

Efectos del anegamiento sobre el poder germinativo de las semillas de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*. Implicancias para su propagación diferencial en la Depresión del Salado (Buenos Aires, Argentina)

Oswaldo R. Vignolio, Néstor O. Maceira y Oswaldo N. Fernández

Cátedra de Ecología, Unidad Integrada Balcarce FCA-UNMdP/EEA-INTA, C. C. 276, 7620 Balcarce, Argentina

Resumen. *Lotus tenuis (L. t.) y Lotus corniculatus (L. c.) fueron introducidas como forrajeras en la Pampa Deprimida hace unos cincuenta años. Mientras que L. t. se ha difundido naturalmente en los campos bajos anegables de la región, L. c. no ha experimentado la misma expansión. En el presente trabajo se estudió la tolerancia al anegamiento de semillas de ambas especies en procura de explicar dicha distribución. Los experimentos de anegamiento se realizaron en recipientes que permanecieron en condiciones controladas de temperatura y luz. Las semillas estuvieron anegadas durante siete semanas y se realizaron muestreos a intervalos crecientes de tiempo. El poder germinativo (P. G., medida de la tolerancia al anegamiento), disminuyó en ambas especies al aumentar el tiempo de anegamiento, pero lo hizo en forma más acentuada en L. c. que en L. t.. La fracción de semillas blandas perdió antes el P. G. en L. c. que en L. t.. Con 49 días de anegamiento las semillas que conservaron el P. G. fueron las duras, las cuales se hallaban en mayor proporción en L. t. (aproximadamente 50% en L. t. y 6% en L. c., para semillas de 5 meses de edad). La capacidad de las semillas de L. t. de tolerar períodos prolongados de anegamiento jugaría un papel determinante en la expansión de la especie en los campos sujetos a inundaciones periódicas.*

Abstract. *Lotus tenuis (L. t.) and Lotus corniculatus (L. c.) were introduced as forage plants in the Flooding Pampa around 50 years ago. While L. t. has naturally colonized the frequently flooded habitats. L.c. has not shown the same expansion. In this paper we studied the tolerance to flooding of seeds of both species. The seeds were flooded during 7 weeks, in controlled conditions of temperature and light, and samples were taken at increasing time intervals. Germinative percentage (G. P.) of the seeds was taken as a measure of tolerance to flooding and it was found that although G. P. decreased with flooding time in both species, the soft seeds of L. c. lost viability earlier than those of L.t. With 49 days of flooding, hard seeds were the only ones that maintained the G.P. and were more frequent in L. t.. (approximately 50% in L. t. and 6% in L. c. in 5 month old seeds). These characteristics probably play an important role in the capacity of L. t. of colonizing habitats that are periodically flooded.*

Introducción

Los anegamientos periódicos en los pastizales pueden modificar la composición botánica de sus comunidades al eliminar las especies que no toleran excesos de agua (Chaneton et al. 1988). Por otra parte, el agua puede transportar semillas de especies tolerantes al anegamiento, cuyas plántulas pueden establecerse en los sitios dejados por las plantas intolerantes (Kozłowski 1984, Thébaud y Debussche 1991). La capacidad de las semillas de tolerar condiciones de anegamiento puede guardar relación con la distribución de las especies (Voeseek y Blom 1992) y con la capacidad de restablecer poblaciones cuyas plantas no soportan el exceso de agua por largo tiempo (Insausti et al. 1992).

Lotus tenuis es una leguminosa forrajera que se ha propagado por los campos bajos de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Aproximadamente en 1930 se sembró en la localidad de Pigüé (Montes 1988). Las primeras observaciones documentadas de *L. tenuis* en la zona de la Depresión del Salado corresponden a 1946, en las adyacencias del río Samborombón Chico, en el Partido de Coronel Brandsen (Valverde Lyons *com. pers.*, Montes 1988). El relevamiento realizado por Montes (1980) en la Depresión del Salado destaca que el área de distribución de *L. tenuis* se ha extendido hasta ocupar una alta proporción en los campos bajos de la región. Dicha difusión se vio facilitada por la siembra de productores, dispersión de las semillas por animales (Miñón et al. 1990) y posiblemente debido al transporte de semillas por el agua (Valverde Lyons *com. pers.*). Por el contrario, otra leguminosa taxonómicamente relacionada con la anterior, *Lotus corniculatus*, aunque ha sido incorporada en pasturas de la región en la misma época que *L. tenuis* (Valverde Lyons *com. pers.*), no ha manifestado tal capacidad colonizadora.

En experimentos anteriores se demostró que las plantas de *L. tenuis* son más tolerantes al anegamiento que las de *L. corniculatus* (Vignolio et al. 1994 a,b), aspecto que, en parte, contribuye a explicar la ausencia de la segunda en los suelos bajos sujetos a anegamientos (Grime et al. 1988, Mazzanti et al. 1988). Se desconoce en qué medida la distribución de estas especies también puede estar condicionada por una tolerancia diferencial de las semillas al anegamiento.

Los efectos del exceso de agua sobre el poder germinativo de las semillas dependen, entre otros factores, de la duración del anegamiento, la temperatura del agua, el poder germinativo inicial de las semillas y la integridad de su cubierta seminal (Takeda y Fukuyama 1987, Hou y Thseng 1992, Martin et al. 1991), del genotipo y la profundidad en la cual se hallan sumergidas (Kozlowski 1984, VanToai et al. 1988, Martin et al. 1991) y de la especie (Voesenek y Blom 1992).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la tolerancia al anegamiento de semillas de *L. tenuis* y *L. corniculatus* y el papel del grado de dureza de la cubierta seminal en dicha respuesta. Se espera que los resultados contribuyan a explicar la distribución diferencial de las especies en los campos bajos inundables de la Depresión del Salado.

Materiales y Métodos

Se realizaron tres experimentos de anegamiento con semillas de *Lotus tenuis* (L.t.) y *Lotus comiculatus* (L.c.) que presentaban distinto grado de permeabilidad de la cubierta seminal. Las semillas utilizadas fueron clasificadas como duras (requerían ser escarificadas para hidratarse) y blandas (se hidrataban sin previa escarificación). Se consideró que una semilla estaba hidratada cuando puesta a germinar presentaba mayor volumen, cubierta seminal brillante y pérdida de color (Mujica y Rumi 1994). En los tres experimentos se utilizó agua destilada.

Para el experimento 1, se trabajó con semillas de aproximadamente dos años de edad, cosechadas manualmente en una pastura implantada en el campo experimental de la Reserva 6 del INTA Balcarce. Para los experimentos 2 y 3 se trabajó con semillas de 5 meses de edad y del mismo origen que las del experimento 1. Las mismas fueron cosechadas manualmente de plantas que crecían en macetas en condiciones de campo.

Experimento 1. Se trabajó en un cuarto bajo condiciones controladas (20 ± 2 °C, 8 hs. diarias de luz blanca, 30 μ E m⁻² s⁻¹). Los tratamientos se realizaron en macetas de plástico de 65 ml con 90 semillas cada una, con drenaje para los testigos (T) y sin drenaje para los anegados (A). Se utilizó como sustrato, suelo proveniente del horizonte A de un argiudol típico (pH: 6.6; P: 12.6 ppm; C: 2.72 % y M. Q.: 4.69 %). Las macetas se colocaron sobre bandejas plásticas (22 x 15 x 4 cm de largo, ancho y alto, respectivamente), dispuestas al azar. Cada bandeja contenía 12 macetas, 6 repeticiones de cada especie y de un mismo tratamiento, también dispuestas al azar. Se emplearon 16 bandejas en total. Con el fin de evitar la pérdida de agua por evaporación, cada bandeja se introdujo en una bolsa de plástico transparente. En cada maceta (T y A), las semillas fueron ubicadas sobre una tela compuesta de 50 % de algodón y 50 % de poliéster en contacto con el suelo; con esto se posibilitó la recuperación de todas las semillas. En el tratamiento de anegamiento las semillas permanecieron sumergidas en agua, aproximadamente 1 cm de profundidad, en tanto que las macetas testigo se

mantuvieron con el sustrato húmedo.

El período de exceso de agua se prolongó por siete semanas, realizándose los muestreos de semillas a los 2, 5, 7, 9, 19, 27, 37 y 49 días de anegamiento. La tolerancia al anegamiento de las semillas se midió mediante el poder germinativo. Se consideró que una semilla estaba germinada cuando su radícula alcanzaba una longitud mayor o igual a 2 mm. En cada muestreo se tomaron al azar 2 bandejas (A y T) y se extrajeron y contaron las semillas germinadas. Seguidamente, se realizó un drenaje en el fondo de las macetas anegadas y se extrajo el agua sobrante con una pipeta. Las semillas de ambos tratamientos fueron dejadas sobre la tela en la misma maceta, en las condiciones del testigo y regularmente, durante un lapso de dos semanas, se contaron y extrajeron las semillas germinadas. Las semillas duras T y A que no germinaron en dicho lapso, siempre que no estuvieran hidratadas, fueron escarificadas con papel de lija y puestas a germinar en cajas de Petri y papel de filtro (20 ± 3 °C, 8 hs. diarias de luz blanca, $30 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Experimento 2. Se evaluaron los efectos del anegamiento sobre semillas de L.t. y L.c. con distinto grado de dureza de la cubierta seminal. Se trabajó en una cámara de crecimiento ($20\text{-}21$ °C, 8 hs. diarias de luz, $42 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 60% de humedad). Se emplearon 3 repeticiones por cada combinación de tratamiento y especie.

El anegamiento se practicó en un recipiente de 23 cm de diámetro por 7.5 cm de profundidad, y se utilizó como sustrato 1.5 cm del mismo suelo que en el experimento 1. El recipiente fue cubierto con un plástico transparente, para disminuir la evaporación del agua. Cada repetición consistió en una bolsa de la misma tela que en el experimento 1, conteniendo 100 semillas. Las bolsas fueron sumergidas en agua a 5 cm de profundidad, en contacto con el suelo. El tratamiento testigo consistió en colocar idéntica cantidad de semillas en cajas de Petri (una caja por repetición), sobre la misma tela de las bolsitas y en contacto con un sustrato compuesto por el suelo antes detallado.

Las bolsas con las semillas fueron extraídas a los 3, 18, 30 y 49 días de anegamiento. En cada muestreo las semillas (A) fueron puestas a germinar bajo las mismas condiciones ambientales que el testigo, pero sobre papel de filtro y un sustrato de algodón. Las semillas duras de ambos tratamientos y especies fueron escarificadas al finalizar el experimento, y puestas a germinar sobre papel de filtro y sustrato de algodón en cajas de Petri, en la cámara de crecimiento.

Experimento 3. Se trabajó bajo las condiciones controladas que se detallan en el experimento 1 y la aplicación de los tratamientos fue como se describe en el experimento 2. Se emplearon 5 repeticiones de 100 semillas por especie y tratamiento. Las bolsitas fueron extraídas a los 2, 4, 8, 14, 21, 28, 35, 43 y 49 días de anegamiento, y las semillas fueron puestas a germinar en cajas de Petri, sobre papel de filtro y sustrato de algodón. En cada muestreo, las semillas hidratadas fueron divididas en dos grupos y uno de ellos fue sometido a un test de tetrazolio (0.05 % durante 24 hs a 20 °C), como se detalla en International Seed Testing Association Rules (1985), y por Peretti (1994). El tratamiento testigo fue como el del experimento 2 (sustrato de tierra) y se comparó el poder germinativo con semillas puestas a germinar sobre papel de filtro y sustrato de algodón.

Al igual que en el experimento 2, la escarificación de las semillas duras se realizó al finalizar el experimento. Las semillas fueron puestas a germinar (20 ± 2 °C, 8 hs. diarias de luz blanca, $30 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$) sobre papel de filtro en cajas de plástico transparente de 60 mm x 50 mm x 12 mm de largo, ancho y alto, respectivamente.

Fueron consideradas como no viables las semillas que no germinaron, a pesar de estar hidratadas, y presentaron signos de descomposición y las que no respondieron positivamente al test de tetrazolio.

Análisis estadístico. Las diferencias entre tratamientos fueron analizadas mediante análisis de la varianza y test de Tuckey. Se verificó la homogeneidad de varianza mediante prueba de Barlett. Dado que se trabajó con proporciones, los datos fueron transformados mediante el factor $\arcsen \sqrt{x}$. Se trabajó con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

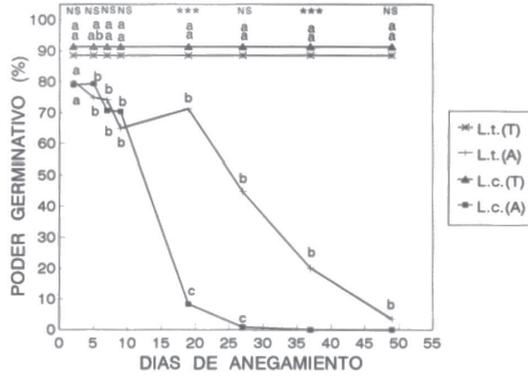


Figura 1. Efectos del período de anegamiento sobre el poder germinativo de semillas blandas de *Lotus tenuis* (L.t.) y *Lotus corniculatus* (L.c.), (experimento 1). Referencias: (T), testigo y (A), anegado. Letras distintas para una misma fecha de anegamiento indican diferencias significativas ($P < 0.05$). *** indica interacción significativa especie x tratamiento ($P < 0.001$) y NS interacción no significativa ($P > 0.05$).
Figure 1. Effects of period of flooding on germinative percentage of *Lotus tenuis* (L.t.) and *Lotus corniculatus* (L.c.) soft seeds (experiment 1). References: (T), control and (A), flooded. For each time of flooding different letters indicate statistical differences ($P \leq 0.05$). *** indicates significant ($P < 0.001$) and NS no significant ($P > 0.05$) species x treatment interaction.

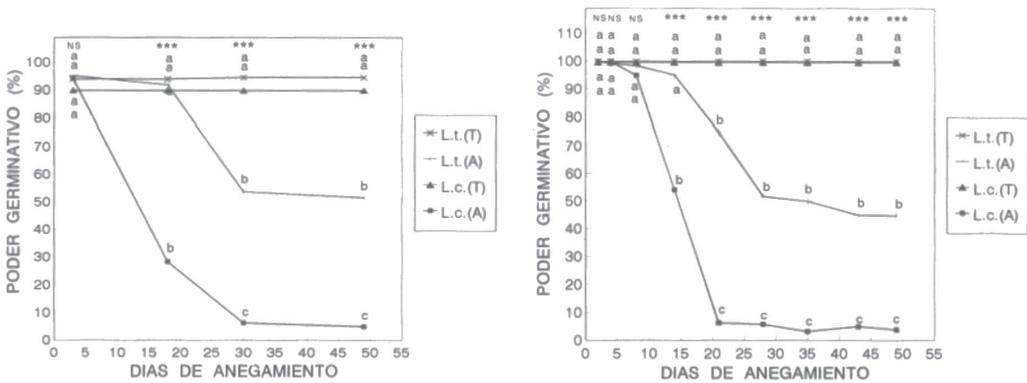


Figura 2. Efectos del período de anegamiento sobre el poder germinativo de semillas de *Lotus tenuis* (L.t.) y *L. corniculatus* (L.c.) con distinto grado de dureza, para los experimentos 2 (a) y 3 (b). Referencias como en figura 1.
Figure 2. Effects of period of flooding on germinative percentage of *Lotus tenuis* (L.t.) and *L. corniculatus* (L.c.) seeds of different hardness, for the experiments 2 (a) and 3 (b). References as in Figure 1.

Resultados

El incremento del período de anegamiento fue acompañado con una reducción en el poder germinativo de las semillas en ambas especies, siendo *L. corniculatus* más afectado que *L. tenuis* (Figuras 1 y 2). Las respuestas frente al anegamiento estuvieron relacionadas con diferencias específicas en la permeabilidad de la cubierta seminal. En el experimento 1, el porcentaje de semillas que debieron ser escarificadas para facilitar la hidratación no superó el 2% en *L.c.*, mientras que en *L.t.* no fue necesario escarificar. En cambio, en los experimentos 2 y 3, el porcentaje de semillas con cubierta seminal dura fue significativamente superior en *LA.* que en *L.c.*. En *L.c.(A)* las semillas blandas perdieron antes el poder germinativo que *L.t.(A)* (Figura 1). Por el contrario, las semillas con cubierta seminal dura conservaron el poder germinativo hasta la finalización del período experimental. En los experimentos 2 y 3, a partir de los 30 días de anegamiento, el poder germinativo de casi todas las semillas de ambas especies pertenecía a la categoría de las duras. En los experimentos 1 y 2, una fracción de semillas germinó bajo agua. En promedio, fue del orden del 3% para *L. t. (A)* y del 7 para *L. c. (A)*. Se observó interacción significativa especie por tratamiento en los tres experimentos en la mayoría de los muestreos (Figuras 1 y 2).

El test de tetrazolio reveló que la disminución del poder germinativo de las semillas con el incremento de los días de anegamiento se relacionó con la pérdida de su viabilidad (Tabla 1). La pérdida de viabilidad de las semillas blandas estuvo acompañada con la descomposición de las mismas.

Para cada uno de los experimentos el poder germinativo de las semillas (T) no difirió entre las especies. Los valores del poder germinativo de las (T) del experimento 3 corresponden a las puestas sobre sustrato de tierra, y los valores medios no difirieron significativamente de los obtenidos con sustrato de algodón y papel de filtro.

Tabla 1. Efectos del período de anegamiento sobre la viabilidad de las semillas blandas de *L. tenuis* y *L. corniculatus* determinada mediante el test de tetrazolio. Los valores son medias \pm error estándar (n=5). Referencias como en figura 1.

Table 1. Effects of period of flooding on viability of *Lotus tenuis* and *Lotus comiculatus* soft seeds determined by tetrazolio test. The values are means \pm standard error (n=5). References are as in figure 1.

Días de anegamiento	Semillas viables (%)	
	<i>Lotus tenuis</i> (A)	<i>Lotus corniculatus</i> (A)
2	100.0 \pm 0.0	100.0 \pm 0.0
4	98.0 \pm 0.8	100.0 \pm 0.0
8	98.3 \pm 0.4	98.6 \pm 0.5
14	91.1 \pm 2.9	45.1 \pm 5.0
21	57.5 \pm 14.8	0.0 \pm 0.0
28	11.2 \pm 6.8	0.0 \pm 0.0
35	6.5 \pm 5.6	0.0 \pm 0.0
43	2.4 \pm 2.4	0.6 \pm 0.6
49	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0

Discusión

La tolerancia de las semillas a las condiciones de anegamiento estuvo relacionada con la permeabilidad de la cubierta seminal y posiblemente con diferencias a nivel del metabolismo seminal. La capacidad de las semillas blandas de *L. tenuis* de tolerar un período más prolongado de anegamiento que las de *L. corniculatus* podría relacionarse con diferencias metabólicas, como ha sido señalado en otras especies (Crawford 1977, citado por Martin et al. 1977, Kozłowski 1984, VanToai et al. 1988, Martin et al. 1991).

La tolerancia al exceso de agua del banco de semillas puede guardar relación con la distribución de las especies (Voesenek y Blom 1992) y con el establecimiento de nuevos individuos cuando las plantas no toleran el exceso de agua (Insausti et al. 1992). Voesenek y Blom (1992), trabajando con tres especies del género *Rumex*, encontraron que la especie cuyas semillas eran menos tolerantes al anegamiento se establecía en ambientes mejor drenados que las especies cuyas semillas eran más tolerantes. Estos resultados guardan relación con la situación que presentan ambas especies de *Lotus*, en cuanto a su tolerancia al anegamiento y distribución diferencial en la Depresión del Salado (Mazzanti et al. 1988, Vignolio et al. 1994a,b). La capacidad de las semillas de *L. tenuis* de tolerar el anegamiento explicaría, en parte, las observaciones realizadas por Mazzanti et al. (1988) referentes a la restauración de poblaciones de dicha especie, cuyas plantas no toleraron un anegamiento de 45 a 60 días durante el verano.

Los resultados también ponen de manifiesto que la germinación en el agua es muy baja, y que las semillas duras fueron capaces de conservar la dormancia durante el período de anegamiento. Crawford (1992) destaca que la dormancia de las semillas de *Parkia auriculata*, una leguminosa de los suelos anegables del Amazonas, es debida a la impermeabilidad de la cubierta seminal, y que semillas sin escarificar pueden vivir 6 meses bajo agua y mantener el poder germinativo. La dormancia de las semillas de *L. tenuis* y *L. corniculatus* impuesta por la dureza de la cubierta seminal desaparece por escarificación y también con la edad (Li y Hill 1989, Mujica y Rumi 1991, 1994).

Los mayores porcentajes de semillas duras en *L. tenuis* respecto a *L. corniculatus* en los experimentos 2 y 3 (semillas de cinco meses de edad) se podrían relacionar con los procesos de selección que han sufrido las especies. La selección realizada primeramente en *L. corniculatus* que en *L. tenuis* pudo llevar de manera directa o indirecta a una pérdida de la dureza de la cubierta seminal (Mujica y Rumi 1994, Montes com. pers.).

L. tenuis es considerada una especie "r" estratega (Sevilla y Fernández 1991), que se ha establecido en pastizales disturbados por las inundaciones (Valverde com. pers., Mazzanti et al. 1988), labores agrícolas, el fuego y el pastoreo (Montes 1988, Collantes et al. 1988, Agnusdei 1989, Deregibus et al. 1989, citados por Miñón et al. 1990, Látterra 1994). Esta cualidad permitiría considerarla como una especie que contribuye a restablecer no sólo la cobertura vegetal del pastizal sujeto a tales disturbios, sino también a mejorar su valor forrajero (Mazzanti et al. 1988, Montes 1988, Látterra 1994).

La mayor tolerancia al anegamiento registrada en *L. tenuis* respecto a *L. corniculatus* en el presente trabajo también ha sido observada a nivel de plántulas y de individuos adultos, en términos de crecimiento y de supervivencia (Vignolio et al. 1994 a,b). El establecimiento y difusión de *L. tenuis* en los campos bajos inundables de la Depresión del Salado, se debería a una combinación de características de valor adaptativo en este tipo de ambiente: capacidad de las semillas para ser transportados por el agua y adaptaciones metabólicas frente al exceso de agua (hipótesis que deben ser comprobadas), tolerancia al anegamiento tanto a nivel de las semillas como de las plántulas y adultos (con adaptaciones anatómicas y morfológicas: aerénquima y raíces adventicias en tallos) (Vignolio et al. 1994 a,b, Vignolio et al. inédito). Estos atributos contribuyen a comprender la persistencia y difusión de *L. tenuis* en los pastizales de la Depresión del Salado sujetos a pulsos de inundaciones.

Agradecimientos. Al personal del laboratorio de análisis de semillas, de germoplasma y a Fernanda Buckley por facilitarnos las condiciones para realizar el trabajo y su colaboración. A Arturo Valverde Lyons por la información de su trabajo inédito " *Lotus tenuis* en la Depresión del Salado, Prov. de Bs. As., Argentina ". A

María Rosa Desirello y a los revisores anónimos por las sugerencias brindadas.

Bibliografía

- Chaneton, E.J., J.M. Facelli y R.J.C. León. 1988. Floristic changes induced by flooding on grazed and ungrazed lowland grasslands in Argentina. *J. Range Management*. 41:495-499.
- Crawford, R.M.M. 1992. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. *Advances in Ecological Research*. 23:93-185.
- Grime, J.P., J.G. Hodgson y R. Hunt. 1988. *Comparative Plant Ecology. A functional approach to common British species. Lotus corniculatus*. Oxford University Press. Pp. 382-383. London.
- Hou F.F. y F.S. Thseng. 1992. Studies on the screening technique for pre-germination flooding tolerance in soybean. *Jpn. J. Crop Sci.* 61:447-453.
- Insausti, P., R.A. Sánchez y A.Soriano. 1992. Efecto de una inundación prolongada sobre la germinación de *Ambrosia tenuifolia* Spreng., en un pastizal de la Depresión del Salado. *Actas. XIX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal*. 25, 26, 27 de Marzo de 1992, Huerta Grande, Córdoba. 163-164.
- International Seed Testing Association Rules. 1985. *Seed science and technology*. 13:307-520.
- Kozłowski, T.T. (Ed). 1984. *Flooding and plant growth*. Academic Press, New York. Pp. 356.
- Laterra, P. 1994. Estados y transiciones en pajonales de *Paspalum quadrifarium* en la Depresión del Río Salado (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Actas de la XIV Reunión del Grupo Técnico regional del Cono Sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical*, Termas de Arapey, Salto, Uruguay. INIA (en prensa).
- Li, Q. y M.J. Hill. 1989. Seed development and dormancy characteristics in *Lotus corniculatus* L. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 32: 333-336.
- Mazzanti, A., L. Montes., D. Miñón., H. Sarlangue y C. Cheppi. 1988. Utilización de *Lotus tenuis* en establecimientos ganaderos de la Pampa Deprimida: Resultados de una encuesta. *Rev. Arg. Prod Anim.* 8:301-305.
- Martin, B.A., S.F. Cerwick y L.D. Reding. 1991. Physiological basis for inhibition of maize seed germination by flooding. *Crop Sci.* 31:1052-1057.
- Miñón, D. P., G.H. Sevilla., L. Montes y O.N. Fernández. 1990. *Lotus tenuis*: Leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida. *Boletín Técnico N°98*. Unidad Integrada Balcarce EEA-INTA/FCA-UNMdP. 16 págs.
- Montes L. 1980. Narrowleaf trefoil naturalized in low-lands fields in Buenos Aires Province (Argentina). *Lotus Newsletter*. 9-10.
- Montes, L. 1988. *Lotus tennis*. Revisión Bibliográfica. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 8:367-376.
- Mujica, M.M. y C.P. Rumi. 1991. Estado de dureza en las semillas de *Lotus tennis*: Efecto de las condiciones de conservación. *Rev. Fac. Agron. de La Plata*. 67:63-66.
- Mujica, M.M. y C.P. Rumi. 1994. Presencia de dos tipos de dormición en las semillas de *Lotus tenuis* (Waldst et Kit). *Rev. Fac. Agr. de La Plata*. 70:5-12.
- Peretti, A. 1994. *Manual para el análisis de semillas*. (Ed.) Hemisferio Sur. 282 págs.
- Sevilla, G.H. y O.N. Fernández. 1991. Leguminosas forrajeras herbáceas. Emergencia y establecimiento de plántulas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 11:419-429.
- Takeda, K. y T. Fukuyama. 1987. Tolerance to pre-germination flooding in the world collection of barley varieties. *Barley Genetics V, Proceedings of the Fifth International Barley Genetics Symposium, Okayama*. 735-740.
- Thébaud, C. y M. Debussche. 1991. Rapid invasion of *Fraxinus ornus* L. along the Hérault River system in southern France: the importance of seed dispersal by water. *J. Biogeography* 18:7-12.
- VanToai, T., N. Fausey y M. McDonald, Jr. 1988. Oxygen requirements for germination and growth of flood susceptible and flood-tolerant corn lines. *Crop Sci.* 28:79-83.
- Voesenek, L.A.C.J. y C.W.P.M. Blom. 1992. Germination and emergence of *Rumex* in river flood-plains. I. Timing of germination and seedbank characteristics. *Acta Bot. Neerl.* 41:319-329.
- Vignolio, O.R., O.N. Fernández y N.O. Maceira. 1994a. Response of *Lotus tenuis* and *Lotus corniculatus* to flooding in seedling stage. The first international *Lotus* symposium. *Proceedings*. March 22-24. 160-163.
- Vignolio, O.R., N.O. Maceira y N.O. Fernández. 1994b. Efectos del anegamiento en invierno y verano sobre el crecimiento y la supervivencia de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*. *Ecología Austral* 4:19-28.

Recibido: Agosto 8, 1995

Aceptado: Febrero 12, 1996