

## Efectos de la densidad de *Lotus tenuis* sobre la emergencia, supervivencia y cobertura de *Cirsium vulgare*

ELIZABETH ORTEGA <sup>✉</sup> , PABLO VERGARA, OSVALDO VIGNOLIO & PEDRO LATERRA 

Unidad Integrada Balcarce: Facultad de Cs. Agrarias, Univ. Nac. de Mar del Plata - EEA Balcarce (INTA).  
Balcarce, Buenos Aires, ARGENTINA


**RESUMEN.** Los pastizales de la Pampa Deprimida dominados por *Paspalum quadrifarium* (pajonales de paja colorada), luego de ser quemados para mejorar su receptividad ganadera, suelen resultar invadidos por una leguminosa de buen valor forrajero, *Lotus tenuis*, y/o por distintas especies de malezas, entre las que se destaca *Cirsium vulgare*. A fin de comparar el impacto relativo de *L. tenuis* sobre las etapas de pre y post-emergencia de *C. vulgare*, se evaluó la emergencia, la supervivencia y los cambios en la cobertura de *C. vulgare* frente a combinaciones factoriales de cuatro densidades de siembra de *L. tenuis* (0.0; 0.25; 0.5 y 1.0 semilla/cm<sup>2</sup>) y dos arreglos espaciales de *C. vulgare* (15 semillas espaciadas uniformemente dentro de un círculo de 5 cm de diámetro o sobre un círculo de 28 cm de diámetro) bajo condiciones de invernáculo. La densidad de siembra de *L. tenuis* redujo linealmente la emergencia de *C. vulgare*, en forma independiente del arreglo espacial de las semillas del cardo. Si bien la proporción de semillas de *C. vulgare* que no emergieron aumentó hasta casi un 40% por la presencia de *L. tenuis*, los efectos de esta especie sobre la mortalidad de las plántulas emergidas presentaron una magnitud varias veces superior (hasta un 270% de incremento) y variable con la densidad de *C. vulgare*. Estos resultados permitieron verificar la ocurrencia de efectos preemergentes de las semillas de *L. tenuis* sobre semillas de *C. vulgare*, previamente comprobados en laboratorio, aún frente a condiciones potencialmente adversas para la expresión de interacciones alelopáticas.


**ABSTRACT.** Effects of *Lotus tenuis* density upon the emergence, survival and cover of *Cirsium vulgare*: After burning for raising the stocking rate, the *Paspalum quadrifarium*-dominated grasslands of the Flooding Pampa become invaded by a forage legume, *Lotus tenuis*, and/or by *Cirsium vulgare* among other weed species. Aiming to compare the relative impact of *L. tenuis* on pre and post-emergence stages of *C. vulgare*, the emergence, survivorship and coverage of *C. vulgare* were evaluated in response to four sowing densities of *L. tenuis* (0.0; 0.25; 0.5 and 1.0 seeds/cm<sup>2</sup>) and two spatial patterns of *C. vulgare* (15 uniformly distributed seeds within a circle of 5 cm diameter or on a circle of 28 cm diameter), by using a factorial design under greenhouse conditions. The emergence of *C. vulgare* lineally declined with increasing densities of *L. tenuis*, independently of its spatial pattern of sowing. While the emergence of *C. vulgare* was reduced up to 40% by the presence of *L. tenuis*, the effects of this species on the seedling mortality of the emerged seedlings reached up to 270% of increment. In contrast with the emergence, which was mostly affected by the maximum densities of *L. tenuis*, the final coverage of *C. vulgare* was similarly reduced for the presence of *L. tenuis* irrespective of its density. These results confirm the occurrence of pre-emergent effects of *L. tenuis* seeds on *C. vulgare* seeds, as previously detected under laboratory conditions, even under potentially adverse conditions for the activity of allelopathic compounds.

### INTRODUCCIÓN

Las quemadas invernales y primaverales constituyen una herramienta de manejo frecuen-

te de los pajonales de *Paspalum quadrifarium* (paja colorada) de la Pampa Deprimida (Buenos Aires, Argentina) (Cauhépé 1990). Además de incrementar la productividad primaria y la calidad nutritiva del rebrote (Sacido et al. 1995; Hidalgo & Laterra 1998), esta práctica favorece la colonización por especies oportunistas, entre las que se distinguen por su abundancia *Lotus tenuis* ("lotus"), *Cirsium vulgare* ("car-

✉  Dirección actual: Fac. de Agronomía y Zootecnia, Univ. Nac. de Tucumán; Av. Roca 1900; 4000 San Miguel de Tucumán; Tucumán, ARGENTINA.  
[eliortega@infovia.com.ar](mailto:eliortega@infovia.com.ar)

 CC 276; 7620 Balcarce; Buenos Aires, ARGENTINA. [platterra@balcarce.inta.gov.ar](mailto:platterra@balcarce.inta.gov.ar)

Recibido: 22 junio 2000; Aceptado: 21 diciembre 2000

do negro") y *Carduus acanthoides* ("falso cardo negro") (Lattera 1997; Juan et al. 2000).

*Lotus tenuis* es una leguminosa forrajera perenne originaria de la Cuenca del Mediterráneo. En nuestro país se ha difundido naturalmente y desde 1952 se la cita como adventicia, ocupando campos bajos de la Pampa Deprimida (Montes 1988). Por sus buenas cualidades como forrajera (Cauhépé et al. 1985; Montes 1988) esta especie constituye una alternativa para incrementar la productividad y calidad de los pastizales naturales en campos bajos de la Pampa Deprimida. *Cirsium vulgare* y *C. acanthoides* son especies bienales de origen europeo, naturalizadas en Argentina (Klinhamer & De Jong 1993, Feldman & Lewis 1990). Ambas especies de cardo colonizan potreros fuertemente pastoreados y presentan una escasa palatabilidad para el vacuno, por lo que se comportan como una maleza común de pastizales bajo uso ganadero.

En estudios previos se observó que el establecimiento espontáneo de *L. tenuis* era capaz de reducir significativamente la cobertura de *C. vulgare* y *C. acanthoides* en un pajonal recientemente quemado (Lattera 1997), pero se desconoce la respuesta de esas especies frente a variaciones en la densidad de *L. tenuis*. De acuerdo a resultados de laboratorio, al menos parte de ese efecto se podría explicar por interacciones alelopáticas en etapas tempranas de la germinación y crecimiento de las plántulas (Lattera & Bazzalo 1999). A fin de analizar la importancia de ese mecanismo de interacción sobre la abundancia de cardos en condiciones reales, no sólo se requiere considerar la posible absorción de las sustancias alelopáticas por las plantas, su dilución, lixiviación, degradación microbiana, reacción química con otros compuestos y adsorción a partículas del suelo (Siegler 1996), sino su interacción con otros mecanismos como la competencia y distintos regímenes de disturbios. Frente a las dificultades implícitas en el análisis experimental de esas interacciones, la utilización de modelos de simulación que consideren la heterogeneidad del ambiente, el régimen de quemadas, y las características demográficas de *L. tenuis* y ambas especies de cardo proporcionaría criterios para la simplificación del problema (Lattera & Solbrig, en prensa). A fin de comparar el impacto relativo de *L. tenuis* sobre las etapas de pre y post-emer-

gencia de *C. vulgare*, y obtener parámetros demográficos para la aplicación en modelos de simulación sobre la interacción entre ambas especies, se presentan aquí los resultados de un experimento donde se evalúa la emergencia, la supervivencia y la cobertura de *C. vulgare* frente a diferentes densidades de siembra de *L. tenuis* y distintos arreglos espaciales de semillas de *C. vulgare*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Unidad Integrada de la EEA-INTA Balcarce-Fac. de Cs. Agrarias (Univ. Nac. de Mar del Plata), Prov. de Buenos Aires, Argentina, bajo condiciones de invernáculo. Se implementó un experimento factorial usando parcelas divididas con cuatro densidades de *L. tenuis* como parcela principal y dos arreglos espaciales de *C. vulgare* como subparcela, con cuatro repeticiones. Se utilizaron macetas cilíndricas de 37 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, rellenas con suelo procedente del horizonte A de un Argiudol típico, previamente tamizado con una malla de 2 cm. A cada maceta le fue asignado aleatoriamente un nivel de densidad de *L. tenuis* (0; 0.25; 0.50 y 1 semilla/cm<sup>2</sup>) y ambos arreglos espaciales de *C. vulgare*. *Lotus tenuis* fue sembrado el 25 mayo 1995 al voleo, procurando una distribución homogénea de las semillas sobre la superficie del suelo, sin inoculación ni escarificación previas. *Cirsium vulgare* se sembró inmediatamente después que *L. tenuis*, disponiendo 15 semillas espaciadas uniformemente dentro de un círculo de 2.5 cm de radio centralizado en la maceta (en adelante, "alta densidad"), y 15 semillas espaciadas regularmente sobre un círculo de 14 cm de radio rodeando al círculo anterior (en adelante, "baja densidad"). Luego de la siembra de ambas especies, la superficie del suelo fue cubierta con una capa de suelo finamente tamizado, de aproximadamente 2 mm de espesor. Las densidades de siembra se fijaron en base a estudios previos del banco de semillas de *L. tenuis* en un pajonal de *P. quadrifarium* establecido en San Ignacio (Pdo. de Ayacucho, Provincia de Buenos Aires) donde se registró una densidad máxima de 2.2 semillas/cm<sup>2</sup>. Se utilizaron semillas de *L. tenuis* de una variedad comercial (cv. Tresur Chajá) con un 100% de viabilidad y un 86% de dureza (14% de

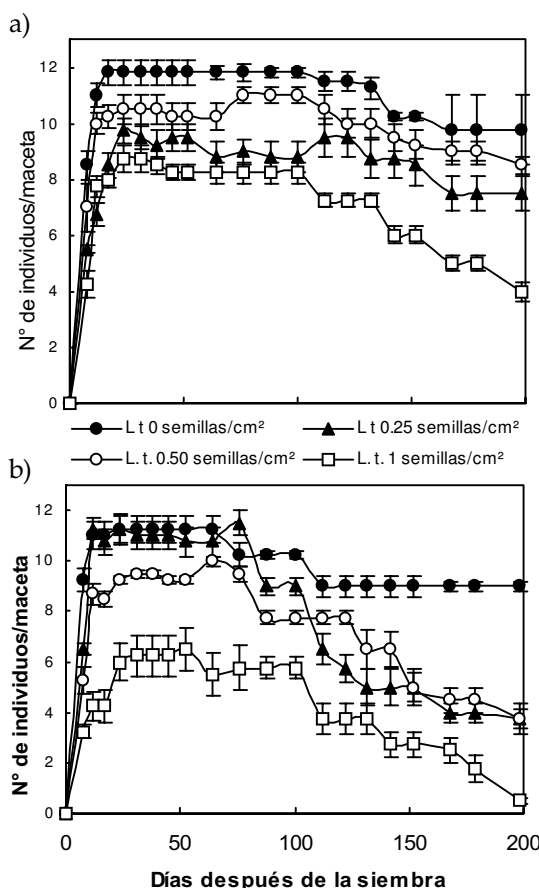
poder germinativo), y semillas de *C. vulgare* recolectadas en un pastizal natural de San Ignacio con un 97% de poder germinativo al inicio del ensayo.

Las macetas fueron mantenidas libres de malezas mediante control manual. A través de riegos diarios y de un adecuado drenaje de eventuales excesos de agua, se procuró el mantenimiento de un contenido de humedad en el suelo próximo a su capacidad de campo.

Se realizaron observaciones periódicas sobre el número de plántulas y densidad total de *C. vulgare*, presencia o ausencia de plántulas muertas de *C. vulgare* y cobertura de ambas especies. Se consideraron plántulas emergidas a los individuos cuyos cotiledones se encontraban totalmente desplegados sobre la superficie del suelo y sin hojas verdaderas expandidas. Debido al entremezclado de hojas de *C. vulgare* correspondientes a las dos subparcelas de cada parcela principal (maceta), la cobertura de cada especie se estimó a escala de parcela principal. Para ello, en cada fecha de muestreo se definieron sobre la superficie de cada maceta tres transectas al azar de 37 cm cada una, sobre las que se registró la longitud intersecada por cada especie. La cobertura por maceta se calculó como la proporción de las tres transectas intersecada por cada especie. Dada la ausencia de dormición en las semillas de *C. vulgare* (Klinhamer & De Jong 1993) y la sincronía de su germinación y emergencia bajo condiciones experimentales, las observaciones sobre número de plántulas establecidas y aparición de plántulas muertas, permitieron estimar la emergencia máxima en cada especie como el cociente entre el número máximo de plántulas emergidas antes del primer registro de mortalidad (NMP) y el número de semillas sembradas. La duración del período de emergencia fue estimada como el número de días después de la siembra (DDS) en que se registró el NMP. La mortalidad de las plántulas emergidas fue estimada como el complemento del cociente entre la densidad final de *C. vulgare* en cada tratamiento y su correspondiente NMP.

Los datos fueron analizados aplicando análisis de la varianza (ANOVA) de dos vías, excepto para la cobertura de ambas especies, donde sólo se analizó el efecto de la densidad de *L. tenuis* debido a la estimación conjunta (indife-

renciada) de esa variable bajo las distintos arreglos espaciales de *C. vulgare* (subparcelas) dentro de cada maceta. Se realizó la transformación angular de la emergencia acumulada y de la mortalidad a fin de uniformar sus varianzas; sin embargo, las conclusiones obtenidas a partir de los correspondientes ANOVA no difirieron sustancialmente respecto a las obtenidas usando las variables no transformadas. Se procuró caracterizar la relación funcional de la emergencia acumulada y la supervivencia de *C. vulgare* con la densidad de siembra de *L. tenuis*, a través de regresiones lineales y no lineales.



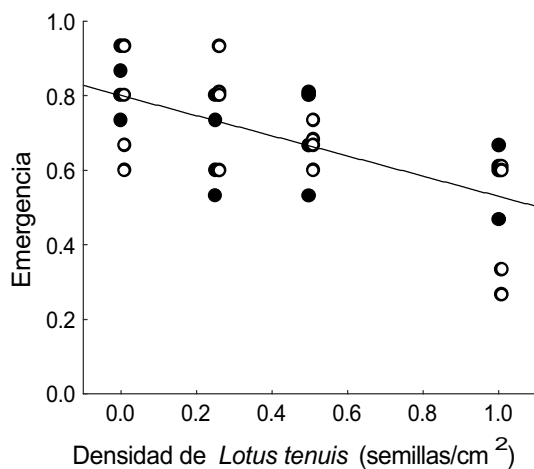
**Figura 1.** Variación temporal del número de individuos de *Cirsium vulgare*, para la baja (a) y alta densidad (b) de *Cirsium vulgare* y distintas densidades de *Lotus tenuis*. Las líneas verticales representan dos EE.

**Figure 1.** Temporal variation in the number of individuals of *Cirsium vulgare* for the low (a) and high densities (b) of *Cirsium vulgare* and different densities of *Lotus tenuis*. Vertical lines indicate two SE.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

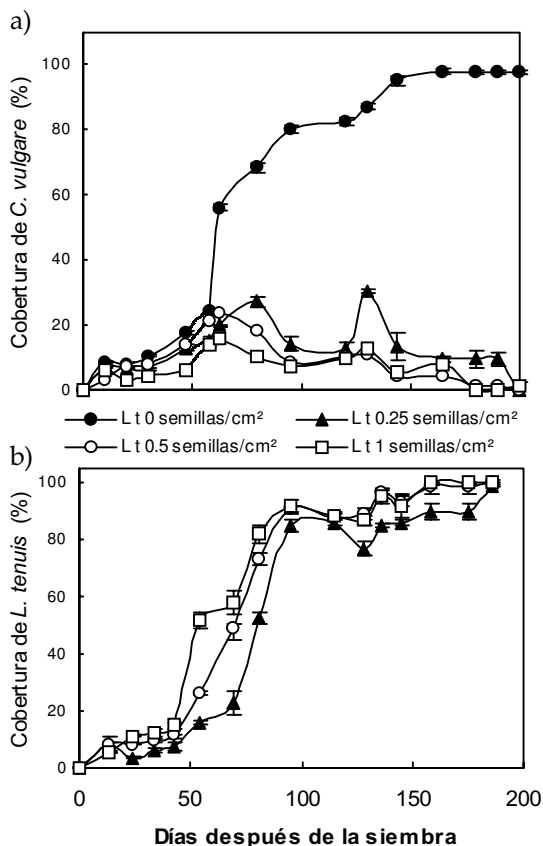
La duración del período de emergencia de *C. vulgare* no varió significativamente con los tratamientos y se mantuvo acotada dentro de los primeros 30 días desde la siembra, a excepción de las observaciones realizadas a los 67 y 79 días después de la siembra (Figura 1), las que no fueron tomadas en cuenta para el cálculo del NMP. No se registró mortalidad de plántulas de *C. vulgare* durante el período de emergencia, por lo que el NMP resultó un buen estimador de la emergencia acumulada.

La emergencia acumulada de *C. vulgare* resultó afectada significativamente ( $P = 0.001$ ) por la densidad de siembra de *L. tenuis*, pero no por su propia densidad ( $P = 0.45$ ) ni por la interacción entre ambos factores ( $P = 0.27$ ). La emergencia de *C. vulgare* decreció linealmente desde aproximadamente el 80% en ausencia de *L. tenuis* hasta un 50% con la máxima densidad de la leguminosa (Figura 2). Dado que durante la emergencia el crecimiento de las plántulas es enteramente dependiente de las



**Figura 2.** Emergencia de plántulas de *Cirsium vulgare* en respuesta a la densidad de siembra de *Lotus tenuis*, para la baja (círculos negros) y alta densidad (círculos blancos) de *Cirsium vulgare*. La emergencia está expresada como la proporción de semillas que dieron origen a plántulas. La línea ajustada representa la ecuación  $y = 0.80 - 0.65x$  ( $P < 0.0001$ ;  $R^2 = 0.42$ ).

**Figure 2.** Emergence of *Cirsium vulgare* seedlings in response to the density of *Lotus tenuis* seeds, for the low (black circles) and high densities (open circles) of *Cirsium vulgare*. The emergence is expressed as the seedling to seed ratio. Fitted line represents  $y = 0.80 - 0.65x$  ( $P < 0.0001$ ;  $R^2 = 0.42$ ).



**Figura 3.** Variación temporal de la cobertura de *Cirsium vulgare* (a) y *Lotus tenuis* (b) bajo distintas densidades de siembra de *Lotus tenuis*. Las líneas verticales representan dos EE.

**Figure 3.** Temporal variation of the *Cirsium vulgare* (a) and *Lotus tenuis* (b) coverage upon different densities of *Lotus tenuis*. Vertical lines indicate two SE.

reservas seminales, la competencia por recursos no pudo haber intervenido como un mecanismo causal de las reducciones de la emergencia observadas. La emergencia prácticamente simultánea de ambas especies, reflejada en crecimiento muy similar de su cobertura durante los primeros 30 días DDS (Figura 3), sugiere que la alteración de las condiciones microclimáticas por la cobertura de *L. tenuis* tampoco constituiría un mecanismo relevante para explicar sus efectos sobre la emergencia de *C. vulgare*. En cambio, el efecto inhibitorio de la germinación y emergencia por sustancias liberadas al medio durante la imbibición y germinación de *L. tenuis* (Lattera & Bazzalo 1999), constituiría un mecanismo consistente con estos resultados.

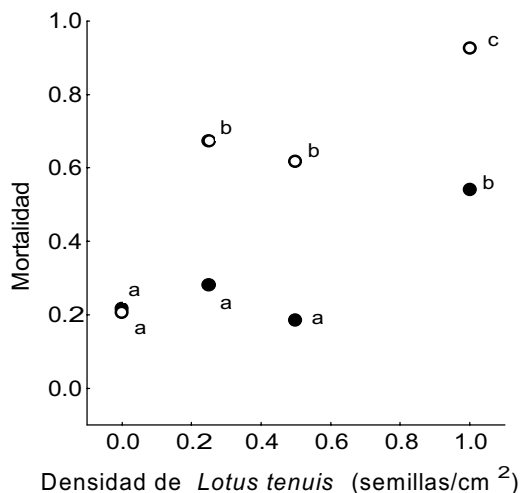
La mortalidad y consiguiente declinación en la densidad de *C. vulgare* se manifestó en los distintos tratamientos a partir de los 92 DDS (Figura 1). La mortalidad de las plántulas emergidas varió con la densidad de siembra de *L. tenuis* ( $P < 0.0001$ ), con el arreglo espacial de *C. vulgare* ( $P < 0.0001$ ) y con la interacción de ambos factores ( $P < 0.05$ ) siendo más sensible a la presencia de *L. tenuis* bajo la densidad más alta de *C. vulgare* (Figura 4). Sin embargo, las respuestas a las densidades de *L. tenuis* distintas de cero resultaron prácticamente paralelas entre ambos arreglos espaciales de *C. vulgare*.

No se obtuvieron ajustes satisfactorios de la relación entre mortalidad de *C. vulgare* y la densidad de *L. tenuis* a ecuaciones lineales, ni hiperbólicas, debido a cambios de pendientes verificados consistentemente con las densidades intermedias de *L. tenuis* para ambos arreglos espaciales de *C. vulgare* (Figura 4). La máxima densidad de *L. tenuis* determinó la mayor mortalidad de plántulas de *C. vulgare* bajo ambas densidades, representando un incremento en esa tasa del 270% y 476% para la baja y alta densidad, respectivamente.

El tratamiento de alta densidad de *L. tenuis* redujo en forma significativa ( $P < 0.05$ ) la cobertura de *C. vulgare* a partir de los primeros 47 días. A partir de los 65 días, la presencia de *L. tenuis*, independientemente de las densidades utilizadas, redujo significativamente la cobertura de *C. vulgare* (Figura 3a). Esto es consistente con el efecto positivo de la densidad de siembra de *L. tenuis* sobre su velocidad de cobertura. El 50% de cobertura de *L. tenuis*, con la máxima densidad utilizada (1 semilla/cm<sup>2</sup>), se alcanzó aproximadamente a los 50 DDS, mientras que con densidades de 0.50 y 0.25 semillas/cm<sup>2</sup> esa misma cobertura se alcanzó aproximadamente 20 y 30 días después, respectivamente (Figura 3b). Estos resultados no sólo se explicarían por los efectos de *L. tenuis* sobre la emergencia y supervivencia de *C. vulgare*, sino también por el menor crecimiento del área foliar de las plantas de *C. vulgare* sobrevivientes (obs. pers.) y la capacidad de *L. tenuis* de cubrir con sus tallos a las plantas de *C. vulgare* cuando la maleza está como roseta.

Mientras que los efectos pre-emergentes de *L. tenuis* sobre *C. vulgare* se explicarían básicamente por inhibición alelopática, es difícil de-

terminar la contribución relativa de este tipo de interacción y de la competencia intra e interespecífica sobre el crecimiento y la mortalidad de las plantas (Inderjit & Keating 1999) y, a través de esos procesos, sobre la dinámica poblacional. Ensayos de laboratorio conducidos previamente (Lattera & Bazzalo 1999) muestran que las interacciones alelopáticas que se verifican en etapas preemergentes de otra especie afín a *C. vulgare* (*Carduus acanthoides*), se expresan como inhibiciones en el porcentaje de germinación y en el crecimiento de las plántulas que, en su conjunto, resultan en importantes reducciones del porcentaje de emergencia. Si bien tales efectos también mostraron cierta reversibilidad en respuesta al lavado de los lixiviados de las semillas de *L. tenuis*, esos autores sugieren que bajo condiciones de competencia los retrasos en la emergencia y en el crecimiento de las plántulas serían capaces de determinar efectos más persistentes o "de arrastre" sobre el cre-



**Figura 4.** Mortalidad de *Cirsium vulgare* en respuesta a la densidad de *Lotus tenuis*, para la baja (círculos negros) y alta densidad (círculos blancos) de *Cirsium vulgare*. La mortalidad está expresada como la proporción del número de plántulas establecidas que murieron durante el período experimental. Letras distintas indican diferencias significativas con  $\alpha=0.05$ .

**Figure 4.** Mortality of *Cirsium vulgare* in response to *Lotus tenuis* density, upon the low (black circles) and high densities (open circles) of *Cirsium vulgare*. The mortality is expressed as the proportion of the established seedlings that become dead during the experimental period. Different letters indicate significant differences with  $\alpha=0.05$ .

cimiento y mortalidad de las plántulas establecidas.

A excepción de la emergencia y la predación por artrópodos y vertebrados, la pérdida de semillas del banco del suelo por otras causas es difícil de demostrar en condiciones de campo, por lo que son normalmente consideradas como mortalidad por "envejecimiento" (Cousens & Mortimer 1995). Este trabajo pone en evidencia que uno de los factores determinantes de la mortalidad por "envejecimiento" del banco de semillas podría estar constituido por las interacciones entre semillas durante sus fases preemergentes (semillas dormidas y/o germinadas). La ocurrencia de interacciones entre semillas en su fase preemergente ha sido escasamente explorada bajo condiciones de laboratorio (pero ver Wardle et al. 1991; van Staden & Globbelaar 1995; Laterra & Bazzalo 1999) y no hemos hallado antecedentes previos sobre su manifestación en macetas o bajo condiciones de campo.

Si bien los efectos de *L. tenuis* sobre la emergencia de las plántulas de *C. vulgare* presentaron una magnitud varias veces inferior a los efectos sobre la mortalidad de las mismas, las consecuencias de esos efectos sobre la dinámica poblacional de *C. vulgare* no presentan necesariamente la misma importancia relativa. De acuerdo a las predicciones de un modelo de simulación desarrollado para pastizales sujetos a quemas recurrentes (Laterra & Solbrig, en prensa), el crecimiento poblacional de especies incapaces de formar un banco de semillas permanente como *C. vulgare* (Klinhamer & De Jong 1993) presenta una sensibilidad mucho mayor frente a variaciones en la emergencia que en la tasa de mortalidad de plántulas. Los resultados de este experimento apoyan la necesidad de considerar la influencia de interacciones interespecíficas pre-emergentes para modelar la emergencia y dinámica poblacional de especies colonizadoras y, en particular, proveen de funciones y parámetros útiles para modelar los efectos preemergentes de *L. tenuis* sobre *C. vulgare*. No obstante, la falta de realismo representada por las condiciones experimentales de este trabajo (estructura y tipo de suelo, ausencia de las especies dominantes, ausencia de déficits hídricos y distribución vertical de las semillas en el suelo, entre otros factores) impone restricciones

sobre la precisión de las predicciones generadas a partir de los parámetros obtenidos.

## CONCLUSIONES

Las semillas de *L. tenuis* son capaces de interferir sobre la emergencia de *C. vulgare*, aún en presencia de un volumen de suelo importante, no esterilizado y bajo riego permanente, capaz de reducir la actividad de sustancias alelopáticas por su adsorción en las partículas de suelo, su reacción con otras sustancias, su degradación microbiana y/o su lixiviación. Mientras que la emergencia de *C. vulgare* se redujo hasta casi un 40% por la presencia de *L. tenuis* y ese aumento fue independiente de la densidad de *C. vulgare*, los efectos de *L. tenuis* sobre la mortalidad de las plántulas emergidas presentaron una magnitud varias veces superior y variable con la densidad de *C. vulgare*.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata. Los autores agradecen a dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios sobre una versión anterior de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAUHÉPÉ, MA. 1990. Manejo racional de la paja colorada. *Revista CREA (Argentina)* 143:62-69.
- CAUHÉPÉ, MA; L HIDALGO & A GALATOIRE. 1985. Aplicación de un índice de valor zootécnico en pastizales de la Depresión del Salado. *Rev. Arg. Prod. An.* 5:681-690.
- COUSENS, R & M MORTIMER. 1995. *Dynamics of Weed Populations*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido. 335 pp.
- FELDMAN, SR & JP LEWIS. 1990. Output and dispersal propagules of *Carduus acanthoides* L. *Weed Res.* 30:161-169.
- HIDALGO, LG & P LATERRA. 1998. Productividad primaria de un pajonal de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*). *Serie Técnica INIA Tacuarembó (Uruguay)* 94:79-84.
- INDERJIT & KI KEATING. 1999. Allelopathy: Principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Adv. Agron.* 67:142-231.
- JUAN, VF; L MONTERROSO; MB SACIDO & MA CAUHÉPÉ. 2000. Postburning legume seeding in the Flooding Pampas, Argentina. *J. Range Manage.* 53:300-304.

- KLINHAMER, PGL & TJ DE JONG. 1993. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. *J. Ecol.* **81**:177–191.
- LATERRA, P. 1997. Post-burn recovery in the Flooding Pampa: impact of an invasive legume. *J. Range Manage.* **50**:274–277.
- LATERRA, P & ME BAZZALO. 1999. Seed to seed allelopathic effects between two invaders of burned grasslands in the Flooding Pampa. *Weed Res.* **39**:297–308.
- LATERRA, P & OT SOLBRIG. En prensa. Dispersal strategies, spatial heterogeneity and colonization success in fire-managed grasslands. *Ecol. Model.*
- MONTES, L. 1988. *Lotus tenuis* (Revisión bibliográfica). *Rev. Arg. Prod. An.* **5**:367–376.
- SACIDO, M; L HIDALGO & M CAUHÉPÉ. 1995. Efecto del fuego y la defoliación sobre el valor nutritivo de matas de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*). *Rev. Arg. Prod. Animal* **15**:142–146.
- SIEGLER, DS. 1996. Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. *Agron. J.* **88**:876–885.
- VAN STADEN, J & N GROBBELAAR. 1995. The effect of sesbanimide and *Sesbania* seed extracts on germination and seedling growth of a number of plant species. *Env. Exp. Bot.* **35**:321–329.
- WARDLE, DA; M AHMEND & KS NICHOLSON. 1991. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and radicle growth of pasture plants. *N. Zeal. J. Agr. Res.* **34**:185–191.