

Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato

Puricelli, E. y D. Tuesca

RESUMEN

Se estudió el efecto del sistema de labranza con aplicación de glifosato como único método de control de malezas sobre la composición, riqueza y diversidad de las especies presentes en el cultivo de trigo y en barbechos de secuencias con cultivos de soja y maíz resistentes al herbicida durante 5 años. Los experimentos se realizaron en siembra directa y labranza convencional. La labranza produjo cambios en la comunidad de malezas ya que en trigo se observó mayor densidad total en labranza convencional mientras que la diversidad no varió entre sistemas de labranza. En los barbechos de ambas rotaciones, la densidad total fue mayor y la diversidad fue menor en siembra directa como consecuencia de la dominancia de *Parietaria debilis* (G.) Forster. Si bien en ambos sistemas de labranza, el único método de control estudiado fue la aplicación continua y exclusiva de glifosato, los cambios en la comunidad de malezas –incluyendo el aumento de *P. debilis* y la reducción de la densidad de las especies inicialmente presentes– pueden explicarse por la forma de uso de este herbicida.

Palabras clave: glifosato, soja, diversidad.

Puricelli, E. y D. Tuesca, 2005. Effect of tillage system on the weed community in wheat and fallows in sequences with glyphosate resistant crops. Agriscientia XXII (2): 69-78

SUMMARY

The effect of the tillage system on the weed community with glyphosate as an exclusive and continuous control method on weed composition, richness and diversity was studied over 5 years in a wheat crop and in fallows in sequences including soybean and corn cultivars resistant to glyphosate. The experiments were done in conventional and no-tillage. Tillage produced changes in the weed com-

Fecha de recepción: 13/12/04; Fecha de aceptación: 14/12/05

munity: in wheat, total weed density was higher in conventional tillage, whereas diversity did not change between tillage systems. In fallows of both rotations, total density was higher and diversity was lower in no-tillage as a result of the dominance of *Parietaria debilis* (G.) Forster. Although in both tillage systems the only control method studied was the continuous and exclusive application of glyphosate, changes in the weed community –including the increase in density of *P. debilis* and the reduction of the species initially present– can also be explained by the pattern of use of this herbicide.

Key words: glyphosate, diversity, soybean.

E. Puricelli y D. Tuesca. Cátedra de Malezas, Facultad de Ciencias Agrarias y Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario. S 2125 ZAA - CC 14, Zavalla, Santa Fe, Argentina. (puri@arnet.com.ar)

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos estudios sobre los cambios en las poblaciones de malezas cuando se comparan en el corto o largo plazo sistemas de labranza convencional y siembra directa en los cultivos de verano como soja y maíz y en trigo (Robinson *et al.*, 1984; Ball & Miller, 1990; Kapusta & Krauz, 1993; Tuesca *et al.*, 2001). Sin embargo, hay escasa información sobre dichos cambios en los barbechos entre cultivos de verano.

En estudios previos, en el cultivo de trigo la mayoría de las malezas presentes fueron latifoliadas, con semillas pequeñas, y su densidad no estuvo asociada con ningún sistema de labranza (Buhler & Oplinger, 1990; Tuesca *et al.*, 2001). Un grupo de latifoliadas con semillas pequeñas dispersadas por el viento presentó mayor densidad en siembra directa (Arshad *et al.*, 1994; Derksen *et al.*, 1994; Gill & Arshad 1995, Tuesca *et al.*, 2001). La predominancia de este grupo en siembra directa puede ser atribuida a su intolerancia al disturbio del suelo (Mann & Cavers, 1979; Frick & Thomas, 1992) o a la presencia de residuo de cultivo que favorece la retención, la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas (Feldman & Lewis, 1990; Feldman *et al.*, 1994).

Las malezas perennes son generalmente más abundantes en sistemas sin labranza (Staniforth & Wiese, 1985; Frick & Thomas, 1992); sin embargo, en un estudio previo en la región del presente experimento, la principal especie perenne fue *Cyperus rotundus* (L.), que mostró mayor densidad en sistemas de labranza convencional, lo que concuerda

con lo observado por Schippers *et al.* (1993).

La utilización de cultivos resistentes a glifosato ha aumentado la oportunidad de uso del herbicida en los sistemas agrícolas (Derksen *et al.*, 1999) independientemente del sistema de labranza empleado. Actualmente, en la Argentina, el glifosato puede ser utilizado en postemergencia del cultivo de soja, y con la reciente introducción del maíz resistente a este herbicida, su uso puede ser todavía mayor. Históricamente, la mayoría de los estudios en glifosato enfocaron el control de malezas poco antes de la siembra de los cultivos (Stougaard *et al.*, 1984) o el control en áreas no cultivadas (Dyer, 1994). En los últimos años, los estudios comenzaron a centrarse en aplicaciones en postemergencia de glifosato en cultivos de verano (Wait *et al.*, 1999). Así, está bien establecido que el glifosato puede proporcionar un control adecuado de malezas tanto en labranza convencional como en siembra directa en soja resistente a este herbicida (Krausz *et al.*, 1996, Lich *et al.*, 1997, Wethje & Walker, 1997). Sin embargo, no existen estudios sobre el control de malezas en distintos sistemas de labranza durante el barbecho entre cultivos de verano con glifosato como único herbicida.

La rotación de cultivos es una parte integral de la agricultura sostenible y puede afectar a las malezas, ya que los cultivos varían en su habilidad para competir con la flora espontánea (Zimdahl, 1980). Por otra parte, la especie cultivada determina el herbicida que puede ser utilizado selectivamente antes y durante su ciclo de crecimiento. Si bien hay una buena comprensión sobre la influencia de la rotación sobre la flora de malezas en los cultivos (Ball &

Miller, 1993), falta información sobre el efecto de la rotación en las malezas de los barbechos invernales. Asimismo, se conoce que los herbicidas aplicados en un período prolongado pueden reducir (Mahn, 1984) o mantener estable (Derksen *et al.*, 1995) la diversidad de malezas en los cultivos sin embargo no hay información de los efectos sobre la diversidad en el largo plazo en los barbechos entre cultivos estivales.

La comprensión de la respuesta de las malezas a las prácticas agrícolas puede ayudar a la elección del herbicida y a determinar el momento de control adecuado (Bhowmik, 1997). La reducción del uso de glifosato en barbechos puede ser económicamente atractiva, por lo cual el conocimiento de la especie de maleza presente en cada secuencia y sistema de labranza es de importancia práctica.

El objetivo del estudio fue analizar el efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos entre cultivos de verano resistentes a glifosato con aplicación de este herbicida como único método de control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el Campo experimental "J.F. Villarino" de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina) (Lat. 33° 01' S, Long 60° 53' O), desde 1997 a 2001. El suelo es un argiudol vértico con 3% de materia orgánica, 5% de arena, 70% de limo, 25% de arcilla, un pH de 5,8 en los primeros 0-15 cm y una pendiente de 0 a 2%. El registro de las lluvias se obtuvo en una estación meteorológica ubicada a 200 m del sitio de experimento. Las lluvias durante los 5 años del estudio fueron marcadamente diferentes aunque representativas de los extremos experimentados en la región (Tabla 1).

Se condujeron tres experimentos separados. Cada experimento estuvo constituido por una secuencia de cultivos con un diseño en bloques completamente aleatorizados, con 2 tratamientos (sistemas de labranza) y cuatro repeticiones. Los sistemas de

labranza en todos los cultivos de cada secuencia fueron: labranza convencional (LC) y siembra directa (SD). El tratamiento LC consistió en el uso de arado de reja y vertedera, rastra de discos y de dientes antes de la siembra, y en SD no se realizó ningún tipo de labranza. El primer experimento incluyó una rotación basada en el doble cultivo de trigo y soja en el mismo año (rotación trigo-soja). El segundo experimento consistió en un monocultivo de soja como único cultivo anual con un barbecho entre cultivos. El tercer experimento consistió en un cultivo anual de soja o de maíz con un barbecho intermedio (rotación soja-maíz). En cada rotación, los dos tratamientos de labranza estaban establecidos en el sitio desde 1991, realizándose hasta 1997 un manejo de control de malezas con herbicidas tradicionales, utilizando el glifosato solamente previo a la siembra de los cultivos de verano.

En la rotación soja-maíz, el cultivo de soja se sembró en 1997, 1999 y 2001, y el cultivo de maíz en 1998 y 2000. Las parcelas fueron de 15 x 20 m. Los espaciamientos entre filas de los cultivos fueron de 15 cm para el trigo y de 70 cm para los cultivos de verano. El manejo de malezas se basó en el uso de glifosato (N-fosfonometil glicina) a la dosis de 1,4 kg i.a. ha⁻¹, como único herbicida aplicado con un equipo terrestre, con 140 L ha⁻¹ de caldo con picos aspersores de abanico plano a una presión de 210 kPa.

El glifosato se aplicó en los cultivos de soja y maíz 2 a 3 días antes de la siembra en SD y en postemergencia aproximadamente a los 40 días luego de la siembra, tanto en LC como en SD. En los barbechos, en ambos sistemas de labranza, el glifosato se aplicó en agosto. Con el fin de evitar el uso de herbicidas distintos a glifosato, en el cultivo de trigo no se realizó barbecho químico ni se utilizaron herbicidas durante el ciclo.

Los cultivos de soja y de trigo no fueron fertilizados; el cultivo de maíz se fertilizó con 100 kg de fosfato monoamónico y 150 kg de urea al momento de la siembra y no se realizó labranza entre filas.

Tabla 1: Lluvias mensuales (mm) ocurridas durante el período 1997-2001 y promedio histórico

Año	E	F	M	A	M	J	Jo	Ao	S	O	N	D	Anual
1997	94,5	47,5	21,9	73,5	43	41,1	15,9	30,2	10,6	86,6	206,2	216,9	887,9
1998	192,5	137,9	112	58	69,9	17,5	19	3,8	9,7	16,8	146,4	112,4	895,9
1999	90,7	87,3	164,2	96,8	37,7	48,1	10,5	34	55,6	24,6	27,3	69,0	745,8
2000	83,5	197,8	59,5	193,7	169,1	51,4	6,8	46,4	50,6	171,4	239,4	68,6	1338,2
2001	177,8	88,4	263,8	140,3	27,3	21,9	0,5	137,8	77,3	183,3	112,7	84,5	1315,6
Promedio histórico	117,9	113,3	124,7	101,2	56,5	33,7	26,6	36,2	47,0	102,9	105,5	122,9	988,2

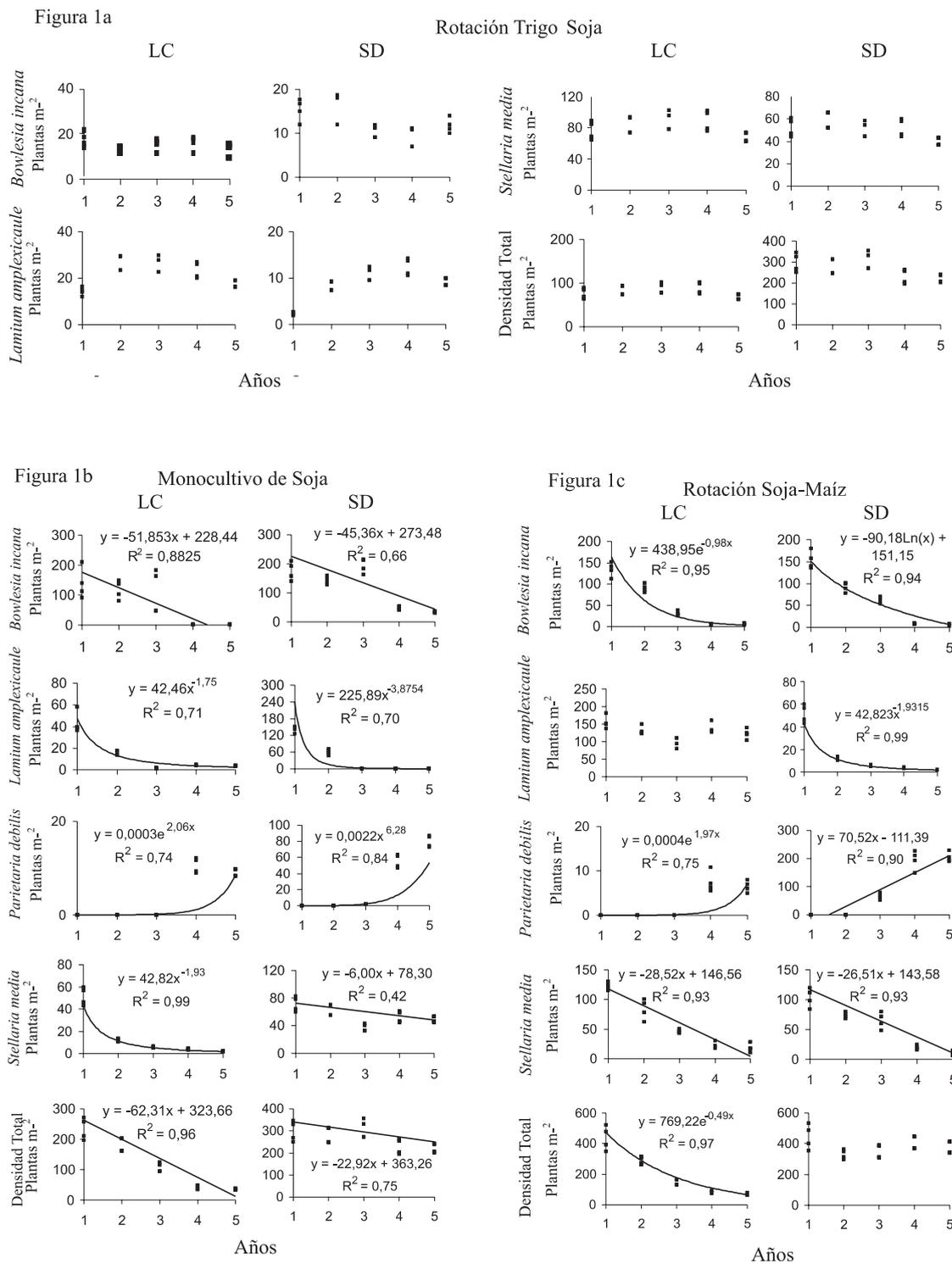


Figura 1. Regresiones entre la densidad de plantas y el tiempo para las principales malezas en: a) trigo en la rotación trigo-soja; b) en barbechos de la rotación soja-maíz y c) barbechos del monocultivo de soja en setiembre de cada año. LC = labranza convencional, SD = siembra directa.

Tabla 2: Efecto de la labranza sobre la densidad de malezas (plantas.m⁻²) en setiembre en trigo en la rotación trigo-soja.

Malezas	Años		1997	1998	1999	2000	2001
	Labranza						
<i>Bowlesia incana</i>	LC		17,8	13,2	15,4	16,5	14,0
	SD		15,2	16,7	10,1	9,7	12,1
<i>Carduus acanthoides</i> L.	LC		-	0,5	-	0,5	-
	SD		5,6	3,5	2,2	1,8	-
<i>Chenopodium album</i> L.	LC		9,1	7,4	5,3	14,2	7,0
	SD		-	-	-	12,5	7,6
<i>Coronopus didymus</i>	LC		19,0 *	32,4 *	34,0 *	24,0 *	22,0 *
	SD		3,3	19,5	14,2	5,9	5,2
<i>Lamium amplexicaule</i>	LC		14,2 *	26,4 *	25,2 *	23,4 *	17,6 *
	SD		2,3	8,3	10,6	12,4	9,2
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	LC		10,2	0,5	0,2	0,2	0,4
	SD		16,3	0,5	5,3	0,2	0,1
<i>Medicago lupulina</i> L.	LC		3,0	1,3	2,6	1,2	2,3
	SD		6,2	1,8	1,8	0,9	2,1
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	LC		0,1	-	1,6	1,2	-
	SD		3,1	8,3	5,3	3,2	2,2
<i>Stellaria media</i>	LC		2,3	1,8	2,5	7,4	3,8
	SD		0,2	0,2	0,1	5,1	1,7
Densidad total #	LC		76,7 *	83,5 *	86,8 *	88,8 *	68,3 *
	SD		52,4	58,8	49,6	52,0	40,2

Para cada año, dentro de cada especie, las medias seguidas por * difieren significativamente entre labranzas en base a un ANOVA (P=0,05).

Calculada usando todas las especies incluyendo aquellas otras presentes menos de tres años: *Anagallis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Raphanus sativus* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers..

Determinaciones sobre las malezas y residuos de cultivos

Cada año, en septiembre, en cada parcela se seleccionaron al azar 15 cuadros de 0,35 m² donde se identificaron las especies y se evaluó la densidad de malezas. En cada secuencia cada año se recolectaron al azar 10 muestras de 0,35 m² de residuos de cultivo, previo a la siembra de los cultivos de verano. El residuo se secó a 60°C durante 48 horas y se determinó su peso. La diversidad se analizó usando el índice de Shannon (*H*) que toma en consideración tanto la riqueza como la equitatividad, es decir la contribución de cada especie a la comunidad de malezas (Greig-Smith, 1983). En este índice se calcula la proporción de la especie *i* relativa al número total de especies (p_i), y luego se multiplica por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$). El producto resultante se suma entre especies, y se multiplica por -1:

Análisis estadísticos

Se efectuó una transformación a raíz cuadrada de la densidad y del número de especies de male-

zas para estabilizar las varianzas, y las medias se retransformaron para su presentación. La densidad de malezas en cada sistema de labranza se sometió a un ANOVA. La riqueza se calculó como el número total de especies presentes. Las relaciones entre la densidad de cada especie, la riqueza, la diversidad y el tiempo se determinaron a través de regresiones.

RESULTADOS

Durante el período analizado, considerando ambos sistemas de labranza, el número total de especies observadas fue 14 en el cultivo de trigo de la rotación trigo-soja, 11 en el barbecho del monocultivo de soja y 17 en el barbecho de la rotación soja-maíz. En todas las secuencias las comunidades de malezas consistieron principalmente en especies latifoliadas anuales, con una baja densidad de gramíneas anuales y perennes. Los niveles promedio de residuo durante los 5 años del experimento al momento de la siembra del cultivo de verano en SD fueron 3420 kg ha⁻¹ (Error estándar=342,4) en la rotación trigo-soja, 1586 kg ha⁻¹ (Error estándar=147,5)

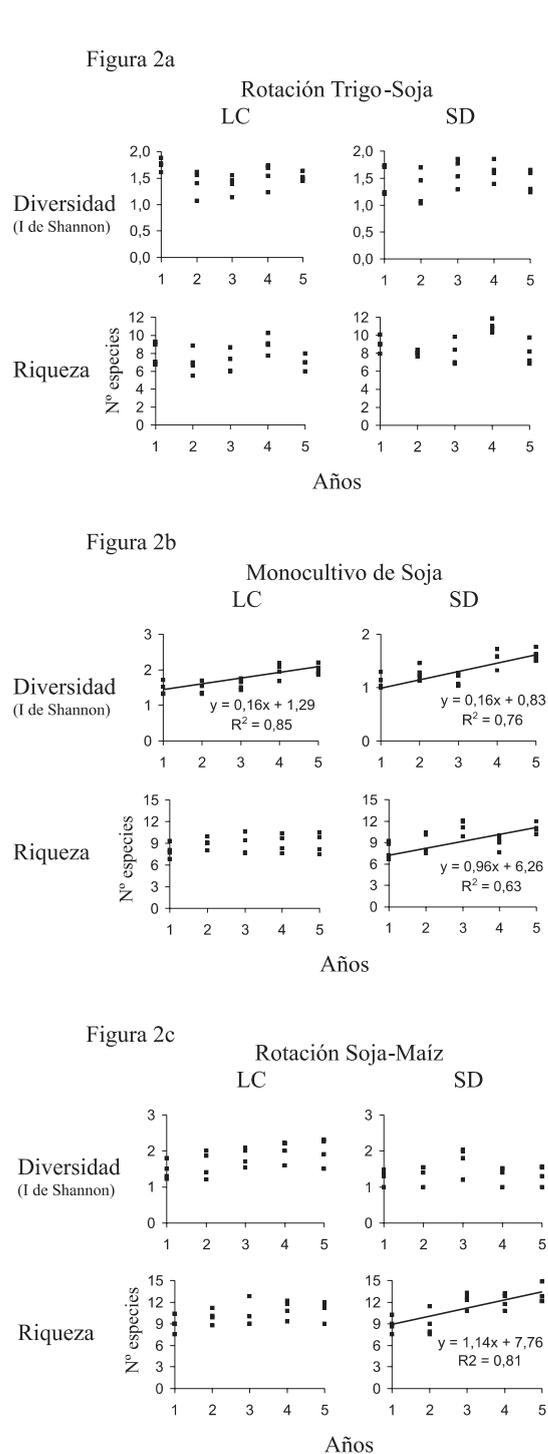


Figura 2. Regresiones entre la riqueza y la diversidad de malezas (según Shannon) con el tiempo para las especies en: a) trigo en la rotación trigo-soja; b) en barbechos en la rotación soja-maíz y c) en barbechos del monocultivo de soja. LC = labranza convencional, SD = siembra directa.

en el monocultivo de soja, y 3278 kg ha⁻¹ (Error estándar=462,3) en la rotación soja-maíz. En LC no se encontraron residuos de cultivo sobre la superficie del suelo debido a las operaciones de laboreo.

Efecto de la labranza

En el cultivo de trigo, la densidad total de malezas fue siempre mayor en LC, lo que se explica fundamentalmente por la mayor abundancia de *Coronopus didymus* (L.) Sm. y *Lamium amplexicaule* L. en este sistema de labranza (Tabla 2). En este cultivo no se evidenciaron diferencias en la dominancia de una determinada especie de maleza, independientemente del sistema de labranza.

En el barbecho del monocultivo de soja (Tabla 3) las poblaciones de *Anagallis arvensis* L. y *Gamochaeta spicata* Lam. Cabr. fueron mayores en LC, mientras que la densidad de *Bowlesia incana* Ruiz et Pav., *L. amplexicaule*, *Parietaria debilis* (G.) Forster y *Stellaria media* (L.) Villars fue mayor en SD. La densidad total de malezas fue mayor en SD a lo largo del experimento. En el barbecho de la rotación soja-maíz se observó en LC mayor densidad de *Cyperus rotundus* durante todo el experimento y de *A. arvensis* en dos años, mientras que la densidad de *L. amplexicaule*, *P. debilis* y *Viola arvensis* Murr. fue mayor en SD a partir del segundo o tercer año. La densidad total fue mayor en SD en cuatro de los cinco años. En ambos barbechos la dominancia varió en cada sistema de labranza según el año. Al inicio del experimento las especies dominantes fueron las mismas en ambos sistemas de labranza. En los dos últimos años la presencia de especies dominantes fue marcada sólo en SD. El resto de las especies en el barbecho presentaron baja densidad respecto a las dominantes.

En la Tabla 4 se muestra que entre sistemas de labranza, en el cultivo de trigo, no se observaron diferencias en la riqueza y la diversidad. En los barbechos de ambas rotaciones de los cultivos de verano, la riqueza no difirió entre labranzas pero la diversidad fue mayor en los últimos dos años en LC.

Cambios en el tiempo

En la Figura 1 se observa que en trigo, las regresiones entre la densidad y el tiempo no fueron significativas para ninguna de las especies en ningún sistema de labranza. En los barbechos de ambas secuencias de cultivos de verano y en ambos sistemas de labranza, la densidad decreció en función del tiempo para la mayoría de las especies abundantes en los primeros años del estudio, como *B. incana*, *L. amplexicaule* y *S. media*. En cambio, *P. debilis*, que al inicio del estudio no estaba presente,

incrementó su abundancia con el tiempo. La densidad total decreció en los barbechos de ambas rotaciones de cultivos de verano, excepto para SD en la rotación soja-maíz donde se mantuvo estable.

La relación entre la diversidad y la riqueza con el tiempo se muestra en la Figura 2. La diversidad no se modificó a lo largo del tiempo en el cultivo de trigo ni en el barbecho de la rotación soja-maíz, mientras que aumentó en ambos sistemas de labranza en el barbecho del monocultivo de soja. La riqueza se incrementó en los barbechos en SD y no se observaron cambios en los demás tratamientos.

DISCUSIÓN

La abundancia de especies de malezas con baja densidad y la presencia de entre una y tres especies dominantes observada en este estudio coinciden con lo determinado en lotes agrícolas por Fernández-Quintanilla (1992).

Los cambios en el laboreo del suelo y en la rota-

ción de cultivos pueden actuar como fuerzas selectivas en el desarrollo de la flora de malezas y asociarse con el reemplazo de especies, como ya fuera observado en otros trabajos (Radosevich & Holt, 1984, Hobbs & Huenneke, 1992; Mortimer & Hill, 1999). En un trabajo previo en el mismo sitio que el presente estudio, con uso de herbicidas que variaban según el cultivo incluido en la rotación, el espectro de malezas cambió rápidamente con incrementos en las malezas latifoliadas anuales en labranza convencional y de gramíneas anuales en siembra directa, dependiendo de la secuencia de cultivo considerada (Tuesca *et al.*, 2001).

La única especie tolerante a glifosato encontrada en este estudio fue *P. debilis* (Papa y Puricelli, 2003). La tolerancia a glifosato a la dosis recomendada del herbicida ha sido encontrada en algunas especies de malezas tales como *Convolvulus arvensis* L. (Westwood & Weller, 1997), *Ipomoea* spp. (Wehtje & Walker, 1997) y *Commelina virginica* L. (Nisensohn y Tuesca, 1999). Debido a que el glifosato controla eficientemente a la mayoría de las ma-

Tabla 3 a: Efecto de la labranza sobre la densidad de malezas (plantas.m⁻²) en setiembre en barbechos en el monocultivo de soja

Malezas	Años Labranza	Monocultivo de soja				
		1998	1999	2000	2001	2002
<i>Anagallis arvensis</i>	LC	5,0 *	6,4 *	13,0 *	3,7 *	1,0
	SD	1,2	0,8	0,4	0,0	0,2
<i>Bowlesia incana</i>	LC	102,8 *	91,4 *	41,8 *	1,3 *	1,1
	SD	175,0	143,0	192,6	46,6	34,5
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	LC	2,1	1,2	1,4	3,4	3,8
	SD	1,4	1,3	2,9	2,9	3,1
<i>Coronopus didymus</i>	LC	10,8 *	22,2	18,7	3,3	5,5
	SD	8,2	15,4	16,7	5,6	6,2
<i>Gamochaeta spicata</i>	LC	18,0 *	29,8 *	22,5 *	9,3 *	5,3
	SD	1,4	0,8	1,5	0,8	1,6
<i>Lamium amplexicaule</i>	LC	43,3	15,7 *	1,5 *	4,4 *	3,8
	SD	38,3	54,1	46,5	64,0	45,3
<i>Medicago lupulina</i>	LC	0,5	1,2	1,1	0,8	1,1
	SD	1,5	1,5	1,1	0,5	0,6
<i>Parietaria debilis</i>	LC	0,0	0,0	0,0 *	10,6 *	9,0
	SD	0,0	0,0	1,8	55,3	80,0
<i>Stellaria media</i>	LC	51,4 *	12,1 *	5,7 *	3,9 *	1,9
	SD	71,2	62,5	36,8	52,7	49,3
<i>Viola arvensis.</i>	LC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SD	0,0	0,0	0,7	0,3	0,2
Densidad total #	LC	234,0 *	181,3 *	105,8 *	40,6 *	34,6
	SD	298,2	280,9	301,2	228,6	225,9

Para cada año, dentro de cada especie, las medias seguidas de * difieren significativamente entre sistemas de labranzas según un ANOVA (P=0,05).

Calculada incluyendo *Lolium multiflorum* (especie presente en menos de tres años).

lezas presentes en los agroecosistemas, reduce la competencia interespecífica hacia las escasas especies tolerantes, favoreciendo el incremento en su densidad.

Es sabido que el uso repetido de un herbicida particular en una misma área puede aumentar el número de especies no susceptibles y modificar la comunidad de malezas (Fryer & Chancellor, 1970). Sin embargo, en un estudio basado en el uso continuo de un herbicida, la estructura de las comunidades de malezas no se modificó en ninguno de los sistemas de labranza considerados (Derksen *et al.*, 1995). En nuestro experimento, el uso continuo de glifosato, un herbicida sin efecto residual, no permitió el control de las especies que emergieron con

posterioridad a la aplicación, por lo cual es probable que las semillas producidas por estas plantas incrementarían el banco de semillas. Las especies que aumentaron su densidad están adaptadas a habitats naturales pero también pueden crecer exitosamente en sistemas de siembra directa. Son especies herbáceas anuales de pequeño porte y limitado crecimiento lateral, con rápida tasa de crecimiento, y en consecuencia pueden clasificarse como ruderales *sensu* Grime (1977).

La riqueza de especies sólo aumentó en siembra directa, lo que concuerda con otro estudio donde se utilizaron herbicidas distintos de glifosato (Derksen *et al.*, 1995). Asimismo este incremento en el largo plazo de la riqueza de especies y la sustitución de

Tabla 3 b. Efecto de la labranza sobre la densidad de malezas (plantas.m⁻²) en setiembre en la rotación soja-maíz.

Malezas	Años Labranza	Rotación soja-maíz				
		1998	1999	2000	2001	2002
<i>Anagallis arvensis</i>	LC	1,5	4,0 *	20,9 *	2,6	1,0
	SD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bowlesia incana</i>	LC	134,2	90,1	30,6 *	5,3	6,0
	SD	153,5	92,3	62,6	8,1	5,8
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	LC	22,4	33,3	26,8	22,5	19,0
	SD	15,0	12,0	28,0	18,0	11,0
<i>Conyza bonariensis</i>	LC	2,4	4,2	5,1	4,2	3,2
	SD	1,2	4,1	3,2	2,6	2,4
<i>Coronopus didymus</i>	LC	5,1	2,8	9,8	0,5	0,5
	SD	4,3	6,8	9,9	3,5	2,3
<i>Cyperus rotundus</i>	LC	4,4 *	6,0 *	2,8 *	8,6 *	7,3 *
	SD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gamochoeta spicata</i>	LC	2,6	1,6	1,7	1,0	1,3
	SD	1,0	2,4	2,0	1,4	2,1
<i>Lamium amplexicaule</i>	LC	137,1	59,6 *	1,4 *	0,4 *	1,0 *
	SD	154,9	131,3	98,8	137,6	122,0
<i>Medicago lupulina</i>	LC	2,5	1,8	0,9	2,5	1,5
	SD	1,2	1,4	1,2	1,1	1,3
<i>Parietaria debilis</i>	LC	0,0	0,0	0,0 *	7,4 *	6,5 *
	SD	0,0	0,0	64,7	195,1	205,0
<i>Stellaria media</i>	LC	122,6	83,6	46,2	22,5	18,5
	SD	103,5	74,0	65,1	19,8	11,0
<i>Veronica persica</i> Poiret.	LC	0,0	1,7	1,5	6,8 *	4,0
	SD	9,9	7,8	9,1	12,1	8,8
<i>Viola arvensis.</i>	LC	0,0	0,0	0,0 *	0,0 *	0,0 *
	SD	0,0	0,0	5,6	8,6	9,8
Densidad total #	LC	434,7	288,5 *	147,6 *	84,2 *	69,7 *
	SD	444,4	332,1	350,2	407,7	381,4

Para cada año, dentro de cada especie, las medias seguidas de * difieren significativamente entre sistemas de labranzas según un ANOVA (P=0,05).

Calculada usando todas las especies incluyendo aquellas otras presentes en menos de tres años: *Veronica peregrina* L. subsp. *xalapensis* (H.B.K.) Pennel, *Triodanis biflora* Ruiz et Pav., *Carduus acanthoides*, *Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce

especies observada en los barbechos en SD coincide con observaciones de un estudio en pasturas (McIntyre & Lavorel, 1994).

Hacia el final del estudio el alto nivel de dominancia de *P. debilis* en SD en la rotación soja-maíz, donde representó un 51,7% de la densidad total, contribuyó a mantener estable el índice de diversidad, a pesar del incremento en el número de especies. *Parietaria debilis* no estuvo presente en el cultivo de trigo, donde además se observó la menor riqueza de especies hacia el final del experimento. Esto coincide con el bajo número de especies de malezas encontrado por Moseley & Hagoood (1991) en este cultivo. En la rotación trigo-soja, la presencia del cultivo de trigo así como de altos niveles de residuo en siembra directa contribuyen a explicar el control efectivo y la biomasa reducida de malezas observados. En los barbechos, el alto nivel de densidad de algunas especies de malezas se debió en parte a la ausencia de competencia con un cultivo. Esta alta densidad indica que el control con herbicidas en barbechos es necesario si se quieren evitar efectos negativos de las malezas como el consumo de agua.

No se observaron biotipos de especies resistentes a glifosato en el presente estudio. Existen pocas especies de malezas que han desarrollado resistencia a este herbicida en el mundo y esto sólo ocurrió en situaciones con uso frecuente y prolongado del herbicida en un mismo cultivo (Pérez & Kogan, 2003). En nuestro experimento, el glifosato se apli-

có con relativamente menor intensidad que en los sitios en donde se han detectado biotipos de especies resistentes.

En conclusión, la labranza produjo cambios en la comunidad de malezas ya que en trigo se observó mayor densidad total en LC mientras que la diversidad no varió entre sistemas de labranza. En los barbechos de ambas rotaciones, la densidad total fue mayor en SD y la diversidad fue menor en este sistema de labranza como consecuencia de la dominancia de *P. debilis*. Por otro lado, si bien en ambos sistemas de labranza el único método de control estudiado fue la aplicación continua y exclusiva de glifosato, los cambios en la comunidad de malezas –incluyendo el aumento de *P. debilis* y la reducción de la densidad de las especies inicialmente presentes– también pueden explicarse por la forma de uso de este herbicida.

BIBLIOGRAFÍA

- Arshad, M.A.; K.S. Gill and G.R. Coy, 1994. Wheat yield and weed population as influenced by three tillage systems on a clay soil in temperate continental climate. *Soil & Tillage Research* 28: 227-238.
- Ball, D.A. and S.D. Miller, 1990. Weed seed population response to tillage and herbicide use in three irrigated cropping sequences. *Weed Science* 38: 511-517.
- Ball, D.A. and S.D. Miller, 1993. Cropping history, tillage, and herbicide effects on weed flora composition in irrigated corn. *Agronomy Journal* 85:817-821.
- Bhowmik, P.C., 1997. Weed biology: importance to weed management. *Weed Science* 45: 349-356.

Tabla 4: Efectos de la labranza sobre la riqueza y la diversidad de malezas (según Shannon) en trigo en la rotación trigo-soja y en barbechos en la rotación soja-maíz y en el monocultivo de soja en setiembre.

Año		1997	1998	1999	2000	2001
Labranza						
Rotación Trigo-soja (trigo)						
Riqueza	LC	9	8	8	10	8
	SD	9	8	8	11	8
Diversidad	LC	1,7	1,4	1,4	1,5	1,5
	SD	1,5	1,3	1,6	1,6	1,4
Rotación Soja-Maíz (barbecho)						
Riqueza	LC	10	11	11	12	12
	SD	9	9	10	10	12
Diversidad	LC	1,4	1,6	1,8	2,0 *	2,0 *
	SD	1,3	1,4	1,7	1,4	1,4
Monocultivo de Soja (barbecho)						
Riqueza	LC	8	9	9	10	10
	SD	9	9	11	11	12
Diversidad	LC	1,5	1,5	1,6	2,0 *	2,0 *
	SD	1,1	1,3	1,1	1,6	1,6

Para cada año, dentro de cada rotación, las medias de riqueza y diversidad seguidas por * difieren significativamente entre sistemas de labranza en base a un ANOVA (P=0,05).

- Buhler, D.D. and E.S. Oplinger, 1990. Influence of tillage system on annual weed densities and control in solid-seeded soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 38: 158-165.
- Derksen, D.A.; A.G. Thomas; G.F. Lafond; H.A. Loepky and C.L. Swanton, 1994. Impact of agronomic practices on weed communities: Fallow within tillage systems. *Weed Science* 42: 184-194.
- Derksen D.A.; A.G. Thomas; G.P. Lafond; H.A. Loepky and C.J. Swanton, 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Research* 35: 311-320.
- Derksen D.A.; K.N. Harker and R.E. Blackshaw, 1999. Herbicide tolerant crops and weed population dynamics in western Canada, in Proceedings 1999 Brighton Conference - Weeds, Brighton, UK, pp. 417-424.
- Dyer, W.E., 1994. Resistance to Glyphosate, in *Herbicide Resistance in Plants*, in Biology and Biochemistry Powles, S.B., Holtum, J.A.M. (Eds.), Lewis Publishers. CRC Press. Boca Raton, pp. 1229-1242.
- Feldman, S.R. and J.P. Lewis, 1990. Output and dispersal of propagules of *Carduus acanthoides*. *Weed Research* 30: 161-169.
- Feldman S.R.; J.L. Vesprini and J.P. Lewis, 1994. Survival and establishment of *Carduus acanthoides* L. *Weed Research* 34: 265-273.
- Fernández-Quintanilla C. 1992. Bases para el control de las malas hierbas en sistemas de agricultura sostenible. *Información Técnica Económica Agraria* 88: 143-152.
- Frick, B. and A.G. Thomas, 1992. Weed surveys in different tillage systems in southwestern Ontario field crops. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 1337-1347.
- Fryer, J.D. and R.J. Chancellor, 1970. Herbicides and our changing weeds, in *The flora of a changing Britain*. Botanical Society of the British Isles Report. Vol. 11, pp. 105-118.
- Gill, K.S. and M.A. Arshad, 1995. Weed flora in the early growth period of spring crops under conventional, reduced and zero tillage systems on a clay soil in northern Alberta, Canada. *Soil & Tillage Research* 33: 65-79.
- Greig-Smith, P., 1983. *Quantitative Plant Ecology*. 3rd Edition. University of California Press, Berkeley. 359 pp.
- Grime, J.P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111: pp. 1169-1194.
- Hobbs, R.J. and L.F. Huenneke, 1992. Disturbance, diversity and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6: 324-337.
- Kapusta, G. and R.F. Krausz, 1993. Weed control and yield are equal in conventional, reduced, and no-tillage soybean (*Glycine max*) after 11 years. *Weed Technology* 7: 443-451.
- Krausz, R.F.; G. Kapusta and J.L. Mathews, 1996. Control of annual weeds with glyphosate. *Weed Technology* 10: 957-962.
- Lich, J.M.; K.A. Renner and D. Penner, 1997. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. *Weed Science* 45: 12-21.
- Mahn, E.G., 1984. Structural changes of weed communities and populations. *Vegetatio* 58: 79-85.
- Mann, H. and P.B. Cavers, 1979. The regenerative capacity of root cuttings of *Taraxacum officinale* Weber under natural conditions. *Canadian Journal of Botany* 57: 1783-1791.
- McIntyre, S. and S. Lavorel, 1994. How environmental and disturbance factors influence species composition in temperate Australian grasslands. *Journal of Vegetation Science* 5: 373-384.
- Mortimer, A.M. and J.E. Hill, 1999. Weed species shifts in response to broad spectrum herbicides in sub-tropical and tropical crops. In: *Proceedings 1999 Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, Brighton, UK, pp. 425-436.
- Moseley, C.M and E.S. Hagood, 1991. Decreasing rates of nonselective herbicides in double-crop no-till soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology* 5: 198-201.
- Nisensohn, L y Tuesca, D, 1999. Evaluación del efecto de dosis de glifosato sobre plantas de *Commelina virginica* en diferentes estados de desarrollo. Congreso de Soja: MERCOSOJA 99. Rosario. Argentina, pp. 57-58.
- Papa, JC y E. Puricelli, 2003. Control de *Parietaria debilis* con distintas dosis de herbicidas postemergentes. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias, UNR* 4: 61-68.
- Pérez, M. and M.A. Kogan, 2003. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research* 43: 12-19.
- Radosevich, S.R. and J.S. Holt, 1984. *Weed Ecology. Implication for Vegetation Management* Wiley, J. and Sons (Eds.), New York. 265 pp.
- Robinson, E.L.; G.W. Langdate and J.A. Stuedemann, 1984. Effect of three weed control regimes on no-till and tilled soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 32: 17-19.
- Schippers, P.; S.J. Ter Borg, J.M. Van Groenendael and B. Habekotte, 1993. What makes *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge) an invasive species? - A spatial model approach. In: *Proceedings 1993 Brighton Crop Protection Conference*. Weeds, Brighton, UK, 2: 495-504.
- Staniforth, D.W. and A.F. Wiese, 1985. Weed biology and its relationship to weed control in limited-tillage systems. En: *Weed Control in Limited Tillage Systems*. Monograph. Series of the Weed Science Society. Nº 2.
- Stougaard, R.N.; Kapusta, G. and G. Roskamp, 1984. Early preplant herbicide applications for no-till soybean (*Glycine max*) weed control. *Weed Science* 32: 293-298.
- Tuesca, D.; E. Puricelli and J.C. Papa, 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research* 41: 369-382.
- Wait, J.D.; W.G. Johnson; and R.E. Massey, 1999. Weed Management with reduced rates of glyphosate in no-till, narrow-row, glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 13: 478-483.
- Wehtje, G. and R.H. Walker, 1997. Interaction of glyphosate and 2,4-D for the control of selected morningglory (*Ipomoea* spp.) species. *Weed Technology* 11: 152-156.
- Westwood, J.H. and S.C. Weller, 1997. Cellular mechanisms influence differential glyphosate sensitivity in field bindweed (*Convolvulus arvensis*) biotypes. *Weed Science*: 2-11.
- Zimdahl, R.L., 1980. *Weed Crop Competition: A Review*. International Plant Protection Center. Oregon State University, Corvallis OR, USA. 196 pp.