Producción de biomasa vegetativa y reproductiva en plantas de *Lotus tenuis* cultivadas a diferentes densidades

Vegetative and reproductive biomass production in Lotus tenuis cultivated under different plant density

Vignolio[1]**, O.R y Cambareri, G.S.**
Unidad Integrada: Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP-INTA EEA Balcarce

Resumen
El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios que experimentan las plantas de *Lotus tenuis* en su producción de biomasa vegetativa, reproductiva y morfología aérea, cultivadas a diferentes densidades. En el mes de octubre de 2006, en un lote destinado a la producción de semillas de *Lotus tenuis*, se establecieron 4 densidades de plantas (4, 6, 8 y 16 pl/m²) y 3 repeticiones. La cosecha de las plantas se realizó en febrero de 2007. Con baja densidad, las plantas presentaron un porte postrado, mayor biomasa vegetativa y reproductiva (flores + frutos + semillas), y mayor cantidad de tallos. Por el contrario, con alta densidad las plantas presentaron un porte erguido, menor biomasa y menor cantidad de tallos. El número de umbelas con frutos y el número de frutos por planta decrecieron con el aumento de la densidad. En cambio la longitud de los frutos, el número de frutos por umbela, semillas por fruto y peso medio por semilla no variaron significativamente con las densidades utilizadas. La producción de semillas/m² no varió significativamente con las densidades utilizadas y se relacionó positivamente con la cantidad de umbelas con frutos/m² y frutos/m². Futuros trabajos deberían evaluar los cambios en producción de biomasa vegetativa y reproductiva en *Lotus tenuis* al modificar el arreglo espacial de las plantas y fecha de siembra en combinación con diferentes densidades. Esta información contribuirá a decidir estrategias de manejo para maximizar el uso de los recursos y producción de semillas a nivel de cultivo.
Palabras clave: plasticidad fenotípica, tallos, frutos, semillas, umbelas.

Summary
The objective of this work was to evaluate the effect of *Lotus tenuis* plant density on vegetative and reproductive biomass production and aerial morphology. In October 2006, in a field used for *Lotus tenuis* seed production, 4 plant densities were evaluated (4, 6, 8 and 16 pl/m²) in a complete randomized design (n=3). Plants were harvested in February 2007. With low plant density, plants had a more prostrate architecture and higher vegetative and reproductive (flowers + pods + seeds) biomass and stem number respect to high plant density. Umbels with pods and pods per plant decreased with increasing plant density whereas, pod longitude, pod per umbel, seed per pod and seed weight were not significantly affected by plant density. Seed production (g/m²) was not significantly affected by plant density and was related positively with the umbels

Recibido: marzo de 2008
Aceptado: febrero de 2009
1. Grupo Agroecología, Fac.Cs. Agrarias (UNMdP). C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As. ovignolio@balcarce.inta.gov.ar

with pods/m² and pods/m². The effect of plant density of *Lotus tenuis* plants were related to phenotypic plasticity and aerial biomass partition. Next works should consider the responses of reproductive and vegetative attributes of *Lotus tenuis* under different plant spatial arrangements and sowing dates, in combination with different plant densities. This information will contribute to design management strategies to maximize the use of the environmental resources and seed production.
Key words: phenotypic plasticity, stems, pods, seeds, umbels.

Introducción

Varias especies del género *Lotus* spp. son reconocidas en diferentes países por su contribución como forrajeras en pastizales y pasturas (Blumenthal y McGraw, 1999). Entre estas especies cabe destacar a *Lotus tenuis*, leguminosa exótica, que se siembra en pasturas y en los pastizales de la Pampa Deprimida (Buenos Aires, Argentina) (Montes y Cauhépé, 1985; Miñón y Colabelli, 1993; Miñón y Refi, 1993; Colabelli y Viviani Rossi, 1997; Refi y Escuder, 1998; Juan et al., 2000). Esta especie se propaga por semillas, fija nitrógeno atmosférico (Quadrelli et al., 1997; Refi y Escuder, 1998) y puede crecer en comunidades vegetales donde otras leguminosas no prosperan (Miñón y Colabelli, 1993). Su presencia en comunidades vegetales puede incrementar la productividad (Colabelli y Viviani Rossi, 1997; Quadrelli et al., 1997) y calidad del forraje (Hidalgo y Rimoldi, 1992; Quadrelli et al., 1997; Juan et al., 2000; Cauhépé, 2004).

El valor de esta leguminosa - además de las cualidades antes citadas- también se pone en evidencia por el incremento en la producción nacional de semillas fiscalizada, la cual pasó de 1.000 kg en la campaña de los años 1998-1999 a 84.520 en la campaña 2006-2007 (Génesis, 2002, 2007). Sin embargo, son recientes las investigaciones de los aspectos reproductivos de *Lotus tenuis* a nivel de cultivo (Cambareri et al., 2007). Sin limitaciones de recursos edáficos, los principales factores que influyen en el rendimiento de los cultivos son la densidad, el arreglo espacial de las plantas, fecha de siembra, partición de biomasa y su capacidad para responder plásticamente a los cambios ambientales (McGraw et al., 1986; Andrade y Cirilo, 2002; Vega y Andrade, 2002).

La capacidad de las plantas de *Lotus tenuis* de modificar plásticamente la morfología aérea y asignación de biomasa a órganos vegetativos y reproductivos frente a cambios ambientales, ha sido analizada en diferentes trabajos (Stofella et al., 1998; Kade et al., 2003). A nivel de cultivo, en una siembra de primavera no se registraron diferencias significativas en el rendimiento de semillas cosechadas en densidades de aproximadamente 50 y 90 pl/m² (Cambareri com. pers.). Esta especie presenta reproducción indeterminada, lo cual explicó la falta de diferencias significativas en la producción de semillas entre plantas sometidas a diferentes niveles de defoliación al inicio de la floración (Vignolio et al., 2006).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios que experimentan las plantas de *Lotus tenuis* en su producción de biomasa vegetativa, reproductiva y morfología aérea, cultivadas a diferentes densidades. El mismo corresponde a una serie de trabajos destinados a conocer la producción de biomasa vegetativa y reproductiva en las plantas de *Lotus tenuis* cultivadas a diferentes densidades, arreglo espacial y fechas de siembra. Los resultados de estos trabajos serán un aporte para decidir las estrategias agronómicas tendientes a incrementar la eficiencia en el uso de los recursos y productividad.

Materiales y Métodos

Sitio, materiales y diseño experimental

El trabajo se realizó en la Unidad Integrada, Facultad de Ciencias Agrarias (UNMP)-EEA INTA Balcarce, en un lote destinado a la producción de semillas de *Lotus tenuis* (cv. Pampa INTA, Gonzáles García 2004). El suelo fue un Argiudol típico (Soil Survey Staff, 1999), el cual no había sido cultivado al menos en los últimos 17 años previos a la siembra de *Lotus tenuis*. La preparación del suelo se realizó en los meses de julio y agosto de 2005, mediante rastras de discos. En los meses de noviembre de 2005, enero, junio y julio de 2006 se realizaron controles de las malezas con herbicidas. Para controlar gramíneas se utilizó haloxyfop 0,6 -1000 cc/ ha, y MPCA (2000cc/ha) y 2, 4 DB (1.000 cc/ha) para dicotiledóneas. En el mes de octubre de 2005 se sembró *Lotus tenuis* a razón de 3,9 Kg de semillas/ha en una superficie de 0,624 ha. Se utilizó una intersembradora marca Apache y la distancia entre surcos fue de 40 cm. La cosecha de las semillas se realizó en el mes de marzo de 2006.

El 9 de octubre de 2006 se seleccionó en el lote una superficie de 3 x 70 mts, con el lado mayor en el sentido de los surcos de siembra. Considerando las plantas de *Lotus tenuis* establecidas a partir de la siembra de octubre de 2005, se determinaron 4 densidades (4, 6, 8 y 16 pl/m²) x 3 repeticiones por densidad. La máxima densidad se determinó contando el número de plantas vivas por m² en el lote, siendo ésta entre 16 y 18 pl/m².

Las parcelas experimentales compuestas por dos surcos más las respectivas borduras, fueron de 80 x 125 cm (el lado mayor siguiendo el sentido de los surcos), con un diseño completamente aleatorizado. Las densidades se establecieron mediante raleos a mano y procurando dejar la misma cantidad de plantas por surco. El 9 de octubre las plantas se uniformizaron en su cobertura aérea (24 cm²) y en la altura (4 cm) mediante corte con tijera de mano. Se consideró que las plantas seleccionadas eran todas de la misma edad. Las malezas fueron controladas manualmente y las parcelas se regaron durante el período de escasas precipitaciones (Figura 1).

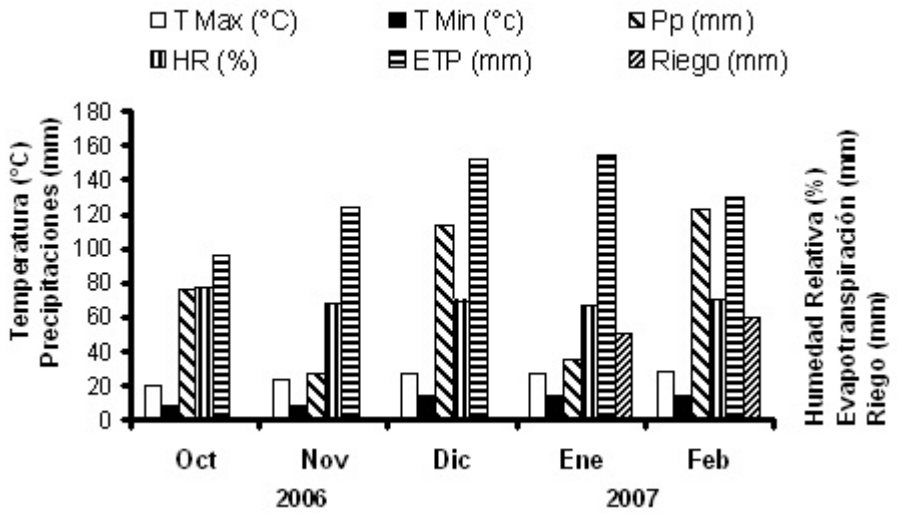

Figura 1: Valores promedios de la temperatura máxima (T Max) y mínima (T Min), y de la humedad relativa del aire (HR). Valores acumulados de las precipitaciones (Pp), evapotranspiración (ETP) y el riego suministrado durante el período de estudio.

Figure 1: *Mean maximum (T Max) and minimum (T Min) air temperature, relative air humidity (HR). Data accumulate of precipitation (Pp), evapotranspiration (ETP) and irrigation during the study period.*

Cosecha de las plantas

Las plantas fueron cosechadas el 12 de febrero de 2007, cuando contaban con aproximadamente el 90% de los frutos maduros (color marrón). El corte se realizó con tijera de mano, incluyendo la corona. Las plantas se colocaron individualmente en bolsas rotuladas.

Variables reproductivas

Las plantas cosechadas se conservaron en la heladera (4˚C). Se seleccionaron tres plantas al azar por parcela y sobre el material fresco se cosecharon –mediante corte con tijera de mano- las umbelas con los frutos maduros y cerrados. Las umbelas fueron guardadas en bolsas de papel para luego determinar el número de semillas por fruto, longitud de los frutos y el peso de 100 semillas. Todas las plantas cosechadas fueron colocadas en bolsas de papel y secadas en estufa de aire forzado (60˚C por 96 hs). Las plantas secas se colocaron sobre bandejas y con tijera de mano se cortaron las umbelas: con flores, frutos abiertos (sin sus semillas) y cerrados (verdes). Con la información reunida se estimaron las siguientes variables reproductivas:

- Número de umbelas con frutos (abiertos + cerrados) /pl;
- Número de umbelas con flores /pl;
- Número de frutos por umbela /pl;
- Número de flores por umbela /pl;
- Número de frutos por planta;
- Número de semillas por planta (N/pl) = Número de frutos por planta* Número de semillas promedio por fruto (para cada densidad).
- Umbelas con flores (%/pl) = (Número de umbelas con flores / (Número de umbelas con frutos + Número de umbelas con flores)) * 100
- Umbelas con frutos (% /pl) = (Número umbelas con frutos / (Número de umbelas con frutos + Número de umbelas con flores)) * 100.
- Biomasa total reproductiva por planta (g/pl) = Biomasa de flores + Biomasa de semillas + Biomasa de frutos (verdes, maduros abiertos y cerrados).
- Peso total de las semillas producidas por planta (g/pl) = Número de semillas por planta * Peso/semilla.
- Producción de semillas (g/ m²) = $\sum$ Peso de las semillas producidas por las plantas de cada parcela.

Variables vegetativas

En cada planta se determinó el número de tallos y la biomasa vegetativa aérea seca. Para la determinación del número de tallos, las plantas secas fueron cortadas a 5 cm de altura (tomando como referencia la corona) y se contaron todos los tallos cortados. La biomasa total fue calculada como la suma de la biomasa vegetativa más la reproductiva.

Análisis de la información

En los cálculos de las diferentes variables no se consideró la biomasa de las hojas que se perdió por senescencia. La información fue analizada mediante análisis de la varianza (ANOVA). Los datos de la biomasa total producida por m² fueron transformados (logaritmo decimal) antes de ser analizados. Se realizaron regresiones lineales entre las densidades y las variables reproductivas y vegetativas. Las medias se compararon mediante prueba de Tukey ($p<0,05$).

Resultados

Durante el período reproductivo, en particular en el mes de enero de 2007, debido a las escasas precipitaciones, se regaron las parcelas experimentales (Figura 1). En dicho mes, las lluvias más el riego no superaron las pérdidas de agua por evapotranspiración. Sin embargo, no se registró mortalidad de plantas ni síntomas de estrés hídrico. Las plantas de las diferentes densidades comenzaron a florecer el 27 diciembre de 2006, 79 días después de iniciar el trabajo.

La biomasa vegetativa por m² varió con la densidad ($p=0,008$), en cambio, no se registraron diferencias significativas en la biomasa total reproductiva por m² ($p=0,862$), biomasa total por m² ($p=0,068$) (Figura 2), ni en la producción de semillas ($p=0,967$) por m² entre las densidades. La producción de semillas,

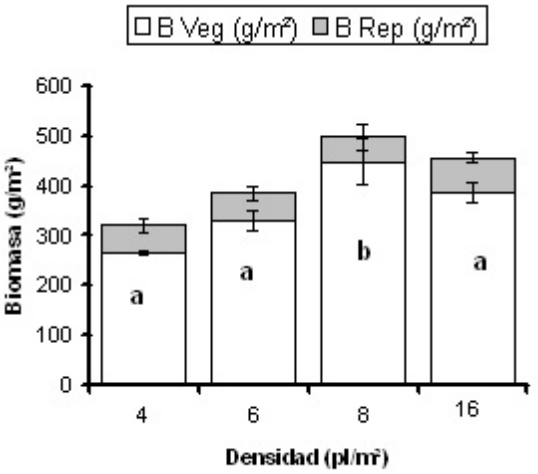

Figura 2: Biomasa vegetativa (B. Veg) y reproductiva (B. Rep) producida por las plantas de *Lotus tenuis* cultivadas a diferentes densidades. Las barras indican ± ES del valor promedio de la biomasa vegetativa y reproductiva. Letras distintas indican diferencias significativas en biomasa vegetativa/m² (p<0,05).
Figure 2: Vegetative (B. Veg.) and reproductive (B. Rep.) biomass of *Lotus tenuis* plants cultivated at different densities. Bars indicate ± S.E. average of the vegetative and reproductive biomass. Vegetative biomass with different letter differ at the 5% level of probability.

promedio de todas las densidades (X ± ES), fue de 29,802 ± 4,642 g/m².

Se registraron cambios en la morfología de las plantas y en la producción de biomasa vegetativa y reproductiva. A baja densidad (4 pl/m²) las plantas adoptaron una arquitectura casi postrada, con mayor número de tallos y biomasa vegetativa. En cambio, con 16 pl/m² las plantas presentaron una arquitectura erguida con menor número de tallos y biomasa vegetativa. (Figura 3a,b)

El número de frutos por umbela, la longitud promedio de los frutos y la cantidad de semillas por fruto no variaron significativamente con las densidades utilizadas. El número de frutos promedio por umbela fue de 2,63 ± 0,047, con un máximo y mínimo de 3,75 y 1,61 frutos por umbela. La longitud de los frutos por planta fue de 16,38 ± 0,30 mm, con una cantidad de 10,91 ± 0,46 semillas por fruto. Ambas variables se relacionaron significativamente:

N semillas/fruto = 1,2684 x longitud del fruto (mm) – 9,751; (R^2 = 0,70; p=0,0001; N = 649)

La menor y mayor cantidad de semillas por frutos fue de 6 y 33, respectivamente.

La biomasa reproductiva (flores + frutos + semillas) (Figura 3c), el número de umbelas con frutos (Figura 3d), el número de frutos por planta (Figura 3e) y el peso de semillas por planta (Figura 3f) también decrecieron con el aumento de la densidad.

El peso medio por semilla no fue afectado por la densidad (p=0,453). Para las densidades de 4, 6 y 8 pl/m² el peso fue de 1,06 – 1,08 mg/semilla, y de 0,96 mg/semilla para 16 pl/m². El peso de semillas por planta se relacionó significativamente con el número de frutos por planta:

Semillas (g/pl) = -0,078 + 0,012 * N frutos/planta; (R^2 = 0,99; p=0,0001; N = 97).

La producción de semillas por m² se relacionó significativamente con el número de frutos y umbelas con frutos por m²:

Semillas (g/m²) = 0,658 + 0,0110 * Frutos (N/m²); (R^2 = 0,994; N = 12).

Semillas (g/m²) = - 2,823 + 0,034 * Umbelas con frutos (N/m²); (R^2 = 0,974; N = 12).

Al momento de cosechar las plantas, en las diferentes densidades el porcentaje de umbelas con frutos y flores fue en promedio 90 y 10%, respectivamente.

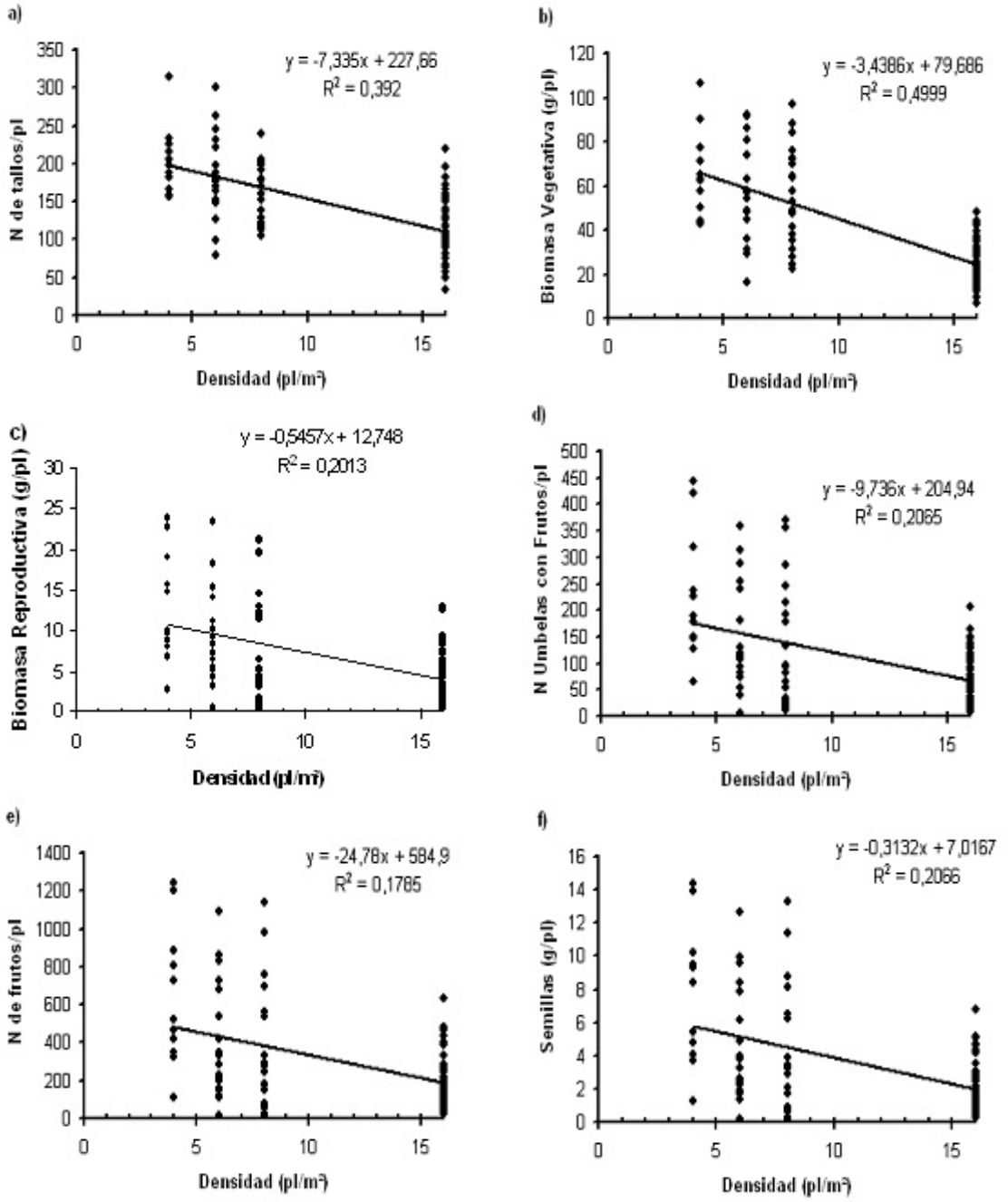

Figura 3: Relación entre la densidad de plantas y los atributos vegetativos y reproductivos de *Lotus tenuis*. a) Número de tallos, b) Biomasa vegetativa, c) Biomasa reproductiva, d) Número de umbelas con frutos, e) Número de frutos y f) Biomasa de semillas.
Figure 3: Relationship between plant density and vegetative and reproductive components of *Lotus tenuis*. a) Stems number, b) Shoot biomass, c) Reproductive biomass, d) Number of umbels with pods, e) Pods number, and f) Seed biomass.

Discusión

El inicio de la floración de las plantas de *Lotus tenuis* no fue afectado por las densidades utilizadas. Sin embargo, en *Trifolium glomeratum*, otra leguminosa de valor forrajero, Smith et. al. (1998) registraron que con densidades mayores a las utilizadas en este trabajo, las plantas florecieron antes que con baja densidad. Si bien el objetivo del presente trabajo no fue analizar los efectos de la defoliación sobre la reproducción de *Lotus tenuis*, cabe señalar que el corte realizado para uniformizar la biomasa aérea (ver Materiales y Métodos) retrasó el inicio de la floración en 16 días, respecto a las plantas del lote de producción de semillas. En *Lotus pedunculatus* también se registró retraso en el inicio de la floración cuando las plantas fueron cortadas en estado vegetativo (Lowther et al., 1992).

Durante el mes de enero de 2007 las lluvias fueron muy escasas (Figura 1), y las parcelas fueron regadas dos o tres veces por semana. En cambio, en el lote destinado a la producción de semillas, el cual no recibió riego, se registró mortalidad de plantas y el rendimiento de semillas fue despreciable.

La capacidad de las plantas de *Lotus tenuis* de ajustarse plásticamente a los cambios ambientales ha sido informada en diferentes trabajos (Stofella et al., 1998; Kade et al., 2003; Vignolio et al., 2006; Cambareri et al., 2007). Al variar la densidad, las plantas de *Lotus tenuis* modificaron su morfología aérea -determinada por el número de tallos y altura- y la producción de biomasa reproductiva y vegetativa. Resultados comparables fueron informados en *Lotus uliginosus* (Arango et al., 1998), en *Lotus corniculatus* (McGraw et al., 1986) y *Glycine max* (Vega y Andrade, 2002), entre otras especies, cuando fueron cultivadas en un amplio rango de densidades. En tal sentido, los resultados en *L. tenuis* son esperados y consistentes con los informados en diferentes especies cultivadas en condiciones de campo. Sin embargo, contrariamente a los resultados del presente trabajo, McGraw et al., (1986) registraron en plantas de *Lotus corniculatus* cultivadas en un diseño sistemático, que la cantidad de frutos por umbela varió en el rango de densidades comparables al de este trabajo.

El coeficiente de variación es un estimador de la plasticidad fenotípica de los atributos de las plantas cultivadas en diferentes condiciones ambientales (Schlichting y Levin, 1990). El coeficiente de variación de: frutos/pl, umbelas con frutos/planta; semillas/fruto; frutos/umbela y del peso de 100 semillas fue de 91; 85; 25; 17 y 14%, respectivamente. La menor variación registrada en el peso de las semillas es consistente con lo informado en diferentes trabajos, respecto a que es uno de los atributos más estable o menos plástico frente a los cambios ambientales (Harper, 1977). En este trabajo la reducción del peso medio de las semillas fue de 9,43% entre las densidades de 4 a 16 pl/ m². En *Lotus uliginosus*, *Lotus corniculatus* y *Glycine max* el peso medio de las semillas también fue el atributo que menos cambió en un amplio rango de densidades de plantas, con respecto a otras variables reproductivas y vegetativas (McGraw et al., 1986; Arango et al., 1998; Vega y Andrade, 2002). Una disminución del peso de las semillas puede afectar negativamente la cantidad de reservas y el vigor de las plántulas, particularmente en aquellas especies como *Lotus tenuis* y *L. corniculatus* cuyas plántulas presentan lento crecimiento (McGraw et al., 1986;), comprometiendo su establecimiento en los pastizales y en las pasturas (Montes y Cauhépé, 1985; Sevilla et al., 1996). El atributo que más varió fue el número de frutos por planta, pero el rendimiento por m² no fue afectado significativamente. Por lo tanto, el menor rendimiento por planta fue compensado con el aumento de la densidad (Harper 1977).

En el presente trabajo el número de semillas por fruto no varió significativamente con la densidad. Sin embargo, en *Lotus corniculatus* para densidades comparables a las utilizadas en este trabajo se registró una reducción en el número de semillas por frutos (McGraw et al., 1986). El número de semillas por frutos puede variar con el cultivar, condiciones experimentales (Long et al., 1989; Vignolio et al., 1996;

2006) y fecha de floración (Beuselinck y McGraw 1988; Vignolio et al., 2002). Los cambios registrados en las plantas en sus atributos reproductivos y vegetativos, pueden ser explicados mediante funciones del tipo hiperbólicas, como las descriptas por McGraw et al. (1986) para *Lotus corniculatus*. En el presente trabajo debido a que sólo se utilizó un rango relativamente estrecho de densidades y con una gran dispersión de los datos en torno a los valores medios de cada densidad, los mejores ajustes fueron con funciones lineales (Figura 3).

En *Lotus corniculatus* la producción de semillas/m² puede ser estimada por la siguiente ecuación (McGraw et al., 1986):

Semillas/m²=(plantas/m²)*(umbelas/planta) *(frutos/umbela)* (semillas/fruto)*(g/semilla).

Dicha ecuación también puede ser aplicada para cultivos de soja (Ball et al., 2001), *Lotus tenuis* y seguramente para otras leguminosas. Para las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo, el número de frutos por umbela, el número de semillas por fruto y el peso medio de las semillas no variaron significativamente. Por lo tanto, un aumento en el rendimiento de semillas sería posible si se incrementara el número de umbelas con frutos por planta (Vignolio et al., 2006). En *Lotus corniculatus* el rendimiento de semillas por m² también fue explicado significativamente por la cantidad de umbelas con frutos /m² y por el número de semillas por fruto (García-Diaz y Steiner, 2000). Vega y Andrade (2002) señalan que el principal factor asociado a las variaciones del rendimiento es el número de flores que llegan a producir frutos. En plantas de *Lotus tenuis* se ha registrado que el 81% de las flores por umbela produjeron frutos (Vignolio et al., 2002). Stephenson y Winsor (1986) registraron aborto de frutos en *Lotus corniculatus*, principalmente en aquellos que se forman por autofecundación. Se debería explorar si es posible incrementar el número de frutos en las plantas de *Lotus tenuis* manejando la densidad de polinizadores (Fairey y Smith, 1999).

La producción de semillas fue estimada en 30 g/m² y no varió con las densidades utilizadas. En una siembra de primavera se informaron rendimientos de 50 g/m² de semillas cosechadas en parcelas experimentales con aproximadamente 50 y 90 pl/m² de *L. tenuis* (Cambareri com. pers). Mazzanti et al. (1988) informaron rendimientos entre 2,5 y 15 g/m² de semillas. Bazzigalupi et. al. (2008) obtuvieron rendimientos de semillas de *L. tenuis* del orden de 48,7 y 105,9 g/m². Las diferencias entre los resultados se pueden deber al cultivar utilizado en cada experimento, manejo del cultivar (riego, corte, fertilidad), pérdidas de semillas antes y durante la cosecha, métodos y fecha de cosecha (cosechadora o corte con tijera de mano), densidad de polinizadores, enfermedades y condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo, entre otros factores. A nivel de cultivo y sin limitaciones de agua y nutrientes, la producción de semillas puede ser afectada, además de la densidad, por el arreglo espacial de las plantas y fecha de siembra (Vega y Andrade, 2002; Andrade y Cirilo, 2002). Estos aspectos están siendo considerados actualmente con la finalidad de establecer cuáles son las condiciones de manejo que permiten maximizar el uso de los recursos y rendimiento de semillas en cultivos de *Lotus tenuis* (Cambareri com. pers.).

Bajo las condiciones particulares del presente trabajo las plantas de *Lotus tenuis* modificaron su arquitectura aérea y producción de biomasa vegetativa y reproductiva al variar la densidad sin afectar significativamente el rendimiento por m². En tal sentido, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo, cambios en el mismo por mortalidad de plantas y/o daños por predadores, podrían se compensados por las respuestas plásticas de las plantas sin que el rendimiento sea significativamente afectado. La variable reproductiva que mejor explicó el rendimiento de semillas fue el número de frutos/m².

Bibliografía

Andrade, F.H. y Cirilo, A.G. 2002. Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. *In*: Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Andrade, F.H. & V.O. Sadras. Eds. Pp. 137-156.

Arango, N., Jacobs, B.C. and Blumenthal, M.J. 1998. Seed production of *Lotus uliginosus* cv. Sharnae in response to plant population density. Aust. J. Exp. Agr. 38: 837-842.

Ball, R.A., McNew, R.W., Vories, E.D., Keisling, T.C. and Purcell, L.C. 2001. Path analyses of population density effects on short-season soybean yield. Agron. J. 93: 187-195.

Bazzigalupi, O., Bertin, O. y Llera, A. 2008. Producción de semillas de *Lotus tenuis* con diferenetes momentos de defoliación y cosecha. IV taller Interdisciplinario de *Lotus*: Aspectos Genéticos, Moleculares y Ecofisiológicos de *Lotus* spp. y sus Simbiontes. IV Taller Interdisciplinario de *Lotus*. Chascomus 2008. pag. 40.

Beuselinck, P.R. and McGraw, R.L. 1988. Indeterminate floweing and reproductive success in birdsfoot trefoil. Crop Sci. 28: 842-845.

Blumenthal, M.J. and McGraw, R.L. 1999. *Lotus* adaptation, use and management. *In*: Trefoil: The Science and Technology of *Lotus*. Cap. 6. Beuselinck, P.R., Ed. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 97-119.

Cambareri, G.S., Vignolio, O.R., Maceira N.O. y Fernández, O.N. 2007. Dinámica de los componentes del rendimiento de semillas en *Lotus* (*Lotus tenuis* Walds et. Kit), en respuesta a la densidad de plantas. Workshop Internacional: Eco Fisiología Vegetal Aplicada al Estudio de la Determinación del Rendimiento y la Calidad de los Cultivos de Granos. Primer Encuentro. Red Raíces de Ecofisiología. SECyT. 6 y 7 de setiembre. Mar del Plata, Argentina. pp. 6-7.

Cauhépé, M.A. 2004. Does *Lotus glaber* improve beef production at the Flooding Pampas? Lotus Newsletter 34: 30-35.

Colabelli, M. y Viviani Rossi, E.M. 1997. Efecto de dos métodos de intersiembra de *Lotus tenuis* sobre su implantación y sobre la producción de forraje de pastizales del área ganadera del salado (Argentina). Avances en Prod. Anim. 22: 123-128.

Fairey D.T. and Smith, R.R. 1999. Seed production in birdsfoot trefoil, *Lotus* species. *In*: Trefoil: The Science and Technology of *Lotus*. Cap. 9. *In*: Trefoil: The Science and Technology of *Lotus*. Ed. P.R. Beuselinck. Beuselinck, P.R., Ed. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 145-166.

García-Diaz, C.A. and Steiner, J.J. 2000. Birdsfoot trefoil seed production: II Plant-water status or reproductive development and seed yield. Crop Sci. 40: 449-456.

Génesis, 2002. Revista de la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales. Mayo. 15: 32.

Genesis 2007. Revista de la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales. Septiembre. 63: 36.

Gonzáles García, M.J. 2004. Pampa INTA un nuevo cultivar de *Lotus.* Visión Rural. 51:33-34.

Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press, Inc., New York.

Hidalgo, L.G. y Rimoldi, P.O. 1992. *Lotus tenuis* en pastizales templado sub húmedos: su efecto en el valor nutritivo de la vegetación. II Congreso Latinoamericano de Ecología. I Congresso de Ecología do Brasil. Caxambú, Mina Gerais, Brasil, diciembre 6-11. SEB. pp. 540-542.

Juan, V.F., Monterroso, L., Sacido, M.B. and Cauhépé, M.A. 2000. Postburning legume seedling in the Flooding Pampa, Argentina. J. Range Manage. 53: 300-304.

Kade, M., Pagani, E.A. and Mendoza, R.E. 2003. A morphological study of population of *Lotus glaber* Mill. (Fabaceae). Agronomie 23: 203-207.

Long, S.J., Barnes, D.K. and McGraw, R.L. 1989. Birdsfoot trefoil pod and seed development affected by temperature. Crop Sci. 29: 391-395

Lowther, W.L., Wedderburn, M.E. and Trainor, K.D. 1992. Reproductive phenology and natural resseding of "Grasslands Maku" *Lotus pedunculatus* in tussock grassland environments. New Zeal. J. Agr. Res 35: 157-162.

Mazzanti, A., Montes, L. Miñón, D., Sarlangue, H. y Cheppi, C. 1988. Utilización de *Lotus tenuis* en establecimientos ganaderos de la Pampa Deprimida: resultados de una encuesta. Rev. Arg. Prod. Anim. 8: 357-376.

McGraw, R.L., Beuselinck, P.R. and Ingram, K.T. 1986. Plant population density effects on seed yield of birdsfoot trefoil. Agron. J. 78: 201-205.

Miñón, D.P. y Colabelli, M.R. 1993. Intersiembra de *Lotus tenuis* en tres comunidades nativas de la Pampa Deprimida. Rev. Arg. Prod. Anim. 13: 133-140.

Miñón, D.P. y Refi, O. 1993. Persistencia de pasturas de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus tenuis* bajo pastoreo continuo. IICA PROCISUR. Montevideo, Uruguay 95-102.

Montes, L. y Cauhépé, M.A. 1985. Evaluación de *Lotus tenuis* mediante dos métodos de siembra. Rev. Arg. Prod. Anim. 5-6: 313-321.

Quadrelli, A.M., Laich, F.S., Andreoli, E. y Echeverria, H.E. 1997. Respuesta de *Lotus tenuis* Waldst a la inoculación con *Rhizobium loti* y a la fertilización fosfatada. Ccia del Suelo. 15:22-27.

Refi, R.O. and Escuder, C.J. 1998. Nitrogen fixation by *Trifolium repens* and *Lotus tenuis*-based pastures in the Flooding Pampa, Argentina. Agronomie 18: 285-297.

Schlichting C.D. and Levin, D.A. 1990. Phenotypic plasticity in *Phlox*. III. Variation among natural populations of *P. drummondii*. J Evol.ution Biol. 3: 411-428.

Sevilla, G.H., Fernández, O.N., Miñón, D.P. and Montes, L. 1996. Emergence and seedling survival of *Lotus tenuis* in *Festuca arundinacea* pastures. J. Range Manage 49: 509-511.

Smith, F.P., Cocks P.S. and Ewing, M.A. 1998. Seed production in cluster clover (*Trifolium glomeratum* L.) 2. Effect of sowing time and sowing rate on flowering time, abortion, seed size, and hardseededness. Aust. J. Agr.Res. 49: 965-971.

Soil Survey Staff-USDA 1999. Soil Taxonomy: A Basic Systems for Classifying Soils. Agriculture Handbook 436, 863 p.

Stephenson, A.G., and Winsor, J.A. 1986. *Lotus corniculatus* regulates offspring quality through fruit abortion. Evolution 40: 453-458.

Stoffella, S., Posse, G. and Collantes, M. 1998. Variabilidad fenotípica y genotípica de poblaciones de *Lotus tenuis* que habitan suelos con distinto pH. Ecología Austral. 8: 57-63.

Vega, C.R.C. y Andrade, F.H. 2002. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. *In*: Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Andrades, F.H. & V.O. Sadras. Eds. Pp. 97-133.

Vignolio, O.R., Maceira, N.O. y Fernández, O.N. 1996. Efectos del anegamiento sobre la reproducción de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*. Rev. Arg. Prod. Anim. 16: 267-278.

Vignolio, O.R., Fernández, O.N. and Maceira, N.O. 2002. Biomass allocation to vegetative and reproductive organs in *Lotus glaber* and *L. corniculatus* (Fabaceae). Aust. J. Bot. 50: 75-82.

Vignolio, O.R., Fernández, O.N. and Castaño, J. 2006. Responses of *Lotus glaber* (Leguminosae) cv. Chajá to defoliation in reproductive stage. Ann Bot. Fenn. 43: 284-287.