

ΦΥΤΟΝ

REVISTA INTERNACIONAL DE BOTÁNICA EXPERIMENTAL
INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY

FUNDACION ROMULO RAGGIO
Gaspar Campos 861, 1638 Vicente López (BA), Argentina
www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar

Variabilidad del número de tallos en plántulas de *Lotus tenuis* creciendo en alta densidad

Variability in the number of stems in *Lotus tenuis* seedlings growing at high density

Entio LJ y MM Mujica

Resumen. El bajo vigor de las plántulas de *Lotus tenuis*, leguminosa estratégica para mejorar pastizales de la Pampa Deprimida, limita el éxito de su implantación. Un componente estratégico del vigor es el número de tallos en la corona (n°). El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad del n° en plántulas de 11 poblaciones naturales de *L. tenuis* cultivadas en alta densidad en condiciones semicontroladas. Las semillas de las poblaciones se recolectaron en la provincia de Buenos Aires, se sembraron en macetas de plástico y se cultivaron en un solarium. Las plántulas de cada población (8 semanas después de la siembra) se retiraron y agruparon según su n° . Se analizó variabilidad dentro y entre poblaciones para n° por individuo. Además se determinaron: distribución de frecuencias, peso seco (PS) del conjunto de individuos y promedio de cada grupo, los grupos de n° predominantes según la frecuencia, y los que presentaron mayor PS conjunto y promedio por individuo de cada grupo. Se realizó regresión lineal simple del n° vs. PS. Se aplicó ANVA y prueba de Tukey ($p \leq 0,01$). En 10 poblaciones las distribuciones de frecuencias tendieron a ser bimodales. El n° por individuo presentó diferencias entre ($p \leq 0,01$) y dentro (CV: 44 a 56%) de poblaciones. Las clases 1 y 3 de n° fueron las predominantes ($p \leq 0,01$). Los grupos 3 y 5 presentaron mayor PS ($p \leq 0,01$) conjunto y promedio por individuo, respectivamente. La regresión fue significativa ($p \leq 0,01$) para PS promedio por individuo. La situación de alta densidad permitió la expresión de variabilidad del n° dentro y entre las poblaciones. Considerando las condiciones ambientales semicontroladas del experimento, la variabilidad detectada en el n° se atribuye a causas genéticas, lo cual implica la posibilidad de mejorar dicho carácter e indirectamente el vigor de plántula.

Palabras clave: *Lotus tenuis*; Vigor de plántulas; Número de tallos; Variabilidad.

Abstract. Successful establishment of *Lotus tenuis*, an important legume to improve grasslands in the Pampa Deprimida, might be limited by low seedling vigor. The number of crown stems is an important component of vigor. The objective of this work was to determine the variability in the number of crown stems on seedlings of 11 *Lotus tenuis* natural populations sown at high density under semi-controlled conditions. Seeds of all populations were collected in the Province of Buenos Aires, Argentina. They were sown in plastic pots and cultivated in a greenhouse. Eight weeks after seeding, seedlings of each population were grouped according to their number of stems per crown. Variability in the crown stem number was studied within and among populations. Number of seedlings with different stem crown numbers within each population, dry weight (PS) of the group of individuals and mean for each group, the predominant groups of crown stem numbers from the total number of seedlings within each population, and those that presented a greater grouped dry weight and average per individual of each group were also determined. Simple linear regression of the crown stem numbers *versus* dry weight was conducted. ANOVA and Tukey's tests were used ($p \leq 0.01$). The relationships between crown stem numbers and number of seedlings within each population tended to bimodal in 10 out of 11 populations. The crown stem number presented differences among ($p \leq 0.01$) and within (variation coefficient=44 to 56%) populations. Classes of 1 to 3 stems per crown were dominant ($p \leq 0.01$). Groups of 3 or 5 stems per crown showed greater dry weight ($p \leq 0.01$) when they were grouped or taken as a mean per individual, respectively. The regression was significant ($p \leq 0.01$) for mean dry weight per individual. Using of high density allowed the expression of variability within and among populations in the number of stems per crown. This variability can be attributed to genetic causes, considering the semi-controlled conditions under which the experiment was conducted. This implies the possibility of improving such parameter and the seedling vigor indirectly.

Keywords: *Lotus tenuis*; Seedling vigor; Number of stems; Variability.

Cátedra de Introducción al Mejoramiento Genético, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales- UNLP. Calle 60 y 119 s/n, tel/fax +542214236758, La Plata (CP1900), Buenos Aires, Argentina.

Address Correspondence to: Ing. Agr. María de la Merced Mujica, e-mail: mmermujica@gmail.com

Recibido / Received 9.VIII.2013. Aceptado / Accepted 27.X.2013.

INTRODUCCIÓN

En la Pampa Deprimida Bonaerense (provincia de Buenos Aires, Argentina), donde los pastizales son la principal fuente de alimentación para la cría de ganado bovino, *Lotus tenuis* (Waldst et Kit) coloniza nichos vacantes por la eliminación de dicotiledóneas (Soriano, 1994). *Lotus tenuis* es una especie clave en el manejo de pastizales por su efecto positivo en el crecimiento de las gramíneas, basado en el aporte de N por fijación simbiótica (Quinos et al., 1998); además mejora la calidad nutricional del pastizal al aportar proteína de alta digestibilidad (McGraw et al., 1989).

El uso de *L. tenuis* como mejoradora de pastizales implica su incorporación por intersembrado, aunque se obtuvieron mejores resultados mediante el sistema de siembra directa por Entio y Mujica (2011), al observar mayor emergencia de plántulas, mayor producción y aporte de semillas viables al banco de semillas del suelo y mayor capacidad de resiembra potencial. La magnitud de la resiembra resulta importante para la persistencia de *L. tenuis*, que según Vignolio (2005) depende del banco de semillas. En este sentido, Mujica y Rumi (1994) determinaron en 35 genotipos de una población natural de *L. tenuis* un alto potencial biológico para producir semilla, lo que implica una gran capacidad de aporte al banco de semillas del suelo. El cv. "Aguapé" de *L. tenuis* incorporado al pastizal con tres sistemas de siembra, tiene una alta capacidad de resiembra potencial, de 5450 a 13000 individuos/m² de acuerdo con datos de muestreo en plena fructificación (Entio y Mujica, 2011).

La incorporación y la persistencia de leguminosas forrajeras en pastizales es difícil por la competencia con las especies vegetales establecidas (Cuomo et al., 2001). En *L. tenuis* el lento crecimiento inicial implica que la comunidad vegetal donde se intersembrado sea condicionante para su implantación (Miñón y Colabelli, 1993). Según Sevilla y Fernández (1991) el éxito de la emergencia y el establecimiento de plántulas en forrajeras está regulado por las características biológicas de la especie y por los factores abióticos y bióticos del ambiente.

Para estudiar el vigor de las plántulas de *L. tenuis* se considera el tamaño de las semillas, debido a que existe una correlación positiva entre el peso de la semilla y el vigor de las plántulas (Beuselinck y McGraw, 1983; Collado y Mujica, 2002). También importa el papel de los cotiledones en la etapa inicial del crecimiento (Mujica y Rumi, 1998). Un componente del vigor de las plántulas de *L. tenuis* es el número de tallos en la corona por ser clave en la ocupación inicial del espacio aéreo (Mujica y Rumi, 1998). Al respecto, Ixtaina y Mujica (2010a) estudiaron en plántulas de poblaciones naturales de *L. tenuis* el efecto de la disponibilidad de agua, fertilizante y luz sobre dicho carácter y otros involucrados en la implantación, encontrando que el sombreado redujo el número de tallos en la corona. Además, Ixtaina y Mujica (2010b) en poblaciones naturales de *L. tenuis* hallaron variabilidad dentro y entre las

poblaciones en la expresión de este carácter en diferentes densidades y épocas de siembra.

Lotus tenuis tiene un pico de emergencia en el pastizal a fines del invierno (Sevilla y Fernández, 1991; Mujica y Rumi, 1993; Sevilla et al., 1996) produciéndose una alta densidad de plántulas que compiten entre sí.

Condiciones experimentales de densidad alta de individuos son apropiadas para favorecer la expresión de la habilidad competitiva. Dicha habilidad se expresa en caracteres tales como número de tallos emitidos desde la corona, lo que conforma una determinada arquitectura de plántula que, según Mujica y Rumi (1998), es importante en la competencia inicial por el espacio aéreo.

Una de las aplicaciones de la mejora genética de *L. tenuis* es la obtención de variedades que incorporadas a pastizales de campos bajos mejoren su productividad. Para esto deben presentar una buena resiembra natural y capacidad de implantación en situaciones de alta competencia bajo las condiciones naturales del pastizal.

Conocer sobre la expresión de variabilidad entre y dentro de poblaciones en condiciones de alta densidad permitirá establecer mejores criterios de selección aplicables a la obtención de variedades aptas para mejorar pastizales.

La hipótesis es que si bien una situación de alta densidad es desfavorable para la producción de tallos en la corona de las plántulas, permite la expresión de variabilidad entre y dentro de poblaciones.

El objetivo de este estudio fue evaluar la variabilidad del número de tallos en plántulas, entre y dentro de poblaciones naturales de *L. tenuis* cultivadas en condiciones semicontroladas y en densidad alta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron semillas de 11 poblaciones naturales (PN I...PN XI) de *L. tenuis* colectadas en distintos sitios de la provincia de Buenos Aires (Argentina), la mayoría de la Cuenca del Salado (CS), a razón de una población por maceta. La recolección del germoplasma se realizó durante el verano 2007/2008 en banquinas de rutas principales, generalmente en las inmediaciones de la intersección con los caminos de acceso a las ciudades. El área general de la recolección incluyó las siguientes ciudades y poblaciones naturales de *L. tenuis*: Cañuelas (CS) PN I, San Vicente (CS) PN II, Domselaar (CS) PN III, Magdalena (CS) PN IV, Brandsen (CS) PN V, Bavio (CS) PN VI, Gral. Alvear (CS) PN VII, Las Flores (CS) PN VIII, San Miguel del Monte (CS) PN IX, San Antonio de Areco PN X y Colón PN XI. Considerando el conjunto de sitios la distancia entre ellos varió entre ≥ 10 (Domselaar - Brandsen) y ≤ 300 km (Las Flores - Colón). La semilla fue conservada en refrigeración (10 ± 2 °C). La siembra se realizó el 28 de septiembre del 2010 en macetas de plástico (14 cm de altura y 20 cm de diámetro) que contenían

4000 cm³ de suelo homogeneizado como sustrato. La semilla fue previamente escarificada por frotación entre papeles de lija fina. El ensayo se condujo en condiciones semicontroladas en La Plata (34° 56' 13" S, 57° 56' 41" O) en un solarium al aire libre expuesto al régimen térmico natural pero no expuesto a las lluvias, manteniendo el riego según necesidades para evitar el déficit hídrico. Las macetas fueron dispuestas al azar sobre una mesa y rotadas cada 3-4 días para evitar efectos de posición y vecindad. Después de la emergencia se realizaron raleos, a las dos y tres semanas desde la siembra, para uniformar la distribución de plántulas dentro de macetas y hasta llegar a una densidad de alrededor de 300 individuos por población (11811 plantas/m²). A las 8 semanas, en cada maceta se eliminaron las plántulas de la orilla (1 cm a partir del borde) y se evaluó una superficie efectiva de 254 cm². Las plántulas de cada población por separado fueron retiradas y lavadas suavemente en una corriente de agua sobre un tamiz. Se evaluaron 250 plántulas de cada población, para lo cual fueron agrupadas de acuerdo al número de tallos en la corona (n°t) en 5-7 grupos. Se consideraron tallos de $\geq 1,5$ cm de longitud. Para cada población y grupo el conjunto de plántulas se secó en estufa a 60 °C, se determinó su peso seco y luego se calculó el peso promedio de los individuos. Para cada población y para el conjunto de poblaciones se determinó y analizó la distribución de frecuencias del n°t.

El análisis de la variabilidad dentro de poblaciones se realizó mediante media \pm ES, s, CV (%), asimetría y curtosis. El análisis de variabilidad entre poblaciones se realizó mediante ANVA de una vía y se aplicó prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) para

comparar medias. También se establecieron el/los grupo/s de n°t predominante/s de acuerdo al n° de individuos en cada clase, el/los grupo/s de n°t que presentó/aron el mayor peso seco, y el/los de mayor peso seco promedio por individuo (se consideran las dos formas del peso seco ya que podrían permitir explicar mejor estrategias de habilidad competitiva). Para ello se realizó ANVA asumiendo como tratamientos a los distintos grupos según el número de tallos y como repeticiones a las poblaciones. Se aplicó prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) para comparar medias. Para describir las distribuciones de frecuencias se aplicaron la prueba de asimetría y curtosis estandarizada y se probó el ajuste a los modelos de distribución del INFOSTAT. Además, tanto para cada población como para el conjunto de las poblaciones se realizó análisis de regresión lineal simple del n°t sobre cada uno de los pesos secos determinados. Aunque estos datos se presentan sin transformar en cuadros y texto, los mismos fueron transformados ($\sqrt{y+0,5}$) para el análisis estadístico con lo cual cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Todos los análisis estadísticos se hicieron con el Infostat versión 2012 (Di Rienzo et al., 2012).

RESULTADOS

Los resultados muestran la existencia de variabilidad dentro y entre poblaciones. Así, el intervalo de variación dentro de poblaciones fue (1-5) tallos por individuo en la mayoría de las poblaciones, mientras que en la PN X fue (1-6) y en las I y III fue (1-7) tallos. También se observa en los medianamente elevados CV, que variaron entre 44 y 56 % (Tabla 1).

Tabla 1. Variabilidad intrapoblacional para número tallos por individuo (n=250).

Table 1. Variability within populations in the number of stems per individual (n=250).

Poblaciones	Media \pm ES	s	Asimetría Z	Curtosis Z	CV (%)
I	2,52 \pm 0,07	1,21	2,9**	1,76	48
II	2,46 \pm 0,08	1,3	2,34*	-1,21	52,7
III	2,71 \pm 0,09	1,49	2,16*	-2,6**	55,1
IV	2,41 \pm 0,07	1,18	1,56	-2,48*	49
V	2,61 \pm 0,08	1,35	1,76	-5**	51,8
VI	2,42 \pm 0,07	1,21	1,67	-3,38**	50,1
VII	2 \pm 0,06	1,04	2,72**	-1,6	51,8
VIII	1,88 \pm 0,06	1,06	3,62**	-0,18	56,4
IX	2,18 \pm 0,07	1,14	2,18*	-3,58**	52,1
X	2,3 \pm 0,07	1,19	2,36*	-1,62	52
XI	2,78 \pm 0,07	1,23	1,03	-4,22**	44,3
Conjunto de Poblaciones	2,39 \pm 0,02	1,25	7,86**	-4,82**	52,4

Para los valores de z (asimetría y curtosis): * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

La variabilidad entre poblaciones en el n°t por individuo se manifestó por las diferencias significativas ($p \leq 0,01$) encontradas (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Cuadrados medio y significancia de F para: (1) n°t por individuo en 11 poblaciones naturales de *Lotus tenuis*; (2) número de individuos por grupo de n°t considerando el conjunto de las poblaciones; (3) peso seco (g) considerando el conjunto de las poblaciones: a- determinado por el conjunto de individuos pertenecientes a cada grupo de n°t, b- promedio por individuo de cada grupo de n°t.

Table 2. Mean squares and F significance for: (1) n°t per individual in 11 natural populations of *Lotus tenuis*; (2) number of individuals per group of n°t considering the group of populations; (3) dry weight (g) considering the group of populations: a- determined by the joint of individuals belonging to each group of n°t, b- average per individual of each group of n°t.

	(1)	(2)	(3)	
			a	b
CM	19,52	127,6	1,62	0,005
F	12,93**	176,81**	44,31**	54,74**

** : $p \leq 0,01$.

Tabla 3. Valores promedio para n°t por individuo en 11 poblaciones naturales de *L. tenuis* creciendo en alta densidad (11811 plántulas/m²), 8 semanas después de la siembra (n=250).

Table 3. Average values for n°t per individual in 11 natural populations of *L. tenuis* growing in high density (11811 seedlings/m²), 8 weeks after seeding (n=250).

Población	\bar{X}
I	2,52 abc
II	2,46 abc
III	2,71 a
IV	2,41 abcd
V	2,61 ab
VI	2,42 abc
VII	2 de
VIII	1,88 e
IX	2,18 cde
X	2,3 bcd
XI	2,8 a

Medias con al menos una letra en común son iguales (Tukey, $p \leq 0,01$).
Means with at least a letter in common are equal (Tukey, $p \leq 0,01$).

Las distribuciones de frecuencias del n°t en las poblaciones tendieron a una distribución bimodal (grupos de 1 y 3 tallos) (Fig. 1), con excepción de la población XI que presentó sólo una moda en el grupo correspondiente a 3 tallos y una media de 2,8 tendiente a una distribución normal aunque no

ajustada estadísticamente a la misma. En la mayoría de las poblaciones se encontró asimetría positiva ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$), y curtosis negativa ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) (Tabla 1). Ninguna de las distribuciones se ajustó a los modelos preestablecidos por el programa INFOSTAT.

Considerando el conjunto de las poblaciones aquí estudiadas, los grupos de 1 y 3 tallos en la corona resultaron los de mayor frecuencia ($p \leq 0,01$) (Tabla 4). Además, el número promedio de tallos en la corona por individuo fue de 2,4. Si se continúa considerando el conjunto de las poblaciones, surge que el grupo de 3 tallos resultó ser el de mayor peso seco conjunto ($p \leq 0,01$) (Tabla 5a). Considerando el peso seco promedio por individuo para cada grupo de n°t, el de 5 tallos presentó el mayor peso seco ($p \leq 0,01$) (Tabla 5b). La tendencia observada en la Tabla 5b, donde el peso seco promedio por individuo aumentó a medida que aumentó el número de tallos, se mantuvo también en aquellas poblaciones que presentaron individuos con 6 y 7 tallos.

El análisis de regresión lineal simple del carácter n°t sobre el peso seco determinado por el conjunto de individuos perteneciente a cada grupo de n°t no fue significativo para cada población ni considerando el conjunto de las poblaciones (Tabla 6a). Sin embargo, el análisis de regresión lineal simple del carácter n°t *versus* peso seco promedio por individuo de cada grupo de número de tallos mostró una relación positiva ($p \leq 0,01$) y uniforme considerando cada población (Tabla 6b) y el conjunto de las poblaciones (Fig. 2).

DISCUSIÓN

En este estudio se registró la existencia de variabilidad entre y dentro de poblaciones de *L. tenuis* en el carácter n°t por individuo. Estos resultados coinciden con lo informado por Ixtaina y Mujica (2010b), quienes también trabajaron con poblaciones naturales recolectadas en la Cuenca del Salado pero con 2 densidades de siembra sustancialmente menores. Estos autores, sin embargo, advirtieron que la variabilidad entre poblaciones sería estrecha. No obstante, en otro estudio con poblaciones naturales de la Cuenca del Salado con densidad intermedia entre las utilizadas por Ixtaina y Mujica (2010b) se observó variabilidad solamente dentro de poblaciones (Ixtaina y Mujica 2010a). Los resultados de nuestro estudio indican que la situación de muy alta competencia ensayada permitió la expresión de variabilidad entre poblaciones para el carácter n°t.

En este estudio los grupos de 1 y 3 tallos en la corona resultaron los de mayor frecuencia y el número promedio de tallos en la corona por individuo fue de 2,4. En otras investigaciones (Mujica y Rumi, 1998; Ixtaina y Mujica, 2010b) donde se utilizaron densidades de plántulas menores a las de este estudio, se comunicaron valores medios para número de tallos en la corona por individuo de entre 3,5 y 5,6. Esto permite considerar que una situación de alta densidad, como la ensayada en las 11 poblaciones estudiadas, favorecería una baja producción

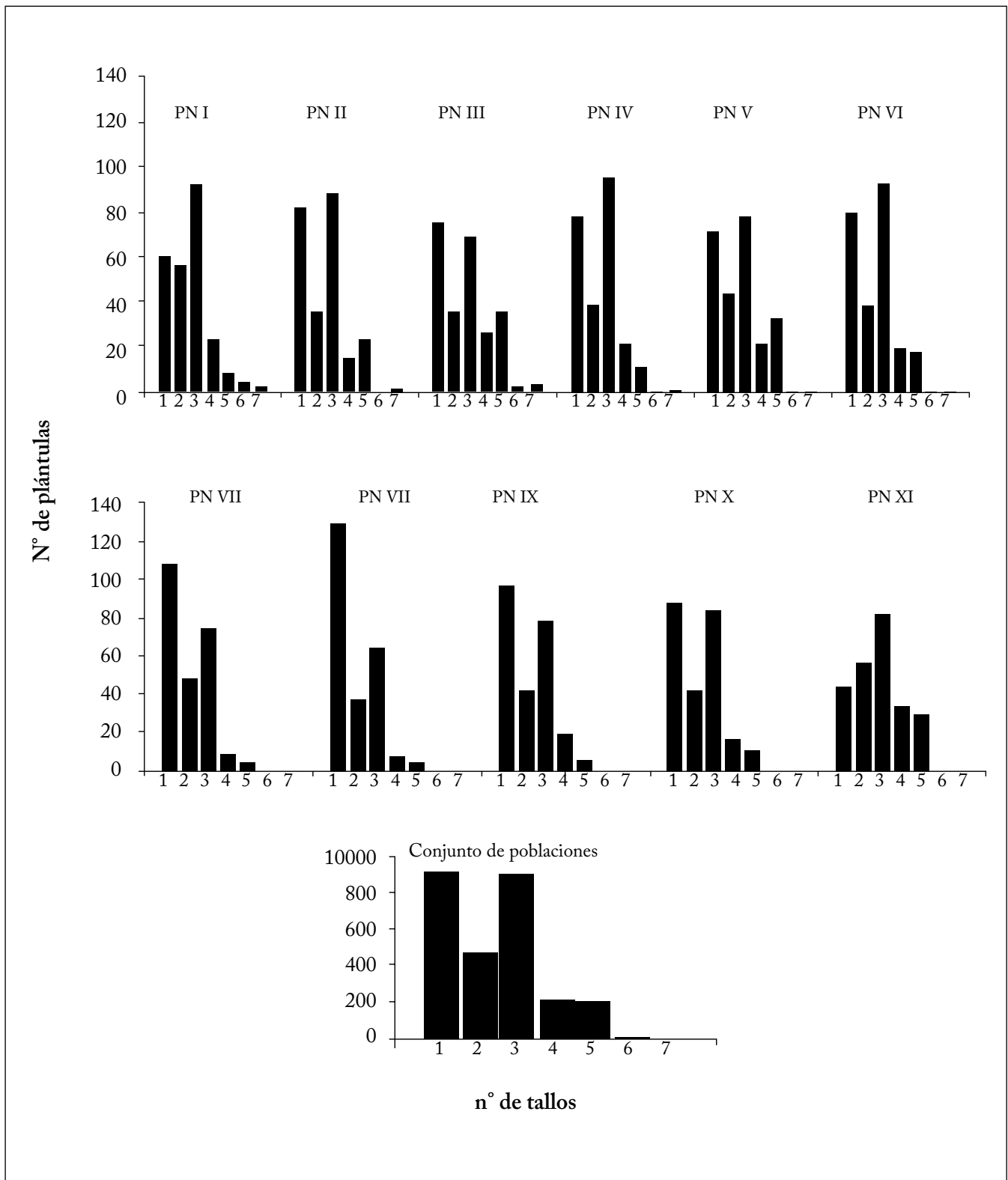


Fig. 1. Distribución del nº de plántulas por grupo de nºt para 11 poblaciones naturales (n=250) de *L. tenuis* y para el conjunto de las poblaciones (n=2750) creciendo en alta densidad (11811 plántulas/m²), 8 semanas después de la siembra.

Fig. 1. Distribution of the nº of seedlings per group of nºt for 11 natural populations (n=250) of *L. tenuis* and for the group of populations (n=2750) growing in high density (11811 seedlings/m²), 8 weeks after seeding.

Tabla 4. Valores promedio para número de individuos por grupo de n°t considerando el conjunto de las poblaciones (n=11).
Table 4. Average values for the number of individual per group of n°t considering the joint of populations (n=11).

n° de individuos \ Grupos de n°t	1	2	3	4	5	6	7
X	83,72 a	44,45 b	82,45 a	20,36 c	17,63 c	0,9 d	0,45 d

Medias con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,01$).
 Means with different letters are significantly different (Tukey, $p \leq 0,01$).

Tabla 5. Valores promedio de peso seco (g) para cada grupo de n°t considerando el conjunto de las poblaciones (n=11): (a) determinado por el conjunto de individuos pertenecientes a cada grupo de n° t; (b) determinado por individuo de cada grupo de n°t.
Table 5. Average values of dry weight (g) for each group of n°t considering the joint of the populations (n=11): (a) determined by the joint of individuals belonging to each group of n°t; (b) determined by individual of each group of n°t.

(a)							
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X}	0,91 b	1,14 b	3,19 a	1,19 b	1,39 b	0,2 c	0,07 c

(b)					
	1	2	3	4	5
\bar{X}	0,01d	0,022cd	0,034c	0,05b	0,068a

Medias con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,01$).
 Means with different letters are significantly different (Tukey, $p \leq 0,01$).

Tabla 6. Análisis de regresión lineal simple para cada población y para el conjunto de las poblaciones (Conj. Pob.): (a) n°t versus peso seco determinado por el conjunto de individuos perteneciente a cada grupo de n°t; (b) n°t versus peso seco promedio por individuo de cada grupo de n°t.

Table 6. Simple regression analysis for each population and for the group of populations (Conj. Pob.): (a) n°t versus dry weight determined for the group of individuals belonging to each group of n°t; (b) n°t versus average dry weight per individual of each group of n°t.

a)					b)			
Poblaciones	F	p	Coef. Correlación (r)	R ² (%)	F	p	Coef. Correlación (r)	R ² (%)
I	1,96	0,22	-0,53	28,1	23,21	0,004	0,90	82,2
II	0,35	0,59	0,32	10,5	123,32	0,001	0,98	97,6
III	0,29	0,61	-0,23	5,4	50,83	0,000	0,95	91
IV	0,74	0,43	-0,39	15,6	21,14	0,010	0,91	84
V	3,88	0,14	0,75	56,3	25,57	0,014	0,94	89,4
VI	0,4	0,57	0,34	11,7	115,38	0,001	0,98	97,4
VII	0,96	0,4	-0,49	24,1	85,99	0,002	0,98	96,6
VIII	1,26	0,34	-0,54	29,5	145,64	0,001	0,98	97,9
IX	0,02	0,89	-0,08	0,67	25,29	0,015	0,94	89,3
X	0,85	0,4	-0,41	17,5	17,39	0,014	0,9	17,5
XI	1,87	0,26	0,61	38,3	222,04	0,000	0,99	98,6
Conj. Pob.	1,67	0,2	-0,16	2,7	---	---	---	---

de tallos en la corona de las plántulas. Este mismo efecto fue observado por Vignolio y Cambareri (2008) en plantas adultas de *L. tenuis*. Según los resultados de nuestro experimento, este efecto también se expresó en estadios tempranos del crecimiento de las plántulas. De acuerdo con Mujica y Rumi

(1998) una interferencia en la llegada de luz a los cotiledones, como la que ocurriría con una alta densidad de plántulas en crecimiento, genera un efecto de reducción del número de tallos en la corona. Dicho efecto también fue comprobado por Sasal et al. (2001) en plántulas, y por Ixtaina y Mujica (2010a) en plantas de *L. tenuis*.

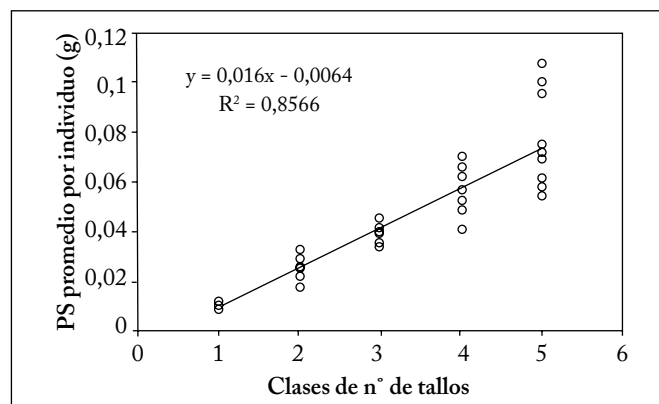


Fig. 2. Relación entre el n° tallos y el peso seco (PS) promedio por individuo de cada grupo de n° de tallos (n=11).
 Fig. 2. Relationship between the n° of stems and average dry weight per individual of each group of n° of stems (n=11).

El conjunto de plántulas con 3 tallos presentó el mayor peso seco, indicando que bajo la condición de alta densidad ensayada, esta arquitectura de plántula sería la más eficiente para producir materia seca por unidad de superficie. En las condiciones naturales de los pastizales, a finales del invierno se registra la mayor tasa de emergencia de plántulas de *L. tenuis* (Sevilla y Fernández, 1991; Mujica y Rumi, 1993; Sevilla et al., 1996). Esto implica una situación de alta densidad y como consecuencia alta competencia entre plántulas. Entio y Mujica (2011) en un estudio con el cv. "Aguapé" de *L. tenuis* incorporado a un pastizal determinaron una capacidad de resiembra potencial alta, de 5450 a 13000 individuos/m², según el sistema de siembra. Este valor fue determinado para un momento de alta fructificación en el cultivo y no representa la totalidad del aporte de semillas durante todo el período reproductivo que se extiende por 3 a 4 meses. Entonces, la cantidad de individuos emergentes en un pastizal puede ser muy superior, situación que implica una

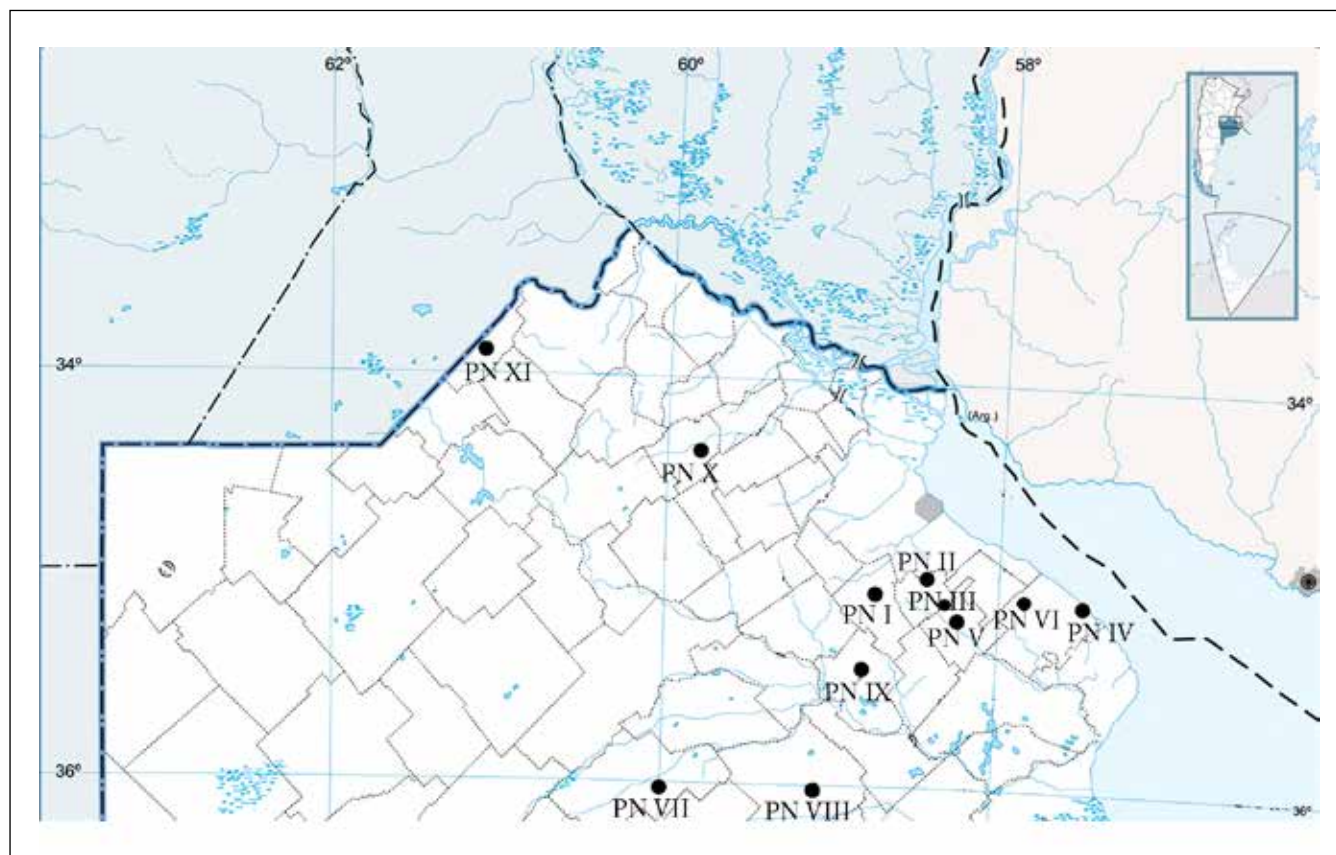


Fig. 3. Localización de las ciudades donde se recolectaron las poblaciones naturales estudiadas de *L. tenuis*.
 Fig. 3. Location of the cities where the studied natural populations of *L. tenuis* were collected.

alta competencia. En esta experiencia se utilizó una densidad de 11811 plántulas/m² la cual simula una situación de competencia que podría ocurrir en un pastizal.

Así mismo, la relación positiva y significativa entre el carácter n°t y el peso seco promedio por individuo de cada grupo de número de tallos, coincide con lo comunicado por Ixtaina y Mujica (2010a, 2010b). Esto se podría considerar como una alternativa de habilidad competitiva individual, donde los genotipos con mayor número de tallos son más exitosos en la acumulación de peso seco individual por ser más vigorosos.

Según los resultados de éste y otros experimentos (Mujica y Rumi, 1998; Colares et al., 1999; Collado y Mujica 2002; Ixtaina y Mujica 2010a) el n°t en la corona es un componente estratégico del vigor. Por lo tanto, es un carácter promisorio para considerar en la mejora genética del vigor de las plántulas. También, debido a su fácil observación y medición, podría ser útil para la selección indirecta.

Dadas las condiciones de uniformidad ambiental ensayadas, la existencia de variabilidad en el número de tallos de la corona entre y dentro de las poblaciones estudiadas se atribuye principalmente a causas genéticas, lo cual implica la posibilidad de mejorar dicho carácter y con ello, el vigor de plántula.

CONCLUSIONES

Una situación de alta competencia, aunque es desfavorable para la producción de tallos en la corona de las plántulas, permite la expresión de variabilidad entre y dentro de poblaciones. Por lo tanto, esta condición de alta densidad podría ser conveniente para una selección más eficiente.

El grupo de plántulas con 3 tallos fue el que produjo la mayor materia seca por unidad de superficie. Esto podría indicar que los individuos con un número intermedio de tallos creciendo en alta densidad podrían ser los más exitosos para producir materia seca por unidad de superficie, aunque esto se debería confirmar en futuras experiencias.

La situación experimental ensayada minimizó el ambiente como fuente de variación. Por lo tanto, la variabilidad encontrada se puede atribuir principalmente a causas genéticas. Esto resalta la posibilidad de lograr respuesta a la selección indirecta para mejorar el vigor de plántula.

REFERENCIAS

- Beuselinck, P.R. y R.L. McGraw (1983). Seedling vigor of three *Lotus* species. *Crop Science* 23: 390-391.
- 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*. Disponible en: <http://www.psu.missouri.edu/ln/>. (Consultado: octubre, 2011).
- 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*. Actas del XXI Congreso Argentino de Genética, La Plata, Argentina. 122 p.
- Cuomo, J.G., D.G. Johnson y W.A. Head Jr. (2001). Interseeding Kura clover and Birdsfoot trefoil into existing cool-season grass pastures. *Agronomy Journal* 93: 458-462.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo (2012). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Entio, L.J. y M.M. Mujica (2011). Resiembra natural en *Lotus tenuis* implantado en diferente sistema de Siembra. *Agrociencia* 45: 431-441.
- Ixtaina, V.Y. y M.M. Mujica (2010a). Respuesta del vigor de plántula de poblaciones de *Lotus tenuis* a variaciones contrastantes de disponibilidad de agua, luz y nutrientes. *Agrociencia* 44: 31-41.
- Ixtaina, V.Y. y M.M. Mujica (2010b). Variabilidad en los componentes del vigor de plántulas de *Lotus tenuis* según las épocas y densidades de siembra. *Phyton, International Journal of Experimental Botany* 79: 95-100.
- McGraw, R.L., P.R. Beuselinck y G.C. Marten (1989). Agronomic and forage quality attributes of diverse entries of birdsfoot trefoil. *Crop Science* 29: 1160-1164.
- Miñón, D.P. y M.R. Colabelli (1993). Intersiembra 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 (1993). Dinámica del estado de dureza de semillas de *Lotus tenuis* (Waldstet Kit) obtenidas del suelo en respuesta a un régimen de baja temperatura. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 69: 69-75.
- Mujica, M.M. y C.P. Rumi (1994). Producción de semilla de *Lotus tenuis*: análisis de su distribución y de la variación de determinantes del rendimiento por planta. En: O. Bertín, J. Castaño, E.A. García, M.C. Saucedo y G. Schrauf (comps), pp. 162-163. Semillas Forrajeras, Producción y Mejoramiento. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires, Argentina. 176 p.
- 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 (La Plata)* 103: 127-133.
- Quinos, P., P. Insausti y A. Soriano (1998). Facilitative effect of *Lotus tenuis* on *Paspalum dilatatum* in lowland grassland of Argentina. *Oecologia* 114: 427-431.
- Sasal, Y., J.J. Guiamet y M.M. Mujica (2001). Efecto del sombreado sobre la longevidad foliar y el crecimiento en plántulas de *Lotus glaber*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, XXVIII Jornadas Argentinas de Botánica. Sup. 36: 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., O.N. Fernández, D.P. Miñón y L. Montes (1996). Emergence and seedling survival of *Lotus tenuis* in *Festuca arundinacea* pastures. *Journal of Range Management* 49: 509-511.
- Soriano, A. (1994). Sustitución de dicotiledóneas espontáneas por *Lotus tenuis* en un pastizal de la Depresión del Salado. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. Buenos Aires. 48: 6-9.
- Vignolio, O.R. (2005). *Lotus glaber* productivity changes under different management conditions. *Lotus Newsletter* 35: 39-41. <http://www.inia.org.uy/sitios/lnl/vol35/vignolio.pdf>. (Consultado: mayo 2011).
- Vignolio, O.R. y G.S. Cambareri (2008). Producción de biomasa vegetativa y reproductiva en plantas de *Lotus tenuis* cultivadas a diferentes densidades. *Revista Argentina de Producción Animal* 28: 77-86.