

INFLUENCIA DE LA EDAD DE LA PASTURA Y EL SISTEMA DE LABRANZA POSTERIOR SOBRE EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO

C. ALZUGARAY¹, M.S. VILCHE², P.S. TORRES³,
S. MONTICO² Y S.R. FELDMAN¹

¹Biología General. ²Manejo de Tierras. ³Ecología Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

CC 14. S2125ZAA Zavalla (Argentina)

RESUMEN

Se determinó el banco de semillas del suelo en pasturas de distinta antigüedad (18, 32 y 54 meses) y tres años después de cultivar bajo dos sistemas de labranza: convencional y vertical. El número de semillas de cada especie por muestra se sometió al análisis multivariado. La densidad y la diversidad de semillas por muestra se compararon con pruebas no paramétricas. Las malezas, en su mayoría anuales, escasas leguminosas forrajeras y gramíneas perennes, fueron las principales componentes del banco, tanto al roturar las pasturas como después de tres años de agricultura. La edad de las pasturas consideradas y los sistemas de labranza implementados incidieron en el banco de semillas. Las mayores densidades, 62 471 semillas m² y diversidades, 0,401, estuvieron asociadas a la pastura de menor antigüedad. La labranza convencional deprimió la densidad de las semillas del suelo. Aunque los años de agricultura disminuyeron la riqueza del banco, siendo este efecto mayor bajo labranza convencional, se mantuvieron las diferencias entre la duración de las pasturas.

Palabras clave: Argentina, malezas, rotaciones.

INTRODUCCIÓN

La Pampa ondulada de la República Argentina comprende la región ubicada entre los paralelos 32 y 35° LS y entre los meridianos 60 y 61° LW. Sus sistemas de producción, en orden de importancia, son el agrícola, el agrícola-ganadero de bovinos de carne, el agrícola-ganadero de producción porcina y el sistema ganadero tambo-agrícola. La agricultura permanente predomina en establecimientos chicos o medianos de hasta 200 hectáreas. En ellos trigo, soja y maíz se ordenan en distintas secuencias y, eventualmente la soja es monocultivo. Estas empresas evolucionaron hacia la agricultura desde la

producción mixta, descapitalizándose en mejoras y stock ganadero y presentando una alta degradación del suelo con pérdida importante de fertilidad, estructura y alto enmalezamiento.

En la actualidad estos sistemas agrícolas se ven obligados a adoptar prácticas conservacionistas o a transformarse en sistemas mixtos con pasturas perennes como una alternativa para recuperar la productividad de las tierras (García Tobar, 1985). Estas pasturas son implantadas preferentemente en otoño y su base es *Medicago sativa* L. (alfalfa), con *Trifolium repens* L. (trébol blanco) como leguminosa de segunda importancia y *Festuca arundinacea* Schreb. (festuca alta) y *Bromus catarthicus* Vahl. (cebadilla criolla) como principales gramíneas acompañantes, en todos los tipos de suelo de la región. La producción forrajera aporta un alto rendimiento desde fines de invierno y en toda la primavera, facilitando la confección de reservas para el sostenimiento invernal de los animales. Esta oferta se complementa con verdeos de invierno para la elaboración de silaje. Las pasturas normalmente tienen una duración de 4 o 5 años contra 9 o 10 años de agricultura. La relación de superficie entre agricultura y ganadería puede ser 65 a 35 o de 80 a 20 y del total de establecimientos, el 35,5 % pertenecen al sistema mixto de producción.

La rotación agrícola-ganadera determina la conservación de las propiedades químicas, biológicas y físicas del suelo, determinando la recuperación de la estructura (Chagas *et al.*, 1993) y su efecto persiste sobre las propiedades edáficas una vez iniciado el ciclo agrícola (Sauzano *et al.*, 1997). Dentro de los ciclos agrícolas existen distintos sistemas de labranza que implican mayor o menor perturbación de las condiciones edáficas y que influyen en el banco de semillas del suelo (Cardina *et al.*, 1990).

El banco de semillas del suelo está formado por los propágulos de origen sexual (semillas propiamente dichas además de frutos como cariopses y aquenios, que aquí en adelante llamaremos semillas) originados en el área o que arribaron mediante algún mecanismo de dispersión y constituyen el reservorio de la comunidad (Harper, 1977). Su estudio ha revestido gran importancia no sólo desde un punto de vista ecológico (Bakker *et al.*, 1996; Grime, 1989), sino también para implementar estrategias de control de malezas en los agroecosistemas (Leguizamón y Cruz, 1981; Leguizamón *et al.*, 1981; Cavers y Benoit, 1989). Existe gran variabilidad en relación a la densidad del banco de semillas del suelo y al número de especies. En la región pampeana argentina, Bocanelli y Lewis (1994) analizaron el banco de un campo abandonado hallando 39 especies, 13 de las cuales eran gramíneas, con una densidad de 28 523 semillas m², mientras que Lewis y Leguizamón (1991) determinaron la presencia de un banco de semillas con 18 especies y una densidad de 6 775 semillas m² en un campo con agricultura continuada. Cavers y Benoit (1989) informaron acerca de bancos de semillas en cultivos de cereales

del Reino Unido, con densidades en un rango entre 8 329 y 73 350 semillas m⁻², en tanto que en los pastos mediterráneos españoles, Marañón (1995) detectó bancos de 50 000 semillas m⁻².

Las pasturas polifíticas son comunidades donde inicialmente existe una intensa competencia entre las especies cultivadas y las malezas, ambas herbáceas. El deterioro físico avanzado del suelo que proviene de un ciclo agrícola prolongado, ofrece ambientes propicios para el desarrollo de las malezas en la etapa de implantación de las pasturas. Una vez establecidas, las pasturas son mucho más competitivas debido a su desarrollo foliar y radicular (Rodríguez *et al.*, 1983). No obstante, prácticas inadecuadas de manejo pueden originar la aparición de claros en el canopeo, que son colonizados por especies indeseables (Feldman *et al.*, 1994; Panetta y Wardle, 1992), produciéndose así un enmalezamiento progresivo que podría incrementar el banco.

Se postula que la duración de las pasturas polifíticas y el sistema de laboreo posterior afectan la dinámica poblacional del banco de semillas del suelo. El objetivo de este trabajo fue estudiar el banco de semillas de pasturas de distinta edad y el efecto de dicha edad y el manejo posterior sobre la estructura del mismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Area de estudio

Los experimentos se realizaron en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, Zavalla, República Argentina (33°S; 61°W, a 47 m sobre el nivel del mar, sector norte de la pampa ondulada. El suelo es un Argiudol vértico con un horizonte superficial de 18 cm de espesor, franco limoso (arcilla 24,98%, limo 62,74 % y arena fina y muy fina 12,18 %), con 3,2% de materia orgánica, 0,20 % de nitrógeno total y capacidad de intercambio catiónico 21,9 ME 100 g⁻¹. El clima es húmedo-subhúmedo mesotermal, con poca o ninguna deficiencia de agua y un promedio anual de precipitaciones de 973 mm. La temperatura media anual es de 17°C, con una mínima de 10,8°C y una máxima de 23,1°C (Datos de la Estación Meteorológica Zavalla, Servicio Meteorológico Nacional, Argentina).

La vegetación natural del área, reducida en la actualidad a escasos relictos, es un pastizal caracterizado por la presencia de *Stipa neesiana*, *S. hyalina* y *S. papposa*, acompañadas por *Bothriochloa laguroides* y *Sporobulus indicus* (Collantes y Lewis, 1980).

Se dispuso de tres lotes de pasturas de 0,25 ha cada uno, que tenían 18, 32 y 54 meses de implantadas en agosto de 1995 (PI; PII y PIII, respectivamente). Las especies constitutivas de las pasturas fueron alfalfa, cv. 'Cuf 101', grupo 9 sin latencia; festuca, cv. 'El Palenque', trébol blanco, cv. 'Bayucúa' y cebadilla criolla, cv 'Martín Fierro', con una densidad de siembra de 12; 3; 0,5 y 3 kg ha⁻¹, respectivamente, que se implantaron tras nueve años de agricultura (tres años de trigo-soja, dos años de maíz y cuatro años de soja). Esos lotes provenían de sistemas mixtos de producción de bovinos para carne desde principios de la década del '70. Los lotes de pastura fueron manejados con pastoreo directo, con una carga animal promedio anual de 1,5 a 1,7 Equivalente Vaca hectárea⁻¹. Un Equivalente Vaca es un animal de 400 kg que gesta y cría un ternero por año y que consume como promedio anual 18,5 Mcal día⁻¹. El excedente de pastos de primavera y verano se siega cada 35 o 40 días destinándolo a silaje. Después del primer muestreo, se roturaron las pasturas y se estableció la siguiente rotación agrícola: maíz (*Zea mays* L.) de ciclo completo, soja (*Glycine max* Merr.) de grupo VI y trigo (*Triticum aestivum* L.) de ciclo intermedio/ soja de segunda siembra.

Cada parcela proveniente de pastura se dividió por la mitad, implementándose los siguientes sistemas de laboreo: labranza vertical (LV: empleándose arado de cinceles con espaciamiento de 35 cm entre púas, cultivador y rastra de dientes) y labranza convencional (LC: arado de reja con rastra de discos de doble acción y rastra de dientes). Se realizaron las siguientes aplicaciones de herbicidas: en maíz: 0,15 l ha⁻¹ dicamba 57%; soja: 0,7 l ha⁻¹ fluzifop-p-butil más 0,8 l ha⁻¹ bentazón 48% y en trigo: 0,11 ha⁻¹ metsulfurón metil 60% más dicamba 57%.

Toma de muestras y análisis

En agosto de 1995, se extrajeron al azar muestras de suelo de 5 cm de diámetro y 5 cm de profundidad (n=33; 30 y 24 en PI; PII y PIII, respectivamente), antes de iniciar el ciclo agrícola. En agosto de 1998, se extrajeron nuevamente muestras de suelo con igual metodología, pero discriminando en cada lote según el tipo de labranza (n=20 para cada combinación edad de pastura-sistema de labranza posterior, excepto en P III-convencional, donde accidentalmente se perdieron 7 muestras). El número de muestras respondió a la necesidad de equilibrar la cantidad mínima necesaria para estimar un banco de semillas con el tiempo empleado en su procesamiento. La elección de la profundidad de muestreo se debió a que Feldman *et al.* (1998) encontraron que en sistemas bajo labranzas convencional, vertical y de discos, del área en estudio, la densidad y la diversidad del banco de semillas no difería significativamente entre las profundidades 0-5 y 5-10 cm. Graham y Hutchings (1988) arribaron a conclusiones

similares en pasturas, al comprobar que el porcentaje promedio de especies anuales germinadas a una profundidad entre 8 y 12 cm no difería estadísticamente de las provenientes entre 0 y 4 cm.

Cada muestra de suelo se lavó con agua sobre un tamiz de malla fina (0,5 mm de luz) que es el adecuado para el tamaño de las semillas colectadas. No se descartó la broza, ya que gran cantidad de propágulos quedaban adheridos al material vegetal. Las semillas sanas y enteras se separaron con ayuda de lupa binocular 3X y se determinaron según Franceschi (1975), Ziraldo (1976), Musil (1977), Petetín y Molinari (1982) y Groth y Liberal (1988). La densidad del banco se expresó para cada especie y para cada muestra como número de semillas m⁻².

Se construyeron dos matrices, una por cada año, con el número de semillas por muestra por especie, las cuales se ordenaron mediante el análisis de componentes principales (PCA, Hotteling, 1933) se clasificaron con el método de mínima varianza (Orloci, 1967), usando el coeficiente de Van der Maarel, con el programa MULVA (Wildi y Orloci, 1990). Debido a la no-linealidad de los datos, las muestras de 1998, se ordenaron con el análisis de correspondencia detendenciado (DCA) con el programa PCORD (McCune y Mefford, 1995). Se optó por los métodos multivariados debido a que permiten, en presencia de un alto número de variables, analizar los datos como un todo, revelando su estructura interna (Gauch, 1997).

La diversidad relativa (H: índice de Shannon-Weaver, Shannon, 1948), que considera simultáneamente riqueza florística y equitatividad (Greig-Smith, 1983), se obtuvo usando el módulo INIT del programa Mulva. Debido a que los índices de diversidad y las densidades por muestra no cumplimentaban con los supuestos requeridos por el Análisis de la Varianza, se los comparó usando pruebas no paramétricas equivalentes: Kruskal-Wallis (Siegel, 1980) y Dunn (Hollander y Wolfe, 1973).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según Rice (1969), las principales especies que forman parte de los bancos de semillas de las pasturas son malezas. Los datos de este experimento, que provienen de pasturas polifíticas concuerdan con su observación (Tabla 1). El banco de semillas encontrado en agosto de 1995 al roturarse las pasturas estaba formado por 31 especies, de las cuales 17 eran anuales, 6 perennes, 5 que pueden llegar a comportarse como anuales, bianuales o perennes y 3 dicotiledóneas no identificadas. Del total mencionado, 15 especies eran malezas, 7 aparecieron con muy baja frecuencia pudiendo considerarse rarezas para este banco, 3 eran especies con valor forrajero y 5 eran malezas con valor forrajero.

TABLA 1

Especies presentes en el banco de semillas, familias botánicas, ciclos de vida y valor agronómico (A: anual; B: bianual; P: perenne; M: maleza; C: cultivo agrícola; F: forrajera). Años 1995 y 1998.

Soil seed bank composition: species present, botanical family, life cycle and agronomic value (A: annual; B: biannual; P: perennial; M: weed; C: crop; F: forage). 1995 and 1998.

Especies	Familias botánicas	Formas de vida	Valor agronómico
<i>Panicum miliodes</i>	Poaceas	P	F
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceas	A	M/F
<i>Sorghum halepense</i>	Poaceas	P	M/F
<i>Echinochloa colona</i>	Poaceas	A	M/F
<i>Setaria geniculata</i>	Poaceas	P	M/F
<i>Eleusine indica</i>	Poaceas	A	M/F
<i>Piptochaetium sp</i>	Poaceas	P	F/rareza
<i>Triticum aestivum</i>	Poaceas	A	C
<i>Setaria sp</i>	Poaceas	A/P	M/F
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceas	P	M/F
<i>Eragrostis sp</i>	Poaceas	P	F/rareza
<i>Paspalum sp</i>	Poaceas	P	F/rareza
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceas	A	M
<i>Bowlesia incana</i>	Apiaceas	A	M
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceas	A	M
<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamiaceas	A	M
<i>Amaranthus quitensis</i>	Amarantaceas	A	M
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceas	A	M
<i>Carduus acanthoides</i>	Asteraceas	A	M
<i>Urtica urens</i>	Urticaceas	A	M
<i>Verbena litoralis</i>	Verbenaceas	A	M
<i>Cyperus esculentus</i>	Cyperaceas	P	M/rareza
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceas	P	M
<i>Anoda cristata</i>	Malvaceas	A	M
<i>Polygonum convolvulus</i>	Poligonaceas	A	M
<i>Polygonum aviculare</i>	Poligonaceas	A	M/rareza
<i>Apium leptophyllum</i>	Apiaceas	A	M
<i>Coronopus didymus</i>	Brassicaceas	A	M
<i>Euphorbia serpens</i>	Euphorbiaceas	A /B	M
<i>Veronica persica</i>	Escrofulariaceas	A	M
<i>Nicotiana sp</i>	Solanaceas	A /P	rareza
<i>Solanum sp</i>	Solanaceas	A /P	M
<i>Datura ferox</i>	Solanaceas	A	M
<i>Oenothera sp</i>	Onagraceas	A/P	rareza
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceas	A /B	F
<i>Melilotus indicus</i>	Fabaceas	A	F
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceas	A/ B /P	M/F
<i>Melilotus alba</i>	Fabaceas	A/ P	F
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceas	P	F
<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceas	A	M
Dicotiledónea 1	Desconocida		M/rareza
Dicotiledónea 2	Desconocida		rareza
Dicotiledónea 3	Desconocida		rareza
Dicotiledónea 4	Desconocida		rareza

Edad de la pastura

PI presentó mayor densidad que PII y PIII (Tabla 2). Esto podría atribuirse a la presencia de malezas del ciclo agrícola precedente y a las de germinación otoño-invernal, propias de la etapa de implantación de la pastura, que compiten exitosamente con las especies forrajeras dejando semillas en el suelo. *Stellaria media* (L.) Vill y *Chenopodium album* L. fueron las especies más frecuentes y abundantes en PI. *C. album* también estuvo presente en la totalidad de las muestras PII pero con menor densidad, al

TABLA 2

Banco de semillas de pasturas de 18; 32 y 54 meses (PI; PII y PIII, respectivamente): principales especies presentes, densidad promedio (x) y porcentaje (%) de muestras en las cuales se las registró. Año 1995.

Soil seed bank of 18; 32 and 54 month old pastures (PI; PII and PIII, respectively): mean density (x) and percentage (%) of plots where they were present. 1995.

especies	P I		P II		P III	
	x	%	x	%	x	%
<i>Stellaria media</i>	17051	100	6753	87	8317	100
<i>Solanum sp.</i>	293	15	25	4	34	6
<i>Panicum miliodes</i>	0	0	0	0		
<i>Coronopus didymus</i>	5787	90	85	16	1238	86
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3102	51	2417	66	5042	83
<i>Bowlesia incana</i>	6683	90	127	16	1019	86
<i>Cyperus rotundus</i>	15	3	106	4	51	3
Dicotiledónea 1	93	9	64	12	2088	30
<i>Sorghum halepense</i>	77	12	719	70	17	3
<i>Echinochloa colona</i>	216	15	0	0	1019	53
<i>Chenopodium album</i>	18998	100	3207	100	474	46
<i>Veronica persica</i>						
<i>Lamium amplexicaule</i>	1003	66	275	45	68	10
<i>Cynodon dactylon</i>	0	0	2103	4	626	16
<i>Amarantus quitensis</i>	6499	84	490	58	85	13
<i>Nicotiana sp.</i>						
<i>Portulaca olerácea</i>	1711	72	127	20	219	33
<i>Carduus acanthoides</i>	108	9	127	25	85	13
<i>Setaria geniculata</i>	46	9	44	8	239	30
<i>Poligonum aviculare</i>	0	0	22	4	17	3
<i>Paspalum sp.</i>	0	0	0	0	17	3
Dicotiledónea 2	0	0	0	0	34	6
Dicotiledónea 3	0	0	44	8	239	16
<i>Oenothera sp.</i>	0	0	0	0	34	6
<i>Urtica urens</i>	418	30	0	0	0	0
<i>Melilotus officinalis</i>	31	3	64	12	17	3
<i>Melilotus indicus</i>	0	0	64	8	117	16
<i>Verbena litoralis</i>	201	27	0	0	17	3
<i>Medicago lupulina</i>	15	3	21	4	17	3
<i>Capsella bursapastori</i>	31	9	42	8	0	0
<i>Datura ferox</i>	77	12	296	33	0	0

igual que *S. media* en PIII. Al aumentar la edad de la pastura, *Lamium amplexicaule* L., *Amaranthus quitensis* H.B.K., *Urtica urens* L. y *Verbena litoralis* H.B.K. disminuyeron su presencia, tanto en el número de muestras en las cuales se las halló, como en la densidad. Roberts, (1981) determinó que los bancos de semillas de áreas cultivadas en zonas templadas se caracterizaban por presentar pocas especies, mencionando a *S. media*, *Amaranthus* spp., *Echinochloa* spp. y *Portulaca oleracea* L. como las principales. Leguizamón y Cruz, (1981) y Leguizamón *et al.* (1981) encontraron las mismas especies, pero señalaron las diferencias existentes en los bancos de semillas según el uso de la tierra.

Al momento de la roturación, la densidad del banco en PI fue significativamente mayor ($p < 0,10$) a PII y PIII. PI tuvo una diversidad promedio superior a PII y PIII (0,401; 0,362 y 0,363, respectivamente), siendo esta diferencia significativa ($p < 0,20$) sólo entre PI y PIII.

Al clasificar las muestras provenientes de la situación inicial se formaron dos grupos: el primero comprendió principalmente a PI y PII y el segundo a PIII (Figura 1). Al aplicar PCA los dos primeros ejes absorbieron el 56% y el 12,6% de la varianza, respectivamente. En el diagrama de dispersión (Figura 2), las muestras quedaron

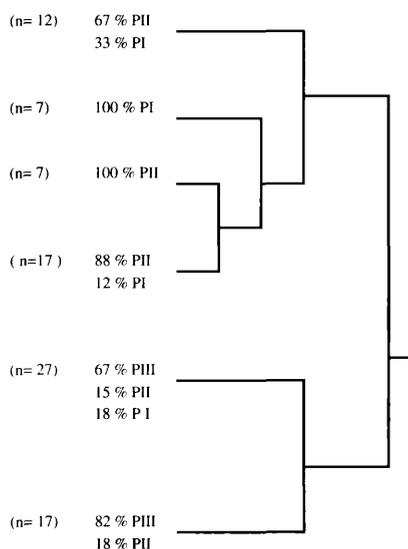


FIGURA 1

Dendrograma de los grupos de muestras obtenido mediante el método de mínima varianza, en pasturas de 18; 32 y 54 meses de edad (PI, PII y PIII, respectivamente). Año 1995.

Dendrogram of 18; 32 and 54 month-old pasture plots (PI; PII and PIII, respectively), as obtained by the minimal variance cluster technique, 1995.

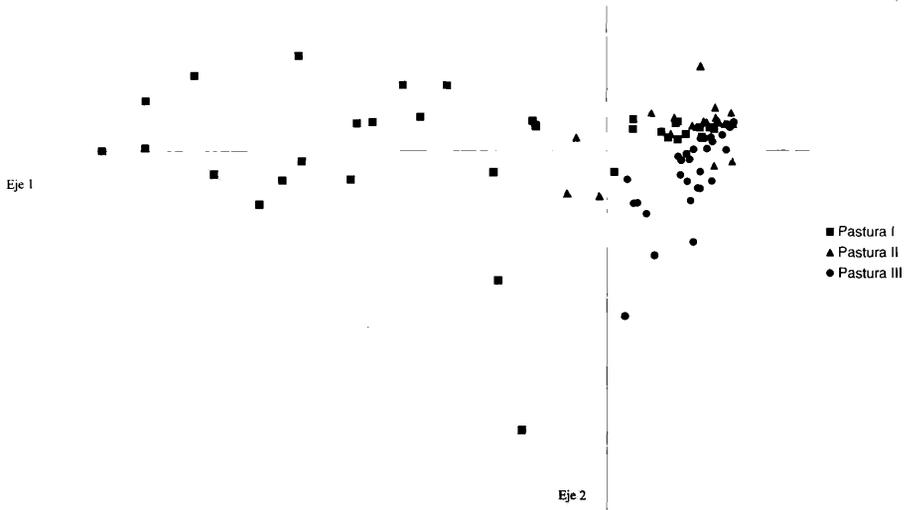


FIGURA 2

Diagrama de dispersión de las muestras del banco de semillas provenientes de las pasturas de 18, 32 y 54 meses de edad (PI, PII y PIII, respectivamente). Año 1995.

Scatter diagram with the first and second components of 18; 32 and 54 month-old pasture plots (PI; PII and PIII, respectively), 1995.

ubicadas en función de la edad de las pasturas de las cuales provenían: las de PI, en forma dispersa en los cuadrantes 2 y 3, mientras que las de PII y PIII estuvieron concentradas en los cuadrantes 1 y 4, respectivamente.

El efecto de la edad de la pastura (menores densidad y diversidad de PII respecto a PI) se hizo evidente en un lapso muy breve, debido a que las pérdidas del banco por predación, ataques de patógenos y senescencia, no se vieron compensados por nuevos aportes, ya que las especies de las pasturas "ocupaban" todo el canopeo. Sin embargo, el enmalezamiento progresivo que sufrió P III determinó un leve aumento del banco de semillas.

Sistema de labranza

La cantidad de especies presentes en el banco en 1998 fue similar a lo observado en 1995. De las 32 especies encontradas, 17 eran anuales, 8 perennes, 4 anuales, bianuales o perennes y 3 dicotiledóneas desconocidas. Del total, 16 eran malezas y 8 forrajeras, entre las cuales *Sorghum halepense*, *Eleusine indica*, *Medicago lupulina* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scopoli. y *Setaria geniculata* (Lam.) Beauv, también son

consideradas malezas, 6 eran rarezas para este banco y 1 era una planta cultivada (*Triticum aestivum* L.)

Las diferencias entre PI, PII y PIII se mantuvieron en el banco de semillas después de los tres años de agricultura, pero hubo un efecto derivado del tipo de labranza utilizado (Tabla 3).

TABLA 3

Banco de semillas de pasturas de 18; 32 y 54 meses de edad con labranzas vertical y convencional (PI; PII y PIII, V y C, respectivamente) especies presentes, densidad (x) y porcentaje (%) de parcelas en las cuales estaban presentes. Año 1998.

Soil seed bank of 18; 32 and 54 month old pastures after 3 years of vertical or conventional tillage (PI; PII and PIII; V and C, respectively): mean density (x) and percentage (%) of plots where they were present. 1998.

especies	PI				PII				PIII			
	V		C		V		C		V		C	
	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x	%
<i>Stellaria media</i>	3692	95	1742	89	204	30	102	20	586	65	78	23
<i>Panicum milioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	0	0
<i>Coronopus didymus</i>	1983	90	4637	84	1120	65	25	5	178	30	196	23
<i>Digitaria sanguinalis</i>	8531	90		94	331	25	102	20	11662	100	392	30
<i>Bowlesia incana</i>	1655	60	1769	63	0	0	0	0	76	10	118	7
Dicotiledónea 1	51	5	0	0	459	60	102	15	306	30	0	0
<i>Sorghum halepense</i>	382	35	268	26	2142	90	1604	50	25	5	78	15
<i>Echinochloa colona</i>	127	15	54	1	0	0	25	5	662	55	628	69
<i>Chenopodium album</i>	20932	100	9408	100	5533	90	1604	65	2903	65	235	30
<i>Lamium amplexicaule</i>	255	35	80	15	0	0	0	0	25	5	0	0
<i>Amarantus quitensis</i>	14948	90	3645	89	408	10	178	25	458	45	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	637	60	777	73	765	50	255	25	76	15	39	7
<i>Carduus acanthoides</i>	0	0	0	0	25	5	0	0	25	5	39	7
<i>Setaria geniculata</i>	25	5	0	0	0	0	0	0	382	40	118	15
Dicotiledónea 3	102	20	134	21	765	15	51	10	25	5	0	0
<i>Urtica urens</i>	25	5	27	5	0	0	0	0	25	5	0	0
<i>Verbena litoralis</i>	51	10	80	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	0	0	0	0	0	0	25	5	25	5	78	15
Dicotiledónea 4	0	0	0	0	76	10	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus esculentus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	51	10	0	0
<i>Datura ferox</i>	178	20	107	15	76	10	25	5	25	5	118	15
<i>Elyusine indica</i>	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anoda cristata</i>	0	0	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piptochaetium sp.</i>	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	25	5	27	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	204	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triticum aestivum</i>	51	10	80	10	76	5	51	10	51	10	0	0
<i>Melilotus albus</i>	0	0	134	26	76	15	0	0	0	0	39	7
<i>Apium leptophyllum</i>	0	0	54	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Setaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	178	20	274	15
<i>Euphorbia serpens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	102	10	0	0
<i>Eragrostis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	0	0
Total	53905		23052		12057		4151		17901		2430	

Las comparaciones entre densidad de semillas del banco y diversidad para cada situación se presentan en la Tabla 4. La densidad del banco disminuyó con el uso agrícola, observándose diferencias significativas entre labranzas en las tres situaciones, con menores valores en los lotes provenientes de LC. Esta información concuerda con lo hallado en la misma región por Feldman *et al.* (1998), quienes afirmaron que tanto el número de propágulos como la diversidad eran significativamente mayores en sistemas

TABLA 4

Comparación de la densidad de semillas por muestra (*) y del índice de diversidad ("), $p < 0,10$; en pasturas de 18; 32 y 54 meses y después de 3 años de agricultura con labranza vertical o convencional (PI; PII y PIII; V y C, respectivamente). Año 1998.

Comparisons of seed bank density () and diversity ("), $p < 0.10$; among 18; 32 and 54 month old pasture plots (PI; PII and PIII; V and C, respectively), 1998.*

	PI V	PII C	PII V	PIII C	PIII V
PI C	* "	* "	* "	* "	"
PI V		* "	* "	* "	* "
PII C			* "		* "
PII V				*	
PIII C					*

que causaban menores disturbios. La total inversión del pan de tierra que origina la labranza convencional, con arado de reja y vertedera, incide en la reducción del banco ya que al llevar a las semillas a la superficie se inactivan algunos factores de dormición y, además, quedan expuestas a potenciales predadores (Harper, 1977).

La clasificación realizada separó a las muestras por la duración de las pasturas en primer término y luego, por labranzas, excepto en PII (Figura 3).

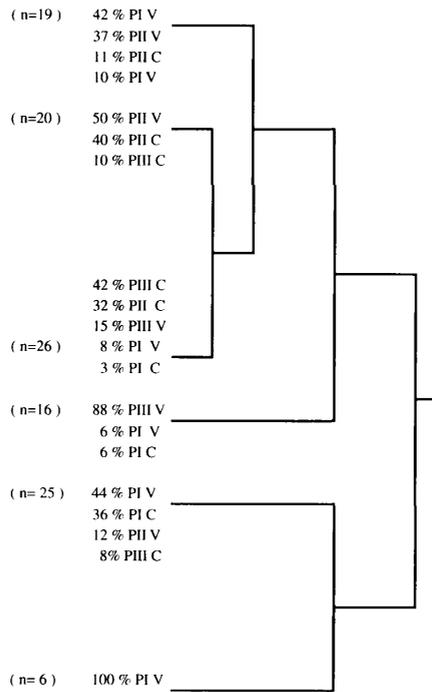


FIGURA 3

Dendrograma de los grupos de muestras obtenidos mediante el Método de Mínima Varianza, en pasturas de 18, 32 y 54 meses y 3 años de labranza convencional o vertical (PI; PII y PIII; C: labranza convencional ; V: labranza vertical, respetivamente). 1998.

Dendrogram of 18; 32 and 54 month-old pasture plots after 3 years of conventional or vertical tillage systems (PI; PII and PIII, C and V, respectively), as obtained by the minimal variance cluster technique, 1998.

En el análisis realizado con DCA las muestras quedaron ordenadas según la edad de la pastura; PI tuvo asociadas una mayor cantidad de malezas dicotiledóneas anuales: *Anoda cristata* (L.) Schlecht.; *C. album*; *P. oleracea*; *A. quitensis*; *S. media*; *L. amplexicaule* y *Coronopus didymus* (L.) Smith. Por otra parte, PIII estuvo asociada principalmente con gramíneas anuales o perennes: *Echinochloa colona* (L.) Link., *Setaria geniculata*, *Setaria sp.*, *D. sanguinalis* y *Panicum miliodes* Nees y con *Medicago lupulina*, leguminosa de presencia frecuente en pasturas y campos naturales, aunque con baja densidad de semillas (Figura 4). La presencia de gramíneas en los lotes agrícolas que provienen de PIII coincidió con lo informado por Roberts (1981), quien determinó que la contribución relativa de las gramíneas era apreciable en la composición del banco de semillas de pasturas.

CONCLUSIONES

Las malezas fueron las principales componentes del banco de semillas tanto a la salida del período pasturil como luego de tres años de agricultura.

La edad de las pasturas y los sistemas de labranzas incidieron en la densidad y la riqueza del banco de semillas del suelo.

El sistema de labranza convencional disminuyó la densidad de las semillas del banco.

El efecto edad de la pastura precedente se mantuvo tres años después de iniciado un ciclo agrícola, bajo sistemas de labranzas contrastantes.

La implementación de la duración relativa de ciclos agrícola-ganaderos y del sistema de labranzas debe incluir en su análisis no sólo a las propiedades físico-químicas del suelo, sino también al impacto sobre el reservorio de la comunidad de malezas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, J. P.; POSCHOLD, P.; STRYKSTRA, R. J.; BEEKER, R. M.; THOMPSON, K., 1996. Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandesa*, **45**, 461-491.
- BOCANELLI, S.; LEWIS, J. P., 1994. The seed bank of an old pampean prairie and its relation with the standing vegetation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **29**, 322-335.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; HARRISON, K., 1990. Long-term tillage effects on seed bank in three Ohio soils. *Weed Science*, **39**, 186-194.
- CAVERS, P. B.; BENOIT, D. L., 1989. Seed banks in arable land. En: *Ecology of soil seed banks*, 309-326. Ed. M. A. LECK; V. T. PARKER ; R. L. SIMPSON. Academic Press. San Diego (EE UU).
- COLLANTES, M. B. ; LEWIS, J. P., 1980. Ordenamiento de las comunidades vegetales herbáceas del Departamento Rosario (Pcia. Santa Fe, Argentina). *Ecosur*, **7(14)**, 171-184.
- CHAGAS, C. I.; MARELLI, H. J. ; SANTANATOGLIA, O. J., 1994. Propiedades físicas y contenido hídrico de un Argiudol típico bajo tres sistemas de labranza. *Ciencia del Suelo*, **12**, 11-16.
- CHAGAS, C. I.; SANTANATOGLIA, O. J.; GUTIERREZ, R., 1993. Propiedades físicas y biológicas de un Argiudol vértico erosionado bajo pradera. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, **8(1)**, 79-87.
- FELDMAN, S. R.; ALZUGARAY, C.; TORRES, P. S. ; LEWIS, J. P., 1998. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. *Weed Research*, **37**, 71-76.
- FELDMAN, S. R.; VESPRINI, J. L.; LEWIS, J. P., 1994. Survival and establishment of *Carduus acanthoides* L. *Weed Research*, **34**, 265-273.
- FRANCESCHI, E. A., 1975. *Descripción y caracterización de semillas de malezas frecuentes en los maizales del sur de Santa Fe*. Trabajo de Síntesis Final de Graduación, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 66 pp. Rosario (Argentina).
- GARCIA TOBAR, J. A., 1985. El futuro de la ganadería en zonas agrícolas. *Revista Argentina de Producción Animal*, **4**, 3-31.

- GAUCH, H. G. (jr.), 1997. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, 298 pp. Nueva York (EE UU).
- GRAHAM, D., HUTCHINGS, M., 1988. Estimation of the seed bank of a chalk grassland ley established on former arable land. *Journal of Applied Ecology*, **25**, 241-252.
- GREIG-SMITH, P., 1983. *Quantitative plant ecology 3rd. Edition*. University California Press, 256 pp. Berkeley (EE UU).
- GRIME, J. P., 1989. Seed banks in ecological perspective. En: *Ecology of soil seed banks*, 15-21. Ed. M. A. LECK, V. T. PARKER, R. L. SIMPSON. Academic Press. San Diego (EE UU).
- GROTH, D.; LIBERAL, O. T., 1988. *Catalogo de identificacao de sementes*. Fundacao Cargill, 230 pp. Campinas (Brasil).
- HARPER, J. L., 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, 892 pp. Londres (RU).
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A., 1973. *Non parametric statistical methods*. J. Wiley & Sons, 503 pp. Nueva York (EE UU).
- HOTTELING, H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Education Psychology*, **24**, 417-441.
- LAL, R., 1991. Tillage and agricultural sustainability. *Soil and Tillage Research*, **20**, 133 -146.
- LEGUIZAMON, E. S.; CRUZ, P. A., 1981. Población de semillas en el perfil arable de suelos sometidos a distintos manejos. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, **2**, 83-92.
- LEGUIZAMON, E. S.; CRUZ, P. A.; GUIAMET, J. J.; CASANO, L. M., 1981. Determinación de la población de malezas en suelos del distrito de Pujato (Provincia de Santa Fe). *Ecología*, **6**, 23-26.
- LEWIS, J. P.; LEGUIZAMÓN, E. S., 1991. Weed colonization of experimental gaps in the canopy of a wheat crop. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, **26**, 807-820.
- MARAÑÓN, T., 1995. Ecología de los bancos de semilla en el suelo: Una revisión de estudios españoles. *Pastos*, **XXV(1)**, 3-25.
- MCCUNE, B. ; MEFFORD, M. J., 1995. *PC -ORD Multivariate analysis of ecological data. Version 2.0*. Glenden Beach, 237 pp . Oregon (EE UU).
- MUSIL, A.F., 1977. *Identificacao de sementes de plantas cultivadas e silvestres*. AGIPLAN (Ministerio de Agricultura). 132pp. Brasilia (Brasil).
- ORLOCI, L., 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal of Ecology*, **55**, 193-206.
- PANETTA, F. D.; WARDLE, D. A., 1992. Gap size and regeneration in a New Zealand dairy pasture. *Australian Journal of Ecology*, **17**, 160-175.
- PETETIN, C. A.; MOLINARI, E. P., 1982. *Reconocimiento de semillas de malezas*. Ed INTA (Colección Científica, Tomo XXI), 246 pp. Buenos Aires (Argentina).
- RICE, K. L., 1989. Impacts of seed banks on grassland community structure and population dynamics. En: *Ecology of soil seed banks*, 211-229. Ed. M. A. LECK; V. T. PARKER ; R. L. SIMPSON. Academic Press. San Diego (EE UU).
- ROBERTS, H. A., 1981. Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology*, **6**, 1-55.
- RODRIGUEZ, N. M.; TORROBA, H. E.; PACHECO LEON, R.; ZUCCARELLI, C.; PEREZ de PEREZ, M., 1983. Malezas en alfalfares y pasturas polifíticas: los problemas reales y sus sistemas de control. *Publicación Técnica INTA Anguil* **28**. Anguil (Argentina).

- SAUZANO, G.A.; FADDA, G.S. ; CACERES, M.R., 1997. Influencia de las pasturas en algunas propiedades de suelos del noroeste argentino. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, **74**, 65-69.
- SHANNON, E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Systems Technology Journal*, **27**, 379-423; 623-653.
- SENIGAGLIESI, C.; FERRARI, M., 1994. Alternativas de prácticas de labranza para la respuesta de suelos y cultivos. *Publicación Técnica INTA Pergamino* **11**. Pergamino (Argentina).
- SIEGEL, S., 1980. *Estadística no paramétrica*. Ed. Trillas, 344 pp. México D. F. (México).
- WILDI, O.; ORLOCI, L., 1990. *Numerical exploration of community patterns*. SPB Academic Publishing, 124 pp. La Haya (Holanda).
- ZIRALDO, O. A., 1976. *Descripción y caracterización de algunas semillas de malezas del sur de Santa Fe (Argentina)*. Trabajo de Síntesis Final de Graduación, Facultad Ciencias. Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 48 pp. Rosario (Argentina).

THE INFLUENCE OF PASTURE LONGEVITY AND TILLAGE SYSTEMS ON THE SOIL SEED BANK

SUMMARY

The soil seed bank of pastures of 18, 32 y 54 months and after three years of cultivation with two tillage systems: conventional (mouldboard plough) and vertical (chisel plough) was analyzed. The data (number of seeds of each species per sample) was analysed using multivariate analysis, and the density and diversity were compared with non-parametric tests. Weeds, mainly annuals, were the principal components of the seed bank at the end of the grazing period as well as after three years of agriculture. The seed bank had scarce forage legumes and perennial grasses. Pasture longevity and tillage system influenced soil seed bank. Plots of the 18 month old pasture had the highest densities, 62 741 seeds m⁻², and diversities, 0.401. Conventional tillage depressed soil seed bank diversity. Though years of cultivation reduced seed bank richness, being this effect more evident in conventional tillage systems, differences among pasture longevity were still maintained.

Keywords: Argentina, weeds, crop rotations