

Variabilidad en los componentes del vigor de plántulas de *Lotus tenuis* según las épocas y densidades de siembra

Variability in seedling vigor components of *Lotus tenuis* according to planting date and seeding density

Ixtaina¹ VY y MM Mujica^{1,2}

Resumen. El lento crecimiento inicial de *Lotus tenuis* limita su uso como mejoradora de pastizales en la Pampa Deprimida Bonaerense mediante la implantación por intersiembra. La investigación sobre la variabilidad inter e intra-poblacional del vigor de las plántulas bajo condiciones cambiantes del ambiente, y la interacción poblaciones x ambientes contribuye a diseñar estrategias de implantación y criterios de selección. El objetivo de este estudio fue evaluar la variabilidad fenotípica inter e intra-poblacional, en diferentes densidades y épocas de siembra. Las variables estudiadas fueron el número de tallos en la corona (Nt) y el peso seco aéreo (PSa) de plántulas de *L. tenuis*. Se determinó Nt y PSa en 5 poblaciones en un diseño totalmente aleatorizado con 3 repeticiones (macetas), 2 épocas de siembra (invierno y primavera) y 2 densidades (25 y 50 plántulas/maceta). Se aplicó ANOVA multifactorial, test de Tukey y análisis regresión lineal. La variabilidad intra-poblacional se realizó para la siembra de primavera con la mayor densidad; se determinaron la media, mínimo, máximo y coeficiente de variación. Se encontró efecto de poblaciones, e interacción poblaciones x ambientes para ambos caracteres en invierno, mientras que sólo existió efecto de densidad en primavera. Del análisis conjunto se destacó el efecto de poblaciones y densidad para ambos caracteres. La variabilidad intrapoblacional fue amplia para PSa y estrecha para Nt. El análisis de regresión lineal mostró que la variación del PSa fue ampliamente explicada por el Nt ($R^2 = 62,3\%$).

Palabras clave: *Lotus tenuis*; Vigor de las plántulas; Densidad de siembra; Época de siembra.

Abstract. The slow initial growth of *Lotus tenuis* limits its use to improve the Flooding Pampas grasslands by mean of its inter-sowing. Research on the inter and intra-population variability of seedling vigor under changing environmental conditions, and the population x environment interaction, contribute to design sowing strategies and selection criteria. The objective of this study was to evaluate the inter and intra-population phenotypic variability, under different plant densities and planting dates. Variables measured included the number of stems (Nt), and the shoot dry weight (PSa) in *L. tenuis* seedlings. Crown stems and PSa were determined in 5 populations in a completely randomized design with 3 replicates (pots). Two sowing times (winter and spring) and two densities (25 and 50 seedlings/pot) were investigated. Multifactor ANOVA, Tukey test and linear regression analysis were applied. The intra-population variability was analyzed for the spring sowing at the highest seeding density. It was done by taking the average, minimum, maximum and coefficient of variation as measurement parameters. Population effects and population x environment interaction were found for both seedling characters in winter. However, only the density effect was significant in spring. From the whole analysis, only the population and density effects were distinguished for both characters. The intra-population variability was wide for PSa and narrow for Nt. Linear regression analyses showed that the variation of PSa was highly explained by Nt ($R^2 = 62.30\%$).

Keywords: *Lotus tenuis*; Seedling vigor; Plant densities; Planting date.

¹ Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 60 y 119 (1900), CC 31, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Teléfono/Fax: +54 (221) 423-6758, e-mail: vanesaix@hotmail.com

² Dirección de Tecnología y Experimentación. Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. e-mail: mmujica@ciudad.com.ar

Address Correspondence to: Vanesa Yanet Ixtaina. e-mail: vanesaix@hotmail.com

Recibido / Received 15.III.2010. Aceptado / Accepted: 26.III.2010.

INTRODUCCIÓN

La Pampa Deprimida Bonaerense es considerada la zona de cría de ganado vacuno más importante de Argentina. Se caracteriza por presentar ciclos alternados de inundación y sequía, suelos muy heterogéneos con baja infiltración, exceso de salinidad, alcalinidad por sodio y una capa freática elevada (Tricart, 1973). En la mayoría de las situaciones, los pastizales naturales son el único recurso forrajero (Insausti y Quinos, 2000). *Lotus tenuis* Waldst et Kit (ex *Lotus glaber* Mill) es una especie leguminosa, alógama, perenne, naturalizada en esta región y, por lo tanto, adaptada a sus condiciones limitantes. Su inclusión sería estratégica para mejorar la productividad y calidad de los pastizales escasos en leguminosas (Quinos et al., 1998). El uso de *L. tenuis* como mejoradora del pastizal implica su incorporación por intersembrado, aunque con mejores resultados mediante el sistema de siembra directa (Entío et al., 2007). Sin embargo, la escasa habilidad competitiva de sus plántulas limita seriamente el éxito de la implantación. Así, la comunidad vegetal en la que se practica la intersembrado de *L. tenuis* es un factor condicionante del éxito (Miñón y Colabelli, 1993). Esto indica que el manejo agronómico y la mejora genética del carácter "vigor de las plántulas" son importantes para mejorar la problemática de la implantación de *L. tenuis*. Se ha encontrado en esta especie una correlación positiva entre el peso de la semilla y el vigor de las plántulas (Beuselinck y Mc Graw, 1983; Collado y Mujica, 2002) y se determinó el rol determinante de los cotiledones sobre el vigor en la etapa inicial del crecimiento (Mujica y Rumi, 1998; Collado y Mujica, 2002). También el número de tallos en la corona es un componente estratégico del vigor de las plántulas (Mujica y Rumi, 1998; Ixtaina y Mujica, 2009). Se ha detectado en *L. tenuis* variabilidad inter e intrapoblacional para el vigor de plántula y caracteres vinculados a éste en poblaciones mejoradas (Colares et al., 1999) y naturales (Ixtaina y Mujica, 2003) e interacción poblaciones x ambientes para el mismo carácter (Ixtaina y Mujica, 2003; Ixtaina y Mujica, 2009).

Por otra parte, el éxito de la emergencia y establecimiento de plántulas en forrajeras está fuertemente regulado por factores abióticos y bióticos, con importancia relativa según los caracteres biológicos de la especie y el ambiente del desarrollo (Sevilla y Fernández, 1991). Así, la densidad y la época de siembra son decisiones de manejo importantes que influyen en el éxito de la implantación de especies forrajeras. Sevilla et al. (2002) estudiaron 4 densidades de siembra en alfalfa, encontrando que la producción de tallo no difirió, y que la producción de hojas fue mayor a mayores densidades. Estos mismos autores informaron que existe una tendencia hacia una mayor densidad de plantas vivas con densidad de siembra crecientes. Según Busqué et al. (1999), la densidad de tallos asociada con alguna variable indicadora de su tamaño promedio, puede considerarse como la medida más objetiva de vigor o persistencia de la especie en la pastura. Asimismo, Newman

y Delgado (1999) plantean que entre otros componentes de la arquitectura de especies forrajeras, el número de hojas y número de tallos dependen del genotipo y de los factores ecológicos a los cuales están expuestas.

Investigaciones sobre la variabilidad entre y dentro de poblaciones del vigor de las plántulas bajo distintas épocas y densidades de siembra, y la interacción población x ambiente, contribuyen a diseñar estrategias de implantación y criterios de selección.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad fenotípica inter e intra-poblacional del peso seco aéreo y número de tallos en la corona de plántulas de *Lotus tenuis* bajo diferentes épocas y densidades de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Jardín Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 54'S, 57° 55'O), provincia de Buenos Aires, Argentina.

El material biológico utilizado fueron poblaciones naturales componentes de una colección de germoplasma colectados en distintos sitios de la Pampa Deprimida Bonaerense: General Alvear (P₁), Punta Lara (P₂), Azul (P₃), Magdalena (P₄), Chascomús (P₅). Las variables ambientales fueron 2 épocas y 2 densidades de siembra. La siembra se llevó a cabo en invierno (27 de junio) y primavera (30 de septiembre), a 25 y 50 plántulas por parcela experimental.

En ambas experiencias se usó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones. La siembra se realizó a 5 mm de profundidad en macetas de 5 L de capacidad (unidades experimentales), conteniendo tierra homogeneizada. La semilla fue escarificada mecánicamente, ajustando la densidad de cada población según pruebas de germinación, para lograr las densidades correspondientes. La experiencia se realizó bajo condiciones ambientales naturales, y las plantas fueron regadas periódicamente.

La cosecha se realizó a los 90 días de la siembra (dds), separando la parte aérea de las plántulas mediante un corte con bisturí inmediatamente debajo de la corona. Se tomó como el valor de cada unidad experimental al promedio de 20 individuos seleccionados al azar en cada una de ellas. Los caracteres evaluados fueron: (a) número de tallos en la corona (Nt) mayores o iguales a 1 cm de longitud; (b) peso seco aéreo (PSa), que incluyó hojas, tallos y corona (g MS/plántula), secando las muestras en estufa a 60 °C hasta peso constante.

La evaluación del efecto de los diferentes factores considerados sobre cada una de las variables estudiadas se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Primeramente, se analizaron separadamente los datos de los experimentos realizados en distintas épocas de siembra. Para ello se aplicó un ANOVA multifactorial de efectos

fijos que incluyó los siguientes factores: poblaciones (5 niveles), densidad de siembra (2 niveles), considerando además de los efectos principales, la posible interacción entre dichos factores.

Posteriormente, se calculó la relación entre las varianzas del error de los ensayos llevados a cabo en las dos épocas de siembra, las que resultaron 2,81 y 1,44 para PSa y Nt, respectivamente. Estos valores son menores a la relación 4:1 que habilita a realizar un análisis en conjunto de los datos de ambos experimentos (Steel y Torrie, 1980). Así, se realizó el ANOVA multifactorial incluyendo como fuentes de variación poblaciones (5 niveles), densidad (2 niveles) y fecha de siembra (2 niveles), y las posibles interacciones entre los factores principales.

Previamente al análisis de la varianza se realizó la prueba de Cochran para comprobar la homogeneidad de las varianzas (Hines y Montgomery, 1990). Para comparar las medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Además, se calcularon los coeficientes de variación por poblaciones, época de siembra y densidad y se realizó un análisis de regresión lineal simple entre los caracteres estudiados. Se utilizó el programa informático Statgraphic Plus 4 (Statistical Graphics Corporation, 1997).

A partir del ANOVA se estimó la proporción de variabilidad explicada por los factores correspondientes mediante el coeficiente de determinación de Pearson (R^2), según la siguiente relación:

$$R^2 = \frac{SC_{factor}}{SC_{total}} \times 100$$

donde: SC_{factor} = suma de cuadrado del factor; SC_{Total} = suma de cuadrados totales.

Por otra parte, en el experimento sembrado en primavera y para el nivel de densidad de 50 plántulas por maceta se analizó la variabilidad dentro de poblaciones. Para cada uno de los 20 individuos de cada unidad experimental se determinó el número de ramas en la corona y el peso seco aéreo. El análisis de la variabilidad intrapoblacional incluyó la determinación de la media, varianza, desvío estándar, mínimo, máximo y coeficiente de variación de las poblaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los cuadrados medios y significancia de los valores de F para los caracteres en estudio analizados por separado según la época de siembra y considerando las 5 poblaciones de *L. tenuis* y 2 densidades de plántulas. Los resultados indicaron que existió un efecto altamente significativo de poblaciones ($p \leq 0,01$) e interacción poblaciones x ambientes en ambos caracteres para la siembra de invierno, mientras que se detectó sólo efecto de densidad en la siembra de primavera para PSa ($p \leq 0,05$) y Nt ($p \leq 0,01$).

Tabla 1. Cuadrados medios y significancia de los valores de F para los caracteres en estudio, sembrados en 2 épocas de siembra, considerando 5 poblaciones de *L. tenuis* y 2 densidades de siembra.

Table 1. Mean squares and significance values for the study parameters. Seeding was conducted at two different times during the year, considering 5 *L. tenuis* populations and two seeding densities.

| Época de siembra | Carácter | Población | Densidad | Población x Densidad |
|------------------|------------------------|------------|-----------|----------------------|
| Invernal | Peso Seco | 3468,40 ** | 563,33 ns | 2185,48 ** |
| | Aéreo | | | |
| | N° tallos en la corona | 0,95 ** | 0,14 ns | 0,70 ** |
| Primaveral | Peso Seco | 2769,24 ns | 10565,6 * | 1778,32 ns |
| | Aéreo | | | |
| | N° tallos en la corona | 0,68 ns | 3,74 ** | 0,38 ns |

ns= no significativo; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

ns= non significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

La observación de variabilidad interpoblacional significativa en el experimento sembrado en la época invernal, y no significativa en la época primaveral, podría explicarse por la expresión de variabilidad en el carácter reposo invernal, lo cual ha sido detectado en experiencias previas con *L. tenuis* (Colares et al., 2008). La varianza no significativa para poblaciones para ambos caracteres en la siembra de primavera indicaría que la variabilidad interpoblacional es estrecha.

El efecto de densidad observado sólo en la siembra de primavera se atribuye al efecto positivo de las condiciones ambientales sobre la tasa de crecimiento, que maximizó la competencia por el espacio aéreo, generando importantes diferencias entre los dos niveles de densidad en el PSa y Nt. Una alta densidad de plantas creciendo en primavera, rápidamente interfiere la llegada de luz a los cotiledones y hojas basales. Experiencias previas en *L. tenuis* señalan que el sombreado de los cotiledones (Mujica y Rumi, 1998) o las plántulas reducen el PSa y el Nt (Sasal et al., 2001; Ixtaina y Mujica, 2009).

En invierno, el factor población capturó el mayor porcentaje de la suma de cuadrados total del experimento ($R^2_{PSa} = 42\%$; $R^2_{Nt} = 37\%$) mientras que para el factor densidad dichos valores de R^2 ocurrieron entre 1,3 y 1,7%. Sin embargo, en primavera la suma de cuadrados total explicada por el factor densidad ascendió a 19 y 29% para PSa y Nt, respectivamente, mientras que el factor población capturó 20% para PSa y 21% para Nt. Los resultados resaltan la magnitud de las diferencias entre poblaciones cuando la siembra y crecimiento inicial ocurren en la época invernal. Si bien estas diferencias en vigor de las plántulas entre poblaciones pueden estar determinadas por diferencias en el reposo invernal o por diferencias en la tolerancia a bajas temperaturas, se debería tener en cuenta en la elección de ambientes propicios para la selección.

Tabla 2. Cuadrados medios y significancia de los valores de F para los caracteres en estudio, considerando 5 poblaciones de *L. tenuis*, 2 épocas y 2 densidades de siembra.

Table 2. Mean squares and significance values for the study variables, considering 5 *L. tenuis* populations which were seeded at two different times during the year, and at two seedling densities.

| Carácter | P | D | E | PxD | PxE | DxE | PxDxE |
|------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Peso seco aéreo | 5752,74 ** | 8004,15 ** | 5821,35 * | 2706,91 * | 484,90 ns | 3124,82 ns | 1256,89 ns |
| Nº tallos en la corona | 1,49 ** | 2,66 ** | 0,87 * | 0,67 * | 0,14 ns | 1,22 * | 0,40 ns |

P= poblaciones; D= densidad de siembra; E= época de siembra; ns= no significativo; *, p \leq 0,05; **, p \leq 0,01.

P= populations; D= seeding density; E= Timing of seeding; ns= non significant; *, p \leq 0.05; **, p \leq 0.01.

En la Tabla 2 se presentan los cuadrados medios y la significancia de los valores de F para los caracteres en estudio del conjunto de datos de ambos experimentos, considerando como factores de variación 5 poblaciones, 2 épocas y 2 densidades de siembra. Se encontró efecto altamente significativo (p \leq 0,01) de poblaciones y densidades, y efecto significativo (p \leq 0,05) de

épocas de siembra para ambos caracteres. El factor población capturó el mayor porcentaje de la suma de cuadrados total, con un valor aproximado del 24% para Nt y PSa.

Por otra parte, se detectó interacción poblaciones x densidades (P x D) significativa (p \leq 0,05) para ambos caracteres, mientras que se encontró interacción densidades x épocas de siembra (D x E) sólo para el Nt. Esto indica que el efecto de los distintos niveles de densidad sobre este carácter son diferencialmente influenciados por las épocas de siembra. La ausencia de interacción implica el beneficio que las variedades se pueden usar en regiones geográficas más amplias que incluyen

Tabla 3. Valores promedios para peso seco aéreo y número de tallos en la corona evaluados en la siembra de invierno, primavera y del análisis conjunto según poblaciones de *Lotus tenuis*.

Table 3. Mean values for dry weight and crown stem number at the winter and spring seeding, and the global analysis on *L. tenuis* populations.

| Medias | Poblaciones | | | | | dms (5%) | dms (1%) |
|---------------------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | | |
| Ensayo de invierno | 140,67 abc | 175,5c | 112,67 a | 131,58 ab | 157,08bc | 37,98 | 47,23 |
| Ensayo de primavera | 170,17 a | 195,92 a | 146,5 a | 142,17 a | 160,75 a | 63,67 | 79,20 |
| Análisis conjunto | 155,16 ab | 185,71 b | 129,58 a | 136,87 a | 158,92 ab | 35,37 | 43,13 |

P₁ a P₅ = poblaciones naturales de *L. tenuis*. Promedios con distinta letra en una fila son estadísticamente diferentes (Tukey, p \leq 0,05). dms = diferencia mínima significativa.

P₁ to P₅ = natural populations of *L. tenuis*. Means with different letters in the same row are significantly different (Tukey, p \leq 0.05). dms = least significant difference.

b) Número de tallos en la corona

| Medias | Poblaciones | | | | | dms (5%) | dms (1%) |
|---------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|----------|----------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | | |
| Ensayo de invierno | 5,80 ab | 5,95ab | 5,41a | 5,23a | 6,21b | 0,72 | 0,90 |
| Ensayo de primavera | 6,12a | 6,35a | 5,56a | 5,65a | 6,12a | 0,87 | 1,08 |
| Análisis conjunto | 5,96ab | 6,15b | 5,48a | 5,44a | 6,16b | 0,54 | 0,66 |

P₁ a P₅ = poblaciones naturales de *L. tenuis*. Promedios con distinta letra en una fila son estadísticamente diferentes (Tukey, p \leq 0,05). dms = diferencia mínima significativa.

P₁ to P₅ = natural populations of *L. tenuis*. Means with different letters in the same row are statistically different (Tukey, p \leq 0.05). dms = least significant difference.

Tabla 4. Análisis de la variabilidad intrapoblacional para peso seco aéreo y número de tallos en la corona (n=60) determinados en el ensayo de primavera con una densidad de 50 pl/maceta.

Table 4. Intrapopulation variability between dry weight and crown stem number (n=60) during spring at density of 50 pl/pot.

a) Peso seco aéreo

| Parámetro estadístico | Poblaciones | | | | |
|-------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Media (mg) | 145,83 | 129,92 | 157,37 | 137,99 | 150,65 |
| Mínimo (mg) | 53,69 | 5,79 | 37,09 | 24,48 | 27,97 |
| Máximo (mg) | 317,89 | 284,83 | 378,80 | 355,34 | 377,69 |
| Coefficiente de variación (%) | 40,61 | 49,78 | 48,05 | 52,49 | 59,00 |

P₁ a P₅ = poblaciones naturales de *L. tenuis*.

P₁ to P₅ = natural populations of *L. tenuis*.

b) Número de tallos en la corona

| Parámetro estadístico | Poblaciones | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Media | 5,32 | 5,32 | 5,83 | 5,42 | 6,15 |
| Mínimo | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Máximo | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| Coefficiente de variación (%) | 20,04 | 23,10 | 23,35 | 21,30 | 26,07 |

P₁ a P₅ = poblaciones naturales de *L. tenuis*.

P₁ to P₅ = natural populations of *L. tenuis*.

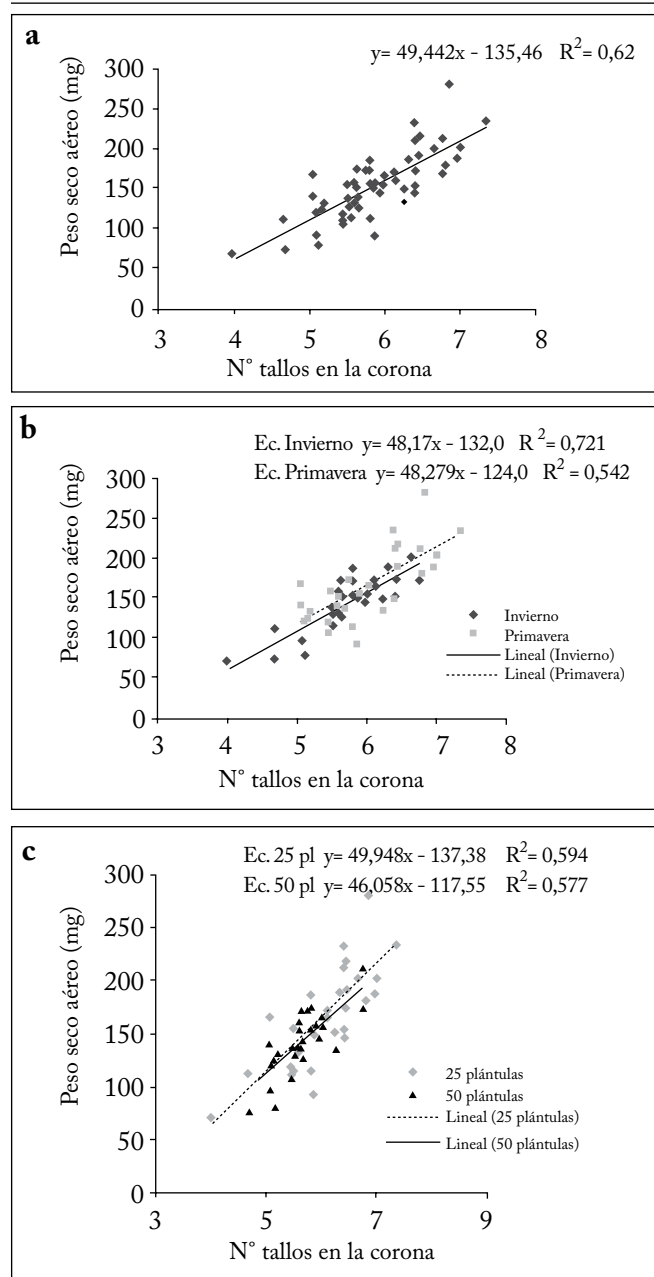
diferentes ambientes (Tigerstedt, 1994). Su presencia limita el uso a ambientes específicos en los que mejor funcionan, los cuales deben ser identificados. Estudios con otras poblaciones de *L. tenuis* y otros ambientes han encontrado interacción significativa poblaciones x ambientes (Ixtaina y Mujica, 2003), y no significativa entre los mismos (Ixtaina y Mujica, 2009). Esto indica que el estudio sobre esta problemática debe ser ampliado y profundizado.

Coincidentemente con lo analizado en las Tablas 1 y 2, en la Tabla 3 se observa que en la experiencia desarrollada durante el invierno se expresaron diferencias significativas entre las poblaciones pero no en la experiencia de primavera. Esto indica que estas últimas condiciones ambientales serían poco apropiadas para detectar diferencias entre poblaciones. Por el contrario, el análisis realizado dentro de poblaciones con los individuos que crecieron durante el período primaveral y con la más alta densidad ensayada, permitió detectar una amplia variabilidad intrapoblacional. Esta variabilidad fue mayor para peso seco aéreo (Tabla 4a) que para número de tallos en la corona (Tabla 4b). En concordancia con otras experiencias (Colares et al., 1999; Ixtaina y Mujica, 2003; Ixtaina y Mujica, 2009), en las que si bien se ha encontrado variabilidad fenotípica entre poblaciones, ésta parece ser más amplia dentro de las poblaciones, lo cual es esperado debido al alto grado de alogamia que caracteriza a *L. tenuis*.

El análisis de regresión según un modelo lineal mostró que la relación entre la variación de los caracteres PSa y Nt resultó asociada significativamente (Fig. 1). Así, el modelo explicó 62,3% de la variabilidad en PSa, con un valor de coeficiente de correlación de 0,79, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. En otra experiencia con *L. tenuis* el Nt (que resultó negativamente afectado por la remoción y sombreado de los cotiledones) fue considerado un carácter estratégico en la ocupación inicial del espacio aéreo (Mujica y Rumi, 1998). El Nt podría ser un componente del vigor y desempeñar un papel importante en la mejora genética de este carácter. Estudios previos del vigor de las plántulas indican correlación fenotípica positiva entre el peso de la semilla y el vigor de las plántulas en *L. corniculatus* (Twamley, 1967; Beuselinck y Mc Graw, 1983) y en *L. tenuis* (Beuselinck y Mc Graw, 1983; Collado y Mujica, 2002). En alfalfa los numerosos antecedentes que han probado esta misma relación entre ambos caracteres condujeron a aplicaciones en la mejora genética del vigor de las plántulas. Así, estudios para determinar la magnitud del componente aditivo de la varianza genética y la heredabilidad del tamaño de la semilla permitieron aplicar la estrategia de la selección indirecta para mejorar el vigor de plántula (Gjuric y Smith, 1997). Similarmente, la fuerte asociación fenotípica encontrada entre PSa y Nt en *L. tenuis* es promisoría y debería ser investigada a nivel de componentes de la varianza genética y heredabilidad. Esto permitiría explorar expectativas de res-

Fig. 1. Análisis de regresión lineal para peso seco aéreo y número de tallos en la corona en poblaciones de *L. tenuis*. a) análisis conjunto; b) análisis según época de siembra; c) análisis según densidad de siembra.

Fig. 1. Simple linear regression between number of crown stems and dry weight in *L. tenuis* populations: a) global analysis; b) analysis according to seeding time; c) analysis according to seeding density.



puesta a la modalidad de selección indirecta para vigor de las plántulas mediante el Nt, un carácter de fácil medición.

Vignolio y Fernández (2006) en un análisis sobre la bioecología de *L. tenuis* en la Pampa Deprimida Bonaerense resaltaron, como consideración general, la necesidad de ampliar el conocimiento sobre el crecimiento, la supervivencia y la reproducción de esta especie frente a cambios ambien-

tales y/o de manejo. De este trabajo surge la importancia, en particular, de ampliar y profundizar el conocimiento sobre el vigor de las plántulas y la interacción poblaciones x ambiente, aplicable a la mejora genética como también al manejo de la implantación.

CONCLUSIONES

La época de siembra de invierno es apropiada para detectar diferencias entre poblaciones, aunque el vigor de las plántulas podría estar confundido con diferencias en el grado de reposo invernal.

Es importante evitar excesos en la densidad de plántulas en siembras de primavera ya que afecta negativamente el PSa y el Nt, y por lo tanto el vigor de las plántulas.

La selección sería más benéfica dentro que entre poblaciones, y más promisoría para peso seco aéreo que para número de ramas en la corona. Si fuera de interés evitar una posible interferencia del grado de reposo invernal, convendría realizar la selección en primavera.

REFERENCIAS

- Beuselinck, P.R. y R.L. McGraw (1983). Seedling vigor of three *Lotus* species. *Crop Science* 23: 390-391.
- Busque, J., N. Joaquin y M. Herrero (1999). Atributos Funcionales de las Plantas y su Implicación para el Manejo de Pasturas Tropicales. En: Herrero, M. y A. Ramirez (eds.). Manejo y Utilización de Pasturas Tropicales. Pasturas Tropicales, Volumen Especial, CIAT, Colombia.
- Colares, M., M.M. Mujica y C.P. Rumi (1999). Analysis of the early expression characters of *Lotus glaber* Mill. (= *Lotus tenuis* Waldst. et Kit. ex Wild.). *Lotus Newsletter*. Available at <http://www.psu.missouri.edu/lnl/>. (Accessed July 2009).
- Colares, M.N., M.B. Collado y M.M. Mujica (2008). Variabilidad inter e intra poblacional del reposo invernal en *Lotus tenuis*. *Revista Argentina de Producción Animal* 28: 370-371.
- Collado, M.B. y M.M. Mujica. (2002). Aprovechamiento de la heterosis y rol de dos caracteres determinantes del vigor de las plántulas de *Lotus glaber*. *Journal of Basic & Applied Genetic* (BAG) XV: 122.
- Entío, L.J., C. Raimundo, P. Vértiz, M.M. Mujica y D. Sarena (2007). Capacidad de resiembra natural de *Lotus glaber* Mill. en tres alternativas de implantación bajo efecto de pastoreo. 30° Congreso Argentino de Producción Animal. 3 - 5 de octubre. Asociación Argentina de Producción Animal, Santiago del Estero, Argentina. p. 156-157.
- Gjuric, R. y J. R. Smith Jr. (1997). Inheritance in seed size of alfalfa: Quantitative analysis and response to selection. *Plant Breeding* 116: 337-340.
- Hines, W. y D. Montgomery (1990). Probability and Statistics in Engineering and Management Science, John Wiley, Nueva York.
- Insausti, P. y P. Quinos (2000). Prácticas sustentadas en estudios ecológicos que mejoran la oferta forrajera en un pastizal natural de la Pampa Deprimida (Argentina). XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Montevideo, Uruguay. p. 56.
- Ixtaina, V.Y. y M.M. Mujica (2003). Variabilidad inter e intrapoblacional e interacción poblaciones-ambiente en el vigor de plántula de *Lotus glaber*. *Journal of Basic & Applied Genetics* (BAG) XV: 127.
- Ixtaina, V.Y. y M.M. Mujica (2009). Respuesta de poblaciones de *Lotus tenuis* a variaciones ambientales contrastantes de disponibilidad de agua, luz y nutrientes. *Agrociencia* 44: 31-41.
- Miñón, D.P. y M.R. Colabelli (1993). Intersiembrado de *Lotus tenuis* en tres comunidades nativas de la Pampa Deprimida. *Revista Argentina de Producción Animal* 13: 133-140.
- Mujica, M.M. y C.P. Rumi (1998). El crecimiento inicial de *Lotus glaber* afectado por la remoción y el sombreado de los cotiledones. *Revista de la Facultad de Agronomía* 103: 127-133.
- Newman, Y. y H. Delgado (1999). Crecimiento del pasto buffel. 1. Arquitectura de planta. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 16: 319-326.
- Quinos, P., P. Insausti y A. Soriano (1998). Facilitative effect of *Lotus tenuis* on *Paspalum dilatatum* in lowland grassland of Argentina. *Oecología* 114: 427-431.
- Sasal, Y., J. Guíamet y M.M. Mujica (2001). Efectos del sombreado sobre la longevidad foliar y el crecimiento en plántulas de *Lotus glaber*. XXVIII Jornadas Argentinas de Botánica. Sociedad Argentina de Botánica (eds.). 21 - 25 de octubre de 2001. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. p. 81.
- Sevilla, G.H. y O.N. Fernández (1991). Leguminosas forrajeras herbáceas; Emergencia y establecimiento de plántulas. *Revista Argentina de Producción Animal* 11: 419-429.
- Sevilla, G.H., A.M. Pasinato y J.M. García (2002). Producción de forraje y densidad de plantas de alfalfa irrigada comparando distintas densidades de siembra. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 10: 164-170.
- Statistical Graphics Corporation (1997). Statgraphics Plus for Windows. Versión 3.1. Rockville.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie (1980). Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Tricart, F. (1973). Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Colección Científica N° XII: 1-202.
- Tigerstedt, P.M.A. (1994). Adaptation, variation and selection in marginal areas. *Euphytica* 77: 171-174.
- Twamley, B. E. (1967). Seed size and seedling vigor in birdsfoot trefoil. *Canadian Journal of Plant Sciences* 47: 603-609.
- Vignolio, O.R. y O.N. Fernández (2006). Bioecología de *Lotus glaber* mill. (Fabaceae) en la Pampa Deprimida (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal* 26: 113-130.