

Análisis del banco de semillas y su relación con la vegetación emergente en una clausura de la llanura pampeana

MARIANA A ETCHEPARE^{1,✉} & SILVIA I BOCCANELLI^{2,*}

1. Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

2. Cátedra de Ecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Zavalla, Argentina.

RESUMEN. La regeneración de la comunidad vegetal, luego de sufrir algún tipo de disturbio, depende de la disponibilidad de propágulos cuya fuente primaria la constituye el banco de semillas del suelo. El objetivo de este trabajo fue analizar la composición florística, abundancia, riqueza y diversidad del banco de semillas y de la comunidad vegetal, y evaluar la relación entre ambos, en un lote agrícola de la llanura pampeana donde se desarrolló una sucesión secundaria a lo largo de 20 años. En la vegetación se registraron 13 especies, entre las cuales predominaron especies perennes y *Sorghum halepense* fue la dominante. En el banco de semillas se identificaron 12 especies, con predominio de especies anuales. Tres especies: *Sorghum halepense*, *Carduus acanthoides* y *Verbena bonariensis* estuvieron presentes en el banco de semillas y en la vegetación, pero sólo *S. halepense* mostró una correlación significativa y positiva. Esta escasa relación entre la vegetación y el banco de semillas sugiere que el banco de semillas puede ser de limitada importancia en el reclutamiento, estructura y composición de la comunidad vegetal.

[Palabras clave: Argentina, Pampa, densidad de semillas, disturbio, *Sorghum halepense*, comunidad vegetal]

ABSTRACT. Seed bank analysis and its relation to the standing vegetation in an abandoned field of the pampean prairie: The regeneration of plant community after disturbance depends on the availability of propagules. In grasslands, soil bank is the primary source of propagules, although propagule arrival from neighbouring areas may be important as well. There is evidence that in several grasslands there is a low similarity in floristic composition and in the relative abundance of plant species between the standing vegetation and their soil seed banks. The objective of this study was to evaluate the floristic composition, abundance, richness and diversity of the soil seed bank and the standing vegetation and to assess their relationship, in a closed field of the pampean prairie where a secondary succession has developed after 20 years. Thirty-six samples of vegetation and soil were analysed, classified and ordered with multivariate methods. In the standing vegetation, we recorded a total of 13 species, most of them perennials. The dominant species was *Sorghum halepense*. In the seed bank, we identified 12 species, most of them annuals, and *Portulaca oleracea* was the most abundant one. The floristic groups of the standing vegetation were more clearly defined than those groups of the soil seed bank. Three species (*Sorghum halepense*, *Carduus acanthoides* and *Verbena bonariensis*) were present in both the seed bank and the standing vegetation, but only for *S. halepense* showed a positive correlation between both the seed bank and the standing vegetation. The low similarity between the standing vegetation and the soil seed bank shows that, except for *Sorghum halepense*, the dominant species of the standing vegetation contribute very little to the development of the soil seed bank.

[Keywords: Argentina, Pampa, seed density, disturbance, *Sorghum halepens*, plant community]

✉ Fac. de Humanidades y Ciencias, Univ. Nac. del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Dir. actual: Depto. de Botánica, Fac. de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Casilla 160C. Univ. de Concepción, Concepción, Chile.

marianaet@hotmail.com, metchepare@udec.cl

* sboccane@sede.unr.edu.ar

Recibido: 23 de marzo de 2006; Fin de arbitraje: 25 de septiembre de 2006; Revisión recibida: 27 de noviembre de 2006; Segunda revisión recibida: 23 de abril de 2007; Aceptado: 25 de abril de 2007

INTRODUCCIÓN

En la región Pampeana, las comunidades vegetales prístinas, estables y en equilibrio con el ambiente, llamadas comunidades climácicas, han sido perturbadas durante mucho tiempo por la actividad agrícola (Boccanelli et al. 1999). Las prácticas agrícolas remueven el suelo y la vegetación, lo cual provoca cambios en el ambiente y favorece la instalación de especies que antes del disturbio no estaban en condiciones de competir con aquellas que formaban el dosel de la vegetación (Lewis 1995).

El abandono de campos agrícolas resulta en un proceso de cambios en la comunidad vegetal, a través de sucesivas etapas, que pueden llevarla a su situación original, o a una situación parecida a la climax original. La regeneración de la comunidad vegetal luego de sufrir un disturbio depende de la disponibilidad de propágulos, cuya fuente primaria es el banco de semillas (BS) del suelo (Lavorel & Lebreton 1992). Otra fuente es la lluvia de semillas provenientes de áreas vecinas (Boccanelli et al. 1999). La formación del BS del suelo resultará del balance entre la producción de semillas, la dispersión, la germinación, la muerte y la depredación (Bossuyt & Hermy 2004). En general, se distinguen dos caminos posibles en el proceso de formación del BS durante una sucesión vegetal; en el primer caso el BS se compone principalmente de especies tempranas de la sucesión, estando presentes durante todas las etapas de dicho proceso mientras que en el segundo caso, la composición del BS varía según los cambios que se producen en la vegetación (Bossuyt & Hermy 2004). Si bien es esperable que las especies más abundantes de la comunidad vegetal contribuyan significativamente a la formación del BS, hay numerosos ejemplos que documentan una baja similitud entre la comunidad emergente y el BS tanto en la composición florística como en la abundancia relativa de las especies que lo componen (Gordon 2000; Márquez et al. 2002). Esto puede deberse, entre otras razones, a que: (1) las especies dominantes contribuyen con pocas semillas al banco, (2) hay pocas semillas en el suelo por pérdidas de viabilidad o depredación, (3) las condiciones ambientales no son apropiadas

para la germinación de algunas especies (i.e. condiciones de luz y temperatura inadecuadas), (4) al principio algunas especies se establecen por germinación y luego se expanden en la comunidad a través de propagación vegetativa (Gordon 2000).

La dinámica de las comunidades vegetales y sus respuestas frente a los disturbios podrían ser mejor comprendidas teniendo en cuenta diferentes aspectos del BS tales como su densidad y composición, su persistencia en el suelo y su similitud florística con la vegetación establecida (Márquez et al. 2002). El objetivo de este trabajo fue analizar la composición florística, abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad vegetal y del banco de semillas, y evaluar la relación entre ambos, en una clausura de la llanura pampeana donde se desarrolló una sucesión secundaria a lo largo de 20 años, luego del abandono de un campo agrícola.

MÉTODOS

Sitio de estudio

En 1983 se clausuró un lote agrícola de 3 ha ubicado dentro del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, en la localidad de Zavalla provincia de Santa Fe (Argentina) (33° 01' lat. S y 60° 53' long. O). La historia previa de este lote no se conoce con exactitud. A partir de la creación del campo experimental en el año 1969, se instaló por breve tiempo una colección de forrajeras y se hicieron algunos ensayos de práticamente y de herbicidas en distintos cultivos. En la actualidad esta parcela está rodeada de lotes agrícolas en producción y en experimentación, fundamentalmente con cultivo de soja. Con posterioridad al abandono se desarrolló una sucesión secundaria en la que se diferenciaron a lo largo de veinte años dos etapas, la primera breve, con predominio de especies anuales y la segunda con la consolidación de las perennes *Baccharis salicifolia* y *Sorghum halepense* acompañado por *Carduus acanthoides* (Boccanelli et al. 1999; Boccanelli 2005). Este experimento se llevó a cabo dentro del lote clausurado, durante marzo

de 2003. El clima de esta región es templado cálido y húmedo (Burgos 1970). La temperatura media anual es de 17°C. El promedio anual de precipitaciones es de 985.6 mm, con mayor precipitación durante el verano (Sacchi et al. 2000). El suelo corresponde a un Argiudol vértico, es muy profundo, bien drenado y con un perfil muy evolucionado (Busso & Ausilio 1989).

El área de estudio está dentro de la provincia fitogeográfica Pampeana (Cabrera 1976). La vegetación original corresponde a praderas o pseudoestepas y las comunidades más representativas las conforman distintos tipos de flechillares que incluyen distintas especies del género *Stipa* (*Stipa neesiana.*, *Stipa hyalina*, *Stipa papposa* y *Bothriochloa laguroides*) (Lewis et al. 1985).

Recolección de muestras y análisis de los datos

Se tomaron al azar 36 unidades de 1m x 1m en las que se relevó la vegetación y se le asignó a cada especie un valor de abundancia según la escala de Van der Maarel (1979). Para el análisis del BS potencial se extrajeron, de cada uno de los lados del cuadrado, dos submuestras que conformaron una muestra compuesta por ocho submuestras de suelo en cada unidad de muestreo. Las muestras se obtuvieron con un barreno de 5 cm de diámetro por 5 cm de alto. Las muestras de suelo se lavaron sobre un tamiz de 0.297 mm, el material recuperado se colocó sobre papel de filtro y se secó en estufa a 40°C durante 24 hs. Luego se separaron las semillas potencialmente viables. La viabilidad fue determinada ejerciendo una ligera presión con una pinza y se consideró que aquellas semillas que resistían la presión eran viables (Tuesca et al. 2004). Se identificaron las semillas a través de la bibliografía disponible (Kissmann 1991; Kissmann & Groth 1992) y por comparación con material de herbario (Herbario Fac. Cs. Agr. UNR). Finalmente fueron contadas y referidas a m². La denominación científica de las especies siguió la nomenclatura propuesta por Zuloaga y colaboradores 1994 y Zuloaga & Morrone 1996 y 1999.

Los datos del BS y de la vegetación se analizaron a través de métodos multivariados. Ambas

matrices de datos se clasificaron con el método de Ward y como medida de distancia se usó la Euclídea Relativa y se ordenaron con NMS (*Non Metric Multidimensional Scaling*) del programa PC-ORD usando la configuración inicial de Componentes Principales, como medida de distancia se usó la Euclídea Relativa, con un número de iteraciones igual a 100 (McCune & Mefford 1999).

Se calculó la riqueza específica, la equitatividad y la diversidad con el índice de Shannon - Weaver (Greig-Smith 1983) en el BS y en la vegetación. Para evaluar si existían diferencias significativas en la riqueza específica, la equitatividad y la diversidad entre ambos, se utilizó el Test t de diferencias apareadas (Zwillinger & Kokoska 2000). Para analizar la similitud entre el BS y la vegetación se aplicó el índice de Similitud de Sorensen (Matteucci & Colma 1982). Para establecer la relación entre las especies comunes a ambos se aplicó el Coeficiente de Correlación de Rangos de Spearman (Siegel 1980) a los valores de abundancia de dichas especies en el BS y en la vegetación.

RESULTADOS

Composición de la vegetación

En la vegetación se registraron 13 especies, nueve perennes y cuatro anuales (Tabla 1). La especie dominante fue *Sorghum halepense* que apareció en todas las muestras, la mayoría de las veces con valores altos de abundancia, seguida por *Adiantopsis chlorophylla*, *Parietaria debilis* y *Senecio grisebachii*.

La clasificación de las muestras de vegetación arrojó cinco grupos que se corresponden con la importancia relativa, dada por sus valores de abundancia, de diferentes especies (Figura 1a). El grupo I se caracterizó por la presencia de *Sorghum halepense*, *Carduus acanthoides* y *Adiantopsis chlorophylla* (*Carduus acanthoides* resultó la especie más abundante en este grupo). El grupo II se caracterizó por la presencia de *Sorghum halepense*, *Adiantopsis chlorophylla* y *Parietaria debilis* (*Adiantopsis chlorophylla* resultó la especie más importante

Tabla 1. Especies presentes en la vegetación emergente y en el banco de semillas (BS), sus correspondientes ciclos de vida y estadísticas descriptivas: promedio de abundancia de la vegetación (\bar{x} ab.) tomando sólo las muestras en las que están presentes, promedio de número de semillas/m² (\bar{x} sem/m²), coeficiente de variación (CV) y frecuencia relativa (h_i).

Table 1. Species present in the vegetation and the seed bank, their correspondent life cycles and descriptive statistics: mean abundance of the vegetation taking only the samples where their appearing, mean number of seeds/m² (\bar{x} sem/m²), coefficient of variation and relative frequency.

Especie	Familia	Ciclo de vida	Vegetación			Banco de semillas		
			\bar{x} ab.	CV	h_i	\bar{x} sem/m ²	CV	h_i
<i>Sorghum halepense</i>	Poáceas	Perenne	7.5	19.5	100.0	2993	77.2	97.2
<i>Verbena bonariensis</i>	Verbenáceas	Perenne	3.0	0.0	5.5	11733	272.8	72.2
<i>Carduus acanthoides</i>	Asteráceas	Anual	4.8	46.2	25.0	21	336.3	8.3
<i>Stipa</i> sp.	Poáceas	Perenne	5.0	0.0	2.7			
<i>Lolium multiflorum</i>	Poáceas	Anual	5.0	0.0	2.7			
<i>Schizachyrium condensatum</i>	Poáceas	Perenne	8.5	8.2	5.5			
<i>Baccharis salicifolia</i>	Asteráceas	Perenne	5.8	41.9	25.0			
<i>Senecio grisebachii</i>	Asteráceas	Perenne	7.1	31.6	47.2			
<i>Gnaphalium gaudichaudianum</i>	Asteráceas	Anual	3.0	0.0	2.7			
<i>Parietaria debilis</i>	Urticáceas	Anual	6.3	35.0	66.6			
<i>Iresine diffusa</i>	Amarantáceas	Perenne	3.5	28.5	11.1			
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Solanáceas	Perenne	5.0	0.0	2.7			
<i>Adiantopsis chlorophylla</i>	Pteridáceas	Perenne	7.7	23.0	72.2			
<i>Panicum bergii</i>	Poáceas	Perenne				4090	91.1	88.8
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiáceas	Anual				2024	95.2	94.4
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacáceas	Anual				5605	70.3	100
<i>Anagallis arvensis</i>	Primuláceas	Anual				148	210.4	25
<i>Melilotus albus</i>	Fabáceas	Anual				1641	183.7	38.8
<i>Oenothera indecora</i>	Onagráceas	Anual				261	535.6	8.3
<i>Sida rhombifolia</i>	Malváceas	Perenne				14	600	2.7
<i>Bowlesia incana</i>	Apiáceas	Anual				148	600	2.7
<i>Rumex crispus</i>	Polygonáceas	Perenne				14	418.1	5.5
No determinada 1						2229	148.8	83.3
No determinada 2						14	418.1	5.5

del grupo). El grupo III se caracterizó por la presencia de *Sorghum halepense*, *Adiantopsis chlorophylla* y *Baccharis salicifolia*, (esta última fue la especie más abundante). El grupo IV se caracterizó por *Sorghum halepense*, *Carduus acanthoides*, *Adiantopsis chlorophylla* y *Parietaria debilis* (esta última fue la especie más abundante). Finalmente, el grupo V se caracterizó por la presencia de *Sorghum halepense*, *Adiantopsis chlorophylla*, *Senecio grisebachii* y *Parietaria debilis* (*Senecio grisebachii* fue la especie más abundante de este grupo). El

ordenamiento muestra claramente diferenciados los cinco grupos resultantes de la clasificación (Figuras 1a y 2). El nivel de stress obtenido con NMS usando la configuración inicial de Componente Principales fue de 15.41.

Composición del banco de semillas

En el BS se registraron de 30936 semillas/m². Se lograron identificar 12 especies, cinco perennes y siete anuales (Tabla 1). Las especies

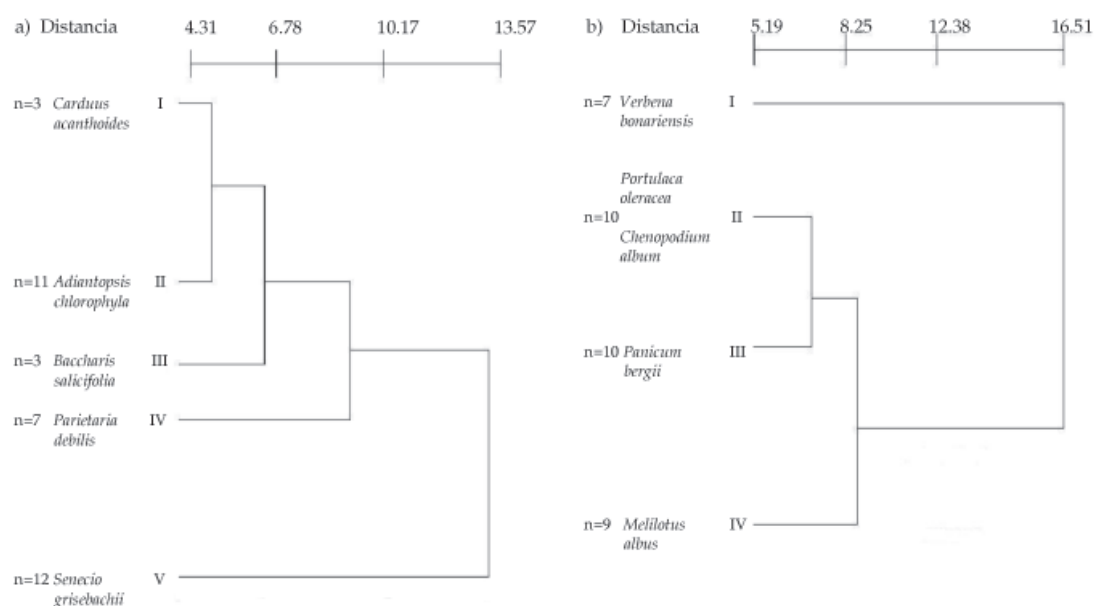


Figura 1. a) Clasificación de las muestras de vegetación (método de Ward empleando distancia euclídeas relativas). b) Clasificación de las muestras del banco de semillas (método de Ward empleando distancias euclídeas relativas). Para cada grupo, identificados con números romanos, se indica el tamaño (n), la especie más abundante y las distancias a la que se fusionan los grupos.

Figure 1. a) Classification of the vegetation samples (Ward's method using relative euclidean distances). b) Classification of the seed bank samples (Ward's method using relative euclidean distances). For each group identified with roman numbers the size (n), the most abundant species and the distance where groups converged are displayed.

perennes más abundantes fueron: *Verbena bonariensis*, *Panicum bergii* y *Sorghum halepense*. *Portulaca oleracea* fue la única especie anual que realizó un abundante aporte de semillas al banco.

La clasificación de las muestras del BS arrojó cuatro grupos que se corresponden con la importancia relativa, dada por los valores de abundancia de diferentes especies (Figura 1b). El grupo I estuvo formado por *Verbena bonariensis*, *Portulaca oleracea* y *Panicum bergii*, (la primera fue la especie más abundante). El grupo II estuvo formado por *Portulaca oleracea*, *Chenopodium album* y *Panicum bergii*, (las dos primeras fueron las especies más abundantes). El grupo III estuvo formado por *Panicum bergii*, *Portulaca oleracea* y No determinada 1, que no pudo ser identificada pero resultó una especie importante por su número, (la primera fue la especie más abundante del grupo). Finalmente,

el grupo IV estuvo formado por *Panicum bergii*, *Portulaca oleracea* y *Melilotus albus* (esta última fue la especie más abundante).

Los grupos II y III están poco diferenciados entre sí ya que comparten muchas de las especies presentes pero se diferencia el grupo II por *Chenopodium album* que no aparece en el grupo III y en este último está presente la especie No determinada 1 ausente en el grupo II.

El ordenamiento arrojó los mismos grupos resultantes de la clasificación (Figuras 1b y 3). El grupo I se diferenció marcadamente de los otros tres grupos, que se presentaron más superpuestos. Una de las muestras del grupo IV se separó del resto porque en ella aparecía *Oenothera indecora* con un valor muy alto (8408 semillas/m²). El nivel de stress obtenido con NMS usando la configuración inicial de Componente Principales fue de 13.42.

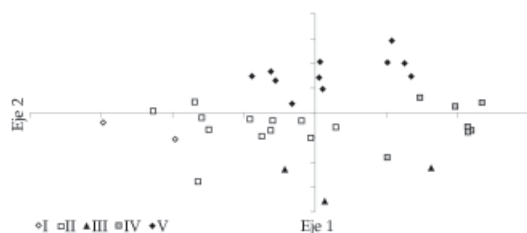


Figura 2. Diagrama de dispersión de las muestras de la vegetación ordenadas con NMS usando la configuración inicial de Componentes Principales. Se indica en números romanos los cinco grupos resultantes de la clasificación.

Figure 2. Scatter diagram of the vegetation samples ordered with NMS using the initial configuration of Principal Components. The five groups that resulted from the classification are indicated in roman numbers.

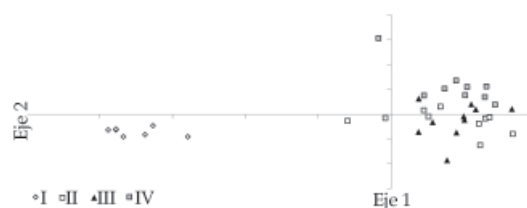


Figura 3. Diagrama de dispersión de las muestras del banco de semillas ordenadas con NMS usando la configuración inicial de Componentes principales. Se indican en números romanos los cuatro grupos resultantes de la clasificación.

Figure 3. Scatter diagram of the seed bank samples ordered with NMS using the initial configuration of Principal Components. The four groups that resulted from the classification are indicated in roman numbers

Comparación entre la vegetación y el banco de semillas

La diversidad calculada en las muestras de vegetación y BS fue de 1.44 ± 0.22 y 1.37 ± 0.41 respectivamente. La riqueza específica en la vegetación fue de 4.83 ± 1.18 y 7.33 ± 1.29 en el BS. En cuanto a la equitatividad, en la vegetación se registró un valor de 0.934 ± 0.04 y 0.689 ± 0.19 en el BS. Los valores de diversidad no variaron significativamente entre el BS y la comunidad vegetal ($t = -0.81$; $P=0.42$). De los dos componentes de la diversidad, solamente la riqueza específica resultó significativamente mayor en el BS ($t = 8.58$; $P < 0.001$), mientras que la equitatividad no presentó diferencias significativas ($t = -1.01$; $P=0.32$).

La similitud entre la vegetación y el BS fue del 21.2%. Solamente tres especies estuvieron presentes en el BS y en la vegetación emergente: *Sorghum halepense*, *Carduus acanthoides* y *Verbena bonariensis*. La relación entre la abundancia en la comunidad emergente y la abundancia en el banco de semillas fue significativa y positiva para *Sorghum halepense* (0.49 ; $p=0.0037$) (Fig. 4) y no significativa para *Carduus acanthoides* (0.11 ; $p=0.52$) y *Verbena bonariensis* (0.13 ; $p=0.44$).

Comunicación breve

DISCUSIÓN

El ordenamiento de las unidades muestrales de la comunidad vegetal presenta grupos claramente definidos. Posiblemente esto sea consecuencia de disturbios durante la sucesión que hayan originado parches de características diferentes en la clausura. Por el contrario, el ordenamiento mostró que las muestras del BS se diferenciaron menos entre sí, excepto las del grupo I que se separa de los otros tres grupos.

Encontramos una baja similitud entre la vegetación y el BS. Excepto para el caso de *S. halepense*, *C. acanthoides* y *V. bonariensis*, el resto de las especies dominantes no se registraron en el BS, y de estas tres especies solamente *S. halepense* presenta una correlación significativa y positiva. Esto coincide con las observaciones de Gordon (2000) y de Márquez y colaboradores (2002) quienes observaron, en pastizales templados, que la dominancia de especies perennes no guarda mucha relación con su BS. La especie perenne característica de la clausura bajo estudio es el *S. halepense*, que además de hacer un continuo aporte de semillas al banco, se propaga vegetativamente. Este tipo de propagación puede afectar

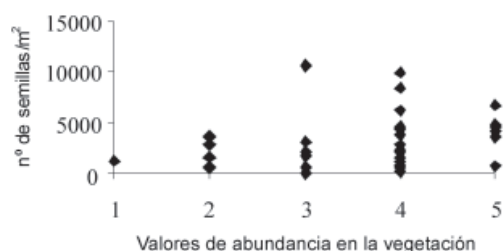


Figura 4. Correlación entre el número de semillas de *Sorghum halepense* en el banco de semillas y su valor de abundancia en la vegetación (significativo ($p < 0.005$) y positivo).

Figure 4. Correlation between the number of *Sorghum halepense* seeds in the seed bank and its abundance value in the vegetation (significant ($p < 0.005$) and positive)

significativamente el papel que desempeña el BS en la regeneración de la comunidad al formar una cubierta compacta de vegetación y materia orgánica en el suelo. Por lo tanto, esta situación podría restringir el número de sitios seguros para el reclutamiento de otras especies. Además, el sorgo de Alepo ejerce una fuerte acción alelopática a través de sustancias químicas como p-benzoquinonas, glucósidos cianogénicos, taninos y ácidos fenólicos que inhiben la germinación de muchas especies (Acciari & Asenjo 2003). Esto podría ser una de las causas de la poca representación del banco en la vegetación emergente.

De las 12 especies determinadas en el BS, siete son anuales. Esto podría explicarse porque las plantas anuales con frecuencia forman BS persistentes debido a que su supervivencia depende del éxito en la regeneración desde el banco (Gordon 2000). Las especies anuales del BS formaron parte de la comunidad vegetal durante la primera etapa de la sucesión secundaria que se desarrolló en este lote con posterioridad al abandono (Boccanelli et al. 1999). No obstante, el proceso de dispersión también podría ser importante para explicar la presencia de estas especies en el BS ya que otra fuente de propágulos puede ser la lluvia de semillas provenientes de áreas vecinas (Leps et al. 1982). En cambio, de las 13 especies de la vegetación, solamente cuatro eran anuales y de ellas únicamente *C. acanthoides* estuvo presente en el banco, aunque el aporte es poco significa-

tivo, a pesar de ser abundante en algunas muestras de la comunidad emergente. Esta especie no forma un BS persistente ya que cuando sus frutos se dispersan, durante el verano y el otoño, al alcanzar el suelo germinan rápidamente o son predados (Feldman & Lewis 1990).

Esta escasa relación entre la vegetación y el BS proporciona indicios de que el BS puede ser de limitada importancia en el reclutamiento, estructura y composición de la comunidad vegetal (Gordon 2000) en estado sucesional avanzado. Sin embargo, se podría esperar que las 11 especies del BS que no aparecieron en la comunidad emergente, pudieran eventualmente surgir como consecuencia de algún disturbio que originara la aparición de claros o huecos en la vegetación. De esta manera, el banco podría contribuir a la regeneración natural, al mantenimiento de numerosas especies y consecuentemente al proceso sucesional.

Este trabajo mostró que, en el área estudiada, la comunidad vegetal presenta grupos florísticos más claramente definidos que el BS. La mayoría de las especies anuales presentes en el BS no están presentes en la vegetación. Esto indicaría que se trata de especies tempranas de la sucesión, que producen bancos de semillas persistentes, que siguen estando presentes en el suelo de esta clausura incluso después de que dichas especies desaparecen de la comunidad vegetal, además algunos de estos propágulos podrían provenir de áreas vecinas. Solamente tres especies del total del banco están presentes en la comunidad y de ellas solamente *S. halepense* tiene correlación significativa y positiva.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a P. Torres por su asesoramiento en el análisis estadístico. A I. Barberis por sus sugerencias y valiosos comentarios. A E. Pire por su colaboración en el trabajo de campo. A G. Salinas por facilitarnos el material del herbario. A la Fac. de Ciencias Agrarias de la UNR por facilitar el predio donde se llevó a cabo esta experiencia. Al personal del laboratorio de Biología de la Fac. de Humanidades y Ciencias (UNL), por facilitarnos parte del material de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACCIARESI, HA & CA ASENJO. 2003. Efecto alelopático de *Sorghum halepense* (L.) sobre el crecimiento de la plántula y la biomasa aérea y radical de *Triticum aestivum* Pers. *Ecología Austral* **13**: 49-61.
- BOCCANELLI, SI; EF PIRE; PS TORRES & JP LEWIS. 1999. Cambios en la vegetación de un campo abandonado después de un cultivo de trigo. *Pesq. agropec. bras.* **34**: 151-157.
- BOCCANELLI, SI. 2005. *Desarrollo de la sucesión secundaria luego del abandono de campos agrícolas en el sur de la provincia de Santa Fe (Argentina)*. Tesis presentada para optar al grado de Magíster en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Fac. de Cs. Agrarias UNR, Zavalla, Argentina.
- BOSSUYT, B & M HERMY. 2004. Seed bank assembly follows vegetation succession in dune slacks. *J. Veg. Sci.* **15**: 449-456.
- BURGOS, JJ. 1970. El clima de la región noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo. *Bol. Soc. Argent. Bot.* **11** (Suplemento): 37-101.
- BUSO, A & A AUSILIO. 1989. *Mapa de Suelos del Campo Experimental "José V. Villarino"*. Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Publicación Técnica N° 5.
- CABRERA, AL. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. ACME Buenos Aires.
- FELDMAN, SR & JP LEWIS. 1990. Output and dispersal of propagules of *Carduus acanthoides* L. *Weed Res.* **30**: 161-169.
- GORDON, E. 2000. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (Venezuela). *Rev. Biol. Trop.* **4**(1): 25- 42.
- GREIG-SMITH, P. 1983. *Quantitative plant ecology*. Great Britain. Blackwell Scientific.
- KISSMANN, KG. 1991. *Plantas Infestantes e Nocivas*. Tomo I. BASF Brasileira S.A. Ed.
- KISSMANN, KG & D GROTH. 1992. *Plantas Infestantes e Nocivas*. Tomo II. BASF Brasileira S.A. Ed.
- LAVOREL, S & JD LEBRETON. 1992. Evidence for lottery recruitment in Mediterranean old fields. *J. Veg. Sci.* **3**: 91-100.
- LEPS, J; J OSBORNOVA-KOSINOVA & M REJMANEK. 1982. Community stability, complexity and species history strategies. *Vegetatio* **50**: 53-63.
- LEWIS, JP; M COLLANTES; E PIRE; N CARNEVALE; S BOCCANELLI ET AL. 1985. Floristic groups and plant communities of southeastern Santa Fe, Argentina. *Vegetatio* **60**: 67-90.
- LEWIS, JP. 1995. *La biósfera y sus ecosistemas. Una introducción a la Ecología*. Rosario. ECOSUR. Serie Publicaciones Técnicas 2.
- VAN DER MAAREL, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* **39**: 97-114.
- MÁRQUEZ, S; G FUNES; M CABIDO & E PUCHETA. 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Rev. Chil. Hist. Nat.* **75**: 327-337.
- MATTEUCCI, SD & A COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General, OEA. Washington D.C.
- MCCUNE, B & MJ MEFFORD. 1999. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Versión 4. Ed. MjM Softward Design, Gleneden Beach, Oregon.
- SACCHI, O; M COSTANZO & A CORONEL. 2000. *Características climáticas de Zavalla*. Informe interno de la Cátedra de Climatología Agrícola. Fac. Cs. Agr. UNR.
- SIEGEL, S. 1980. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Ed. Trillas. México.
- TUESCA, D; L NISENSOHN; S BOCCANELLI, P TORRES & JP LEWIS. 2004. Weed seedbank and vegetation dynamics in summer crops under two contrasting tillage regimes. *Community Ecology* **5**: 247-255.
- ZULOAGA, FO; E NICORA; Z RÚGOLO DE AGRASAR; O MORRONE; J PENSIERO & A CIALDELLA. 1994. *Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina. Nonographs in Systematic Botany*, Missouri Botanical Garden 47.
- ZULOAGA, FO & O MORRONE. 1996. *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina I. Monographs in Systematic Botany*. Missouri Botanical Garden 60.
- ZULOAGA, FO & O MORRONE. 1999. *Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II. Monographs in Systematic Botany*. Missouri Botanical Garden 74.
- ZWILLINGER, D & S KOKOSKA. 2000. *Standard probability and statistics tables and formulae*. Chapman & Hall CRC, Boca Ratón, Florida.