

TOLERANCIA DE LENTEJA, CV. ARAUCANA-INIA, A LOS HERBICIDAS FLUAZIFOP-BUTIL, HALOXIFOP-METIL, QUIZALOFOP-ETIL Y SETOXIDIM¹

Tolerante of lentil cv. Araucana-INIA to fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, quizalofop-ethyl and sethoxydim

Nelson Espinoza N.², Jorge Díaz S.², Enrique Peñaloza H.² y Marcelo Zapata R.²

SUMMARY

The tolerance of lentil, cv. Araucana-INIA, to four grass systemic herbicides was evaluated at Carillanca Experimental Station (INIA), Temuco, Chile, during the 1986/87 and 1987/88 crop seasons.

The herbicides evaluated were fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, quizalofop-ethyl, and sethoxydim using mineral oil as adjuvant, at rates of 0.525, 0.120, 0.120 and 0.276 kg/ha, respectively, at lentil growth stages V₅/V₆ (5 to 6 vegetative nodes), V₁₀/V₁₂ (10 to 12 vegetative nodes) and R₁ (first bloom).

Neither phytotoxic symptoms nor reduction in lentil seed yield were observed with quizalofop-ethyl, haloxyfop-methyl and sethoxydim. However, evident chlorosis and necrotic symptoms developed on plants in all treatments with fluazifop-butyl. On the average, fluazifop-butyl reduced seed yield by 15% in 1986/87 and 23% in 1987/88 when compared with the weed free checks. Yield losses were expressed on reductions in pods/plant in 1986/87, and on increases in unproductive (empty) pods and lower seed weight in 1987/88.

Key words: *Lens culinaris*, tolerance, grass herbicides, growth stages.

INTRODUCCION

La lenteja (*Lens culinaris* Medik.) es un cultivo de lento crecimiento inicial, y por lo tanto, de escasa habilidad competitiva con las malezas (Friesen y Wall, 1986; Ormeño, 1981; Ramírez, 1984). Aun cuando se ha determinado que su período crítico de competencia ocurre en los primeros 40 días después de la emergencia (Ramírez, 1984), la lenteja puede estar expuesta a severas condiciones de competencia durante la mayor parte de su ciclo de vida, dependiendo del tipo de malezas, nivel de infestación, clima, y suelo.

Uno de los efectos más evidentes de las malezas en lenteja lo constituye la pérdida en rendimiento y calidad del grano. De acuerdo con estudios realizados en las zonas centro sur y sur de Chile, las pérdidas en rendimiento provocadas por malezas fluctúan alrededor de un 50%, con un 20 a 30% de disminución en el calibre del grano (Espinoza, 1982;

Pedrerros y Ormeño, 1989). Los efectos negativos de las malezas en el cultivo pueden prolongarse, hasta inclusive la cosecha, ocasionando desgrane, contaminación y desuniformidad en el secado del grano (Espinoza, 1991).

Dentro de las malezas que más frecuentemente se asocian con este cultivo, las gramíneas representan un grupo importante y de difícil control con implementos mecánicos o herbicidas suelo-activos. Los herbicidas sistémicos fluazifop-butyl, haloxyfop-metil, quizalofop-etil y setoxidim, han demostrado ser altamente eficaces en el control postemergente de este tipo de malezas (Blacshaw, Derksen y Mendel, 1990; Butler y Appleby, 1986; Espinoza, 1985; Espinoza y Zapata, 1988; Siddall y Cousins, 1982; Weston, 1990).

La adición de un adyuvante es una condición necesaria para un mejor control de malezas con fluazifop-butyl, haloxyfop-metil, quizalofop-etil y setoxidim (Buhler y Burnside, 1984; Espinoza y Zapata, 1988), debiendo, por lo tanto, mezclarse con un aceite mineral no fitotóxico, o alternativamente con el surfactante recomendado por el fabricante.

¹Recepción de originales: 13 de marzo de 1991.

²Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

En nuestro país, estos herbicidas han sido evaluados y recomendados en cultivos de leguminosas como fréjol (Nitsche, 1986) y arveja (Espinoza y Ormeño, 1989), desconociéndose su comportamiento en lenteja. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue determinar la tolerancia de lenteja a estos cuatro gramínicos, bajo las condiciones de campo de la zona sur del país.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se efectuaron durante las temporadas 1986/87 y 1987/88, en un suelo Andisol de la Estación Experimental Carillanca (INIA), Temuco. Se utilizó el cultivar Araucana-INIA, sembrado en dosis de 80 kg/ha, y a una distancia entre las hileras de 34 cm. La siembra se realizó la primera semana de agosto de cada año, fertilizándose con 44 kg de P y 21 kg de K/ha, localizados en el surco.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con cinco repeticiones, correspondiendo los tratamientos a los estados fenológicos del cultivo a la aplicación, y los subtratamientos a los herbicidas, con parcelas de 2 x 5 m.

Los herbicidas y dosis evaluados correspondieron a fluazifop-butil (0,525 kg/ha), haloxyfop-metil (0,12 kg/ha), quizalofop-etil (0,12 kg/ha), y setoxidim (0,276 kg/ha), comercializados en el país como H₁ Super, Galant, Assure, y Poast, respectivamente. Además, se incluyó en el experimento un testigo sin herbicida. Todos los herbicidas se aplicaron en mezcla con aceite Citroliv Miscible (1,5 L/ha), en tres estados fenológicos del cultivo (Cuadro 1), determinados de acuerdo a la descripción propuesta para lenteja por Erskine, Muehlbauer y Short (1990). Los herbicidas se aplicaron con un aspersor tipo

bicicleta, accionado con aire comprimido, utilizando una barra pulverizadora y boquillas "Tee Jet", calibradas para un gasto de 200 L/ha de agua y a una presión de 2,1 kg/cm².

Para evaluar lo más exactamente posible los efectos fitotóxicos de los herbicidas en el cultivo, éste se mantuvo sin malezas desde la emergencia a cosecha, a través de sucesivos controles manuales.

La fitotoxicidad se evaluó mediante notas visuales a los 20 y 60 días después de la aplicación de los herbicidas, utilizándose la escala de European Weed Research Council (Frans, 1972). A la cosecha se determinó el rendimiento, componentes de rendimiento, materia seca total (parte aérea), y calibre de grano. El rendimiento se obtuvo de una superficie de 2,04 m² en cada parcela y se expresó al 14% de humedad. Los componentes de rendimiento y materia seca se determinaron en una superficie de 0,17 m² en cada parcela.

Las diferencias entre los tratamientos herbicidas se determinaron según la Prueba de comparación múltiple de Duncan a un nivel de significancia de 5%, y diferencia mínima significativa (D.M.S.) cuando las interacciones fueron significativas.

RESULTADOS

Fitotoxicidad. Las plantas de lenteja no exhibieron síntomas de fitotoxicidad en ninguno de sus estados fenológicos, con las aplicaciones de haloxyfop-metil, quizalofop-etil y setoxidim (Cuadro 2). Sin embargo, fluazifop-butil aplicado en los tres estados, provocó síntomas de fitotoxicidad caracterizados por clorosis y necrosis en las hojas, principalmente de aquellas ubicadas en la mitad superior de la planta, y disminución del vigor de planta. Los síntomas fueron más evidentes 20 días después de la aplicación en

CUADRO 1. Estados fenológicos y altura promedio de las plantas de lenteja, en las fechas de aplicación de los herbicidas

TABLE 1. Lentil growth stages and average plant height at herbicide application dates

Fecha de aplicación		Altura planta (cm)		Estados fenológicos del cultivo ¹		Descripción de estados
86/87	87/88	86/87	87/88	86/87	87/88	
22 Sep.	26 Sep.	9,3	9,4	V ₅	V ₆	5 a 6 nudos vegetativos
16 Oct.	27 Oct.	15,3	23,0	V ₁₀	V ₁₂	10 a 12 nudos vegetativos
13 Nov.	13 Nov.	37,1	37,4	R ₁	R ₁	Inicio floración

¹Erskine, Muehlbauer y Short (1990).

CUADRO 2. Fitotoxicidad por efecto de los herbicidas aplicados en tres estados fenológicos, en lenteja cv. Araucana-INIA

TABLE 2. Phytotoxicity ratings of herbicide treatments in lentil cv. Araucana-INIA, applied at three growth stages

Estados fenológicos a la aplicación	Herbicidas y testigo	Dosis (kg/ha)	Fitotoxicidad ¹			
			1986/87		1987/88	
			20 DDA ²	60 DDA	20 DDA	60 DDA
V ₅ /V ₆	Fluazifop	0,525	3	2	3	2
	Haloxifop	0,120	1	1	1	1
	Quizalofop	0,120	1	1	1	1
	Setoxidim	0,276	na ³	na	1	1
	Testigo	-	1	1	1	1
V ₁₀ /V ₁₂	Fluazifop	0,525	2	2	3	2
	Haloxifop	0,120	1	1	1	1
	Quizalofop	0,120	1	1	1	1
	Setoxidim	0,276	na	na	1	1
	Testigo	-	1	1	1	1
R ₁	Fluazifop	0,525	2	2	3	2
	Haloxifop	0,120	1	1	1	1
	Quizalofop	0,120	1	1	1	1
	Setoxidim	0,276	na	na	1	1
	Testigo	-	1	1	1	1

¹Escala (1-9), en que 1 = ausencia total de síntomas y 9 = muerte del cultivo.

²DDA = Días después de la aplicación.

³na = no aplicado.

V₅/V₆ en ambas temporadas. Esta mayor fitotoxicidad se mantuvo en los estados fenológicos V₁₀/V₁₂ y R₁, durante la temporada 1987/88. La clorosis de las hojas desapareció gradualmente, comenzando a recuperar su tonalidad normal transcurridos los 60 días después de la aplicación; sin embargo, el menor vigor de las plantas tratadas con fluazifop-butil se mantuvo hasta la cosecha del cultivo, particularmente durante 1987/88.

Los tratamientos de herbicidas manifestaron diferentes niveles de significancia sobre la materia seca, rendimiento de grano, componentes del rendimiento y calibre de grano para las dos temporadas, observándose interacción significativa entre los estados fenológicos y herbicidas para las variables rendimiento de grano, vainas improductivas y calibre de grano durante 1987/88 (Cuadro 3).

Materia seca. El efecto promedio de los tratamientos herbicidas no fue significativo sobre la producción de materia seca del cultivo durante la temporada 1986/87. En 1987/88, sin embargo, fluazifop-butil redujo significativamente ($P \leq 0,05$) la materia seca respecto del testigo y demás herbicidas (Cuadro 4).

Rendimiento y componentes del rendimiento. El rendimiento no fue afectado por los herbicidas haloxifop-metil, quizalofop-etil y setoxidim, mientras que fluazifop-butil provocó un efecto depresivo significativo ($P \leq 0,05$) sobre esta variable (Cuadro 5). En promedio, las pérdidas atribuidas a este herbicida alcanzaron el 15% en 1986/87 y el 23% a la temporada siguiente, en comparación a los testigos. La interacción estados fenológicos x herbicidas fue significativa sólo en 1987/88, atribuida al menor rendimiento de las plantas tratadas con fluazifop-butil en los estados V₁₀/V₁₂ y R₁ (Cuadro 6).

Independiente de los estados fenológicos a la aplicación, fluazifop-butil redujo la producción de vainas totales/planta en 1986/87 y el peso de los granos en 1987/88, y aumentó las vainas improductivas en 1987/88, observándose una reducción consistente en ambas temporadas sólo en el número de vainas granadas/planta (Cuadro 5). La reducción significativa del número de vainas granadas/planta, en ambas temporadas, se explican por la menor producción de vainas totales/planta en 1986/87 ($P \leq 0,01$), y a un incremento de las vainas improductivas en 1987/88 ($P \leq 0,01$).

CUADRO 3. Niveles de significancia del ANDEVA para materia seca, rendimiento, componentes de rendimiento y calibre de grano en lenteja, cv. Araucana-INIA

TABLE 3. ANOVA for dry matter, yield, yield components, and seed diameter of lentil, cv. Araucana-INIA

Variables	Temporada	Fuentes de variación				
		Estados fenológicos	C.V. (%)	Herbicidas	C.V. (%)	Interacción Est. x Herb.
Materia seca	86/87	N.S.	10,3	N.S.	15,6	N.S.
	87/88	N.S.	22,4	**	12,7	N.S.
Rendimiento grano	86/87	N.S.	12,8	**	11,7	N.S.
	87/88	N.S.	9,4	**	9,7	*
Vaina total/planta	86/87	N.S.	16,6	**	16,4	N.S.
	87/88	N.S.	12,4	N.S.	17,9	N.S.
Vaina granada/planta	86/87	N.S.	21,8	*	22,4	N.S.
	87/88	N.S.	15,1	**	11,5	N.S.
Vaina improductiva	86/87	N.S.	29,8	N.S.	30,0	N.S.
	87/88	N.S.	20,3	**	14,9	**
Granos/vaina granada	86/87	N.S.	5,4	N.S.	5,0	N.S.
	87/88	N.S.	5,3	N.S.	4,0	N.S.
Peso grano	86/87	N.S.	10,3	N.S.	5,6	N.S.
	87/88	N.S.	5,3	**	4,6	N.S.
Calibre grano	86/87	N.S.	23,0	N.S.	10,4	N.S.
	87/88	N.S.	17,4	**	7,7	**

N.S.: no significativo; *significativo al 5%; **significativo al 1%.

CUADRO 4. Efecto promedio de los herbicidas sobre la materia seca de lenteja, cv. Araucana-INIA

TABLE 4. Mean effect of herbicides on dry matter of lentil, cv. Araucana-INIA

Herbicidas	Materia seca (kg/ha)	
	1986/87	1987/88
Fluazifop-butil	8.119	6.757b
Haloxifop-metil	8.421	8.505a
Quizalofop-etil	9.096	8.352a
Setoxidim	-	8.230a
Testigo	9.103	8.509a

Cifras con letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,05$).

Calibre de grano. No se observaron diferencias significativas en el calibre de grano, para las diferentes fuentes de variación en la temporada 1986/87. En la temporada siguiente, sin embargo, fluazifop-butil provocó una disminución en el calibre de grano, comparado con el testigo sin herbicida (Cuadro 5). El efecto depresivo del herbicida sobre este componente durante 1987/88, se manifestó principalmente cuando las aplicaciones se realizaron en V_{10}/V_{12} y R_1 , con reducciones de aproximadamente 10% respecto de la aplicación al estado fenológico V_5/V_6 (Cuadro 7).

CUADRO 5. Efecto promedio de herbicidas en el rendimiento, componentes de rendimiento, y calibre de grano en lenteja, cv. Araucana-INIA

TABLE 5. Mean effect of herbicides on yield, yield components, and seed diameter in lentil cv. Araucana-INIA

	Rendimiento grano (kg/ha)		Vainas totales/planta (Nº)		Vainas granadas/planta (Nº)		Vainas improductivas (%)		Peso de 100 granos (g)		Calibre 7 mm (%)	
	86/87	87/88	86/87	87/88	86/87	87/88	86/87	87/88	86/87	87/88	86/87	87/88
Fluazifop	2.600b	2.710b	48,4b	61,8	34,8b	40,7b	28,0	33,8a	7,4	6,5b	46,8	43,8b
Haloxifop	2.830ab	3.450a	57,2a	74,8	41,7a	54,0a	26,3	28,0cd	7,5	7,2a	49,3	51,4a
Quizalofop	3.060a	3.520a	60,1a	72,2	45,0a	49,1a	25,5	31,6ab	7,8	7,1a	50,0	51,4a
Setoxidim	-	3.460a	-	69,9	-	49,5a	-	29,3 bc	-	7,1a	-	51,4a
Testigo	3.070a	3.520a	56,6a	70,8	42,3a	52,6a	25,4	25,9d	7,6	7,2a	50,9	49,9a

Promedios seguidos por una misma letra en cada columna no difieren significativamente (Duncan, $P \geq 0,05$).

CUADRO 6. Interacción estados fenológicos a la aplicación x herbicidas para rendimiento (temporada 1987/88)

TABLE 6. Growth stage x herbicides interaction for seed yield (1987/88 season)

Estados fenológicos	Rendimiento (kg/ha)					Promedio estados fenológicos
	Fluazifop	Haloxifop	Quizalofop	Setoxidim	Testigo	
V ₅ /V ₆	3.150	3.370	3.590	3.660	3.510	3.450
V ₁₀ /V ₁₂	2.710	3.450	3.360	3.420	3.470	3.280
R ₁	2.260	3.520	3.600	3.290	3.600	3.260
Promedio de herbicidas y testigo ¹	2.710b	3.450a	3.520a	3.460a	3.520a	

¹Promedios de herbicidas y testigo con letras iguales no difieren significativamente (Duncan, $P \geq 0,05$).
D.M.S. ($\alpha = 0,05$) estados fenológicos x herbicidas = 418.

CUADRO 7. Interacción estados fenológicos a la aplicación x herbicidas para calibre de grano (temporada 1987/88)

TABLE 7. Growth stage x herbicides interaction for seed diameter (1987/88 season)

Estados fenológicos	Calibre de grano (% 7 mm)					Promedio estados fenológicos
	Fluazifop	Haloxifop	Quizalofop	Setoxidim	Testigo	
V ₅ /V ₆	50,5	50,9	50,6	55,7	48,7	51,3
V ₁₀ /V ₁₂	40,6	48,7	50,9	48,0	48,5	47,3
R ₁	40,2	54,7	52,6	50,6	52,6	50,1
Promedio de herbicidas y testigo ¹	43,8b	51,4a	51,4a	51,4a	49,9a	

¹Promedios de herbicidas y testigo con letras iguales no difieren significativamente (Duncan, $P \geq 0,05$).
D.M.S. ($\alpha = 0,05$) estados fenológicos x herbicidas = 7,10.

DISCUSION

La ausencia de diferencias en cada una de las variables evaluadas para los herbicidas haloxifop-metil, quizalofop-etil, setoxidim y las plantas controles, indica que el cultivo fue altamente tolerante a estos productos, independiente de los estados fenológicos al momento de la aplicación. El cultivo sólo fue susceptible a la aplicación de fluazifop-butil.

De acuerdo con la interacción estados fenológicos x herbicidas para rendimiento en la temporada 1987/88, la fitotoxicidad provocada por fluazifop-butil fue evidente sólo cuando la aplicación se realizó en los estados V_{10}/V_{12} y particularmente en R_1 . Sus efectos se tradujeron en reducción de la eficiencia reproductiva (incremento de vainas improductivas), y del peso del grano, probablemente asociados con

algún evento abortivo inducido por el herbicida, y con la menor producción de materia seca del cultivo.

Estudios realizados en Canadá (Friesen y Wall, 1986), indican que los herbicidas fluazifop-butil, haloxifop-metil y setoxidim, aplicados sin adyuvante y en iguales dosis a las evaluadas en este estudio, fueron selectivos en diferentes cultivares de lenteja. Estos resultados son similares a los obtenidos con haloxifop-metil, quizalofop-etil y setoxidim, aplicados con el adyuvante Citroliv Miscible en lenteja cv. Araucana-INIA, no así con el herbicida fluazifop-butil. En este sentido, la fitotoxicidad de fluazifop-butil, traducida en reducciones significativa del rendimiento, podría estar asociada a la combinación con el aceite mineral utilizado, o alguna característica genética del cv. Araucana-INIA que lo hace vulnerable al ingrediente activo de este herbicida, o a la mezcla con el aceite.

RESUMEN

Durante las temporadas 1986/87 y 1987/88, en la Estación Experimental Carillanca (INIA) se evaluó la tolerancia de lenteja, cv. Araucana-INIA, a cuatro herbicidas para el control de malezas gramíneas.

Los herbicidas y dosis correspondieron a fluazifop-butil (0,525 kg/ha), haloxifop-metil (0,120 kg/ha), quizalofop-etil (0,120 kg/ha) y setoxidim (0,276 kg/ha), aplicados en mezcla con aceite mineral, en los estados fenológicos del cultivo V_5/V_6 (5 a 6 nudos vegetativos), V_{10}/V_{12} (10 a 12 nudos vegetativos) y R_1 (inicio de floración).

Haloxifop-metil, quizalofop-etil y setoxidim fueron selectivos para el cultivo, mientras que fluazifop-butil provocó acentuados síntomas fitotóxicos como clorosis y necrosis en el follaje de las plantas. Esta menor tolerancia se tradujo en disminuciones de rendimiento de un 15% en la temporada 1986/87 y 23% en 1987/88. Las pérdidas de rendimiento se explican por un menor número de vainas/planta en 1986/87, y por una reducción en el peso del grano e incremento en el % de vainas improductivas durante 1987/88.

Palabras claves: *Lens culinaris*, tolerancia, graminicidas, estados fenológicos.

LITERATURA CITADA

- BLACKSHAW, R.E., DERKSEN, D.A. and MENDEL, H.H. 1990. Herbicide combinations for post-emergence weed control in sunflower (*Carthamus tinctorius*). *Weed Technology* 4: 97-104.
- BUHLER, D. and BURNSIDE, O. 1984. Effect of application factors postemergence phytotoxicity of fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl and sethoxydim. *Weed Science* 32: 574-583.
- BUTLER, J.H. and APPLEBY, A.P. 1986. Tolerance of red fescue (*Festuca rubra*) and bentgrass (*Agrostis* spp) to sethoxydim. *Weed Science* 34: 457-461.
- ERKSINE, W., MUEHLBAUER, F.J. and SHORT, R.W. 1990. Stages of development in lentil. *Experimental Agriculture* 26: 297-302.
- ESPINOZA N., NELSON. 1982. Pérdidas producidas por malezas. *Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca* 1 (3): 13-16.
- ESPINOZA N., NELSON. 1985. Antecedentes preliminares de nuevos herbicidas para el control de malezas gramíneas en la zona sur. *Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca* 4 (4): 10-12.

- ESPINOZA N., NELSON. 1991. Malezas y su control. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Est. Exp. Carillanca (Temuco). Boletín Técnico Nº 144. p.: 33-39.
- ESPINOZA N., NELSON y ORMEÑO N., JUAN. 1989. Las malezas en arveja y su control. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Est. Exp. Carillanca (Temuco). Serie Nº 10. p.: 139-152.
- ESPINOZA N., NELSON y ZAPATA R., MARCELO. 1988. Recomendaciones de herbicidas en raps para la IX y X Regiones. Temporada 1988-1989. Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca 7(1): 29-34.
- FRANS, R. 1972. Measuring plant responses. In: R. Wilkinson (ed.). Research Methods in Weed Science. 25 Anniversary Commemorative Issue of the Southern Weed Science Society. p.: 27-41.
- FRIESEN, G. and WALL, D. 1986. Tolerance of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to herbicides. Canadian Journal of Plant Science 66 (1): 131-139.
- NITSCHKE M., JORGE. 1986. Leguminosas de grano. I. Efecto de las malezas. Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina 30: 18-23.
- ORMEÑO N., JUAN. 1981. Controle bien y oportunamente las malezas en el cultivo de la lenteja. Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu 9: 7-9.
- PEDREROS L., ALBERTO y ORMEÑO N., JUAN. 1989. Epoca de control mecánico de malezas en lenteja. Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu 40: 32-33.
- RAMIREZ de V., ADRIANA. 1984. Control de Malezas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Est. Exp. La Platina (Santiago). Boletín Divulgativo Nº 99. 87 p.
- SIDDALL, C.J. and COUSINS, F.B. 1982. Annual and perennial grassweed control in sugar beet following sequential and tank mix applications of fluazifop-butyl and broad-leaved herbicides. In: Proceedings British Crop Protection Conference-Weeds. p.: 827-833
- WESTON, L.A. 1990. Cover crop and herbicide influence on row crop seedling establishment in no-tillage culture. Weed Science 38: 166-171.