.

De un total de 104 comparaciones realizadas para evaluar la altura de las plantas, sólo dos fueron significativamente menores a los testigos

sin herbicida. El hecho de duplicar la dosis de clodinafop no significó aumentar el efecto negativo sobre la altura de plantas. Sin embargo, al cuadruplicar la dosis el número de comparaciones donde sí se produjeron reducciones de altura, aumentó a tres en cada fecha de evaluación.

La aplicación de la dosis normal de clodinafop no afectó el rendimiento de ningún cultivar, en ningún año y en ninguna de las dos localidades donde se realizaron los ensayos. La duplicación de la dosis produjo una disminución de rendimiento en tres comparaciones, y la aplicación de la dosis cuádruple de clodinafop significó reducir el rendimiento en seis de un total de 52 comparaciones realizadas. Dentro de estas seis comparaciones, Millaleu podría señalarse como el único de todos los cultivares ensayados que consistentemente presentó una menor selectividad a las sobredosis de clodinafop en términos de rendimiento final.

La producción de grano de los cultivares Lilén, Maitén, Talhuén, Victoria, Marisol, Claudia, Patagua, Canelo, Maqui, SNA-210, SNA-102, SNA-204, Chacay, Aromo y Licán no fue afectada por ninguna de las sobredosis del herbicida utilizadas y en ninguna de las dos temporadas en Santiago. Asimismo, en Temuco no se observaron efectos negativos de las aplicaciones dobles, cuádruples y séxtuples de clodinafop sobre la producción de materia seca total, número de espigas/m², peso de 1.000 granos, peso del hectolitro y rendimiento en todos los cultivares ensayados.

El nuevo herbicida clodinafop es, por lo tanto, altamente selectivo sobre los principales cultivares de trigo panaderos y candeales cultivados en Chile.

Cuadro 8. Resumen del efecto total que tuvieron las dosis normales (n), dobles (2n) y cuádruples (4n) de clodinafop* en los diferentes cultivares de trigo en cada una de las variables cuantificadas. INIA La Platina, Santiago, 1990/91, 1991/92 e INIA Carillanca, Temuco, 1990/91

Table 8. Summary of the overall effect of clodinafop applied at the normal, doubled, and quadruple rates* on the different wheat cultivars for each variable considered for assessing herbicide selectivity. INIA La Platina. Santiago. 1990/91, 1991/92 and INIA Carillanca. Temuco. 1990/91

Variables	Número de comparaciones usadas			Total por variable
	Dosis de Clodinafop			
	Normal (n)	Doble (2n)	Cuádruple (4n)	
Fitotoxicidad 15 DDA	0	0	0	52
Fitotoxicidad 30 DDA	0	0	0	52
Altura plantas 30 DDA	1	1	3	52
Altura plantas 60 DDA	1	1	3	52
Materia seca total	0	0	0	10
Número espigas/m ²	2	4	5	52
Granos por espigas	1	2	2	47
Peso de mil granos	3	7	8	52
Peso del hectolitro	2	5	5	52
Rendimiento qqm/ha	0	3	6	52
Total comparaciones dosis de herbicida	10	23	32	473

*Se excluyeron del análisis los resultados obtenidos con las dosis 96 y 240 g/ha en Temuco.

RESUMEN

Se realizaron cuatro ensayos de campo durante las temporadas 1990/91 y 1991/92, en la zona central y en la zona sur, para evaluar la selectividad de 39 cultivares de trigo, de pan y can-deales, a aplicaciones de clodinafop, un nuevo herbicida selectivo para controlar malezas gramíneas en trigo.

Se utilizó la formulación 240 g/L + 60 g/L antidoto EC en dosis crecientes de 42, 84, 168 y 240 g/ha. En dosis similares también se usó la formulación experimental 80 g/L EC.

Los resultados obtenidos en ambas áreas agroecológicas indican que clodinafop aplicado en las dosis normales recomendadas, esto es entre 40 y 60 g/ha, no produjo efectos negativos sobre

los diferentes cultivares, y que duplicando o cuadruplicando estas dosis sólo ocasionaron decoloraciones locales y reducciones en altura de planta. Estos efectos desaparecieron rápidamente y ya a los 60 DDA no fueron visibles.

De los 39 cultivares ensayados, ninguno fue susceptible al herbicida en términos de fitotoxicidad visual; sólo Millaleu, Maqui, Ucaro-1 y Ucaro-2 fueron afectados en su altura en las primeras evaluaciones. Asimismo, en ningún cultivar y en ninguno de los otros parámetros, esto es espigas/m², peso de 1.000 granos, granos por espiga, peso del hectolitro y rendimiento, fueron afectados significativamente por las dosis máximas recomendadas, durante ningún año y en ninguna de las dos localidades. La duplicación

de la dosis produjo una disminución de rendimiento en tres y la cuadruplicación en cinco cultivares. Millaleu podría señalarse como el único cultivar que consistentemente presentó una menor selectividad a la sobre dosificación de clodinafop.

Palabras claves: Clodinafop, selectividad a herbicidas, graminicidas selectivos, trigo, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*.

LITERATURA CITADA

- WORTHING, C.R. AND HANCE, R.J. (eds.). 1991. The Pesticide Manual, A World Compendium. Ninth edition. Surrey, England. British Crop Protection Council. Unwin Brothers. 1.141 p.
- AFIPA. 1993. Manual Fitosanitario 1993-1994. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Plaguicidas Agrícolas A.G. (AFIPA). Gredos Ltda. Editores. 623 p.
- CORTÁZAR S., R. 1991. Investigación y rendimiento en trigo en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 51(3): 199-209.
- DÍAZ S., J.; ESPINOZA N., N.; ORMEÑO N., J.; ZAPATA R., M. 1992. Graminocidas postemergentes en trigo: selectividad y eficacia de control. Investigación y Progreso Agrícola Carillanca 11(2): 38-46.
- FEDERER W.T. AND RAGHAVARAO, D. 1975. On augmented designs. Biometrics 31: 29-35.
- ORMEÑO N., J. 1993. Avances en el control químico de malezas en trigo. Investigación y Progreso Agrícola La Platina 75: 29-36.
- ORMEÑO N., JUAN Y DÍAZ S. JORGE. 1995. Clodinafop, nuevo herbicida para controlar selectivamente malezas gramíneas en trigo. Eficacia de control sobre avenilla (*Avena fatua*), ballica (*Lolium multiflorum*), cola de zorro (*Cynosurus echinatus*) y pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius* spp. *bulbosum*). Agricultura Técnica (Chile) 55(2): 106-117.
- PEDREROS L., A. 1991. Control de malezas gramíneas en trigo. Investigación y Progreso Agrícola Quilamapu 48: 8-12.
- SHIMABUKURO, R.H. 1990. Selectivity and mode of action of postemergence herbicide diclofop-methyl. Plant Growth Reg. Soc. Am. Q. 18: 37-53.