

Variabilidad en caracteres morfológicos relacionados con la implantación de *Desmanthus virgatus* (L.) Willd. y *Desmanthus paspalaceus* (Lindm.) Burkart

Zabala, J.M.; J. Giavedoni; P.A. Tomas y E.A. Budini

RESUMEN

En la actualidad, una prioridad para mejorar la producción ganadera en el centro-norte de Argentina es la búsqueda de leguminosas forrajeras adaptadas a la región. Este trabajo tuvo como objetivos: a) analizar la variabilidad de caracteres morfológicos relacionados con el crecimiento inicial en poblaciones de dos especies de forrajeras nativas, *Desmanthus virgatus* y *D. paspalaceus*, y b) evaluar la implantación a campo en dos ambientes. Se encontró variación en los caracteres relacionados con el crecimiento inicial en ambas especies se identificaron poblaciones promisorias para incorporar en programas de mejoramiento. Una parte importante de la variación encontrada corresponde a variaciones interpoblacionales e intrapoblacionales. Las correlaciones entre caracteres indican que es posible mejorar simultáneamente por producción de biomasa aérea sin comprometer la acumulación de reservas en la raíz. Todas las poblaciones mostraron un bajo establecimiento a campo en los dos ambientes analizados. Se discuten las causas probables de dicho comportamiento.

Palabras clave: Forrajeras nativas, *Desmanthus*, establecimiento.

Zabala, J.M.; J. Giavedoni; P.A. Tomas and E.A. Budini, 2010. Variability in morphological traits related with the establishment of *Desmanthus virgatus* (L.) Willd y *Desmanthus paspalaceus* (Lindm.) Burkart. Agriscientia XXVII (2): 97-105

SUMMARY

The search for forage legumes to improve animal production is a priority in the centre-north of Argentina. This study aims to determine the variability for morphological traits related with the early vegetative growth in populations of

two native forage legumes, *Desmanthus virgatus* y *D. paspalaceus* and analyze their field establishment in two environments. Variation was found in all of the traits analyzed and useful populations were identified with a view to their incorporation into breeding programs. Big fractions of the total phenotypic variation for almost all traits was due to interpopulational and intrapopulational variation. Correlations among characters indicate that a simultaneous improvement is possible by means of aerial biomass without compromising reserve accumulation in roots. All populations had low field establishment rate on the two locations used. The causes of this problem are discussed in this paper.

Key words: Native forages, *Desmanthus*, establishment.

J.M. Zabala, J. Giavedoni, P.A. Tomas y E.A. Budini. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. 3080 Esperanza, Santa Fe, Argentina. correspondencia a J. M. Zabala: jmzabala@fca.unl.edu.ar.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera extensiva del centro-norte de la Argentina utiliza como fuente principal de forrajes los pastizales naturales. Esto es en parte debido a que los cultivares de forrajeras adaptados a esta región son escasos, en particular los de especies leguminosas. Una alternativa para mejorar la productividad de los sistemas ganaderos es la introducción a cultivo de forrajeras nativas. En ambientes tropicales y subtropicales del mundo la adopción de especies leguminosas nativas o introducidas ha permitido aumentar la disponibilidad de nitrógeno edáfico y la calidad de la dieta animal (Clem, 2004; Shelton *et al.*, 2005; Nichols *et al.*, 2007). Entre 1992 y 2007 se liberaron en Australia 58 cultivares de 26 especies de leguminosas forrajeras adaptadas a diferentes zonas agroecológicas (Nichols *et al.*, 2007). La liberación fue el producto de la colección, conservación y caracterización de accesos del Australian Tropical Crops and Forages Collection (2009). En dicho banco de germoplasma se conservan cerca de 50.000 accesos de más de 200 especies de leguminosas con potencial forrajero. Aproximadamente 10% fueron colectados en la Argentina, en total 559 accesos pertenecientes a 109 especies.

Entre los géneros forrajeros promisorios que integran dicha colección se destaca *Desmanthus* (Allen & Allen, 1981; Burt, 1993; Hacker *et al.*, 1996; Clem & Cook, 2004; Rangel & Gomide, 2005), con 79 accesos colectados en la Argentina y que representan 18% del total de accesos para dicho género. En la actualidad existen cultivares forrajeros de tres especies liberados en Australia: *D. virgatus*

(L.) Willd. cv. Marc, *D. leptophyllus* Kunth cv. Bayamo y *D. pubescens* B. L. Turner cv. Uman (Jones & Clem, 1997). El material original a partir del cual se desarrolló el cultivar Marc fue un acceso colectado en la Argentina. A pesar de estos antecedentes son escasos los estudios acerca de la naturaleza y extensión de la diversidad y las evaluaciones agronómicas del género en la Argentina (Hack *et al.*, 2005; Zabala *et al.*, 2008). En particular, *D. virgatus sensu lato* es un complejo en el que actualmente se reconocen siete especies autógenas, cuatro de las cuales son nativas del centro-norte argentino: *D. acuminatus* Benth., *D. paspalaceus* (Lindm.) Burkart, *D. virgatus* y *D. tatuhyensis* Hoehne (Luc-kow, 1993; Zuloaga y Morrone, 1999). Las tres primeras son las de mayor potencial forrajero debido a su foliosidad, palatabilidad, tolerancia al pastoreo y capacidad de resiembra (Clem & Hall, 1994; Jones & Brandon, 1998; Pengelly & Conway, 2000; Gardiner *et al.*, 2004).

El uso eficiente de los recursos genéticos requiere exhaustivos viajes de colecta y continuas caracterizaciones y evaluaciones agronómicas (Schulte-Kraft, 1979; Tyler *et al.*, 1985; McFerson, 1998). En el año 2004 comenzó en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNL) un programa de colección y caracterización de recursos forrajeros nativos, en particular de especies del género *Desmanthus* (Zabala *et al.*, 2008). Parte de dicha colección de semillas provenientes de 34 poblaciones de este complejo se encuentra actualmente en el Banco de Germoplasma de la EEA Pergamino del INTA. Dos de las especies mejor representadas en la mencionada colección son *D. virgatus* y *D. paspalaceus*.

Los objetivos de este trabajo fueron: a) analizar la variabilidad de caracteres morfológicos relacionados con el crecimiento inicial en poblaciones argentinas de *Desmanthus virgatus* y *D. paspalaceus* y compararlas con cultivares disponibles en el mercado, y b) evaluar la implantación a campo en poblaciones promisorias de *D. virgatus* y *D. paspalaceus* en dos sitios de Argentina y compararla con la de cultivares de *Desmanthus* disponibles en el mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos. El primero, en condiciones controladas en la localidad de Esperanza (Santa Fe, 31° 25' S; 60° 56' W), tuvo como objetivo analizar la variabilidad de caracteres morfológicos relacionados con el crecimiento inicial en 12 poblaciones de *D. virgatus* y 12 de *D. paspalaceus*. El segundo fue conducido con el objetivo de analizar la implantación a campo de poblaciones promisorias en las localidades de Charata (Chaco, S 27° 13'; W 61° 11') y Esperanza. La localidad de Charata se eligió como lugar de evaluación debido a que se encuentra en una zona agroecológica de potencial difusión de estas especies. Esperanza no es un lugar donde esta especie se pueda difundir. Sin embargo, al ser lugar donde se encuentra el jardín de introducción de estas especies, se lo escogió para determinar si podría ser un ambiente de evaluación del comportamiento a campo de materiales selectos.

Ensayo 1

Se realizó en noviembre de 2006. Además de los materiales mencionados fue incluido en el análisis el cultivar Marc, cuyas semillas provienen del Australian Tropical Crops and Forages Collection. Cada población estuvo representada por plantas obtenidas a partir de semillas escarificadas según

la metodología propuesta por Hopkinson & English (2004). Plántulas de 5 días de edad fueron transplantadas en macetas de 10 x 35 cm. Se utilizó como sustrato una mezcla de tierra, turba y arena (1:1:1) fertilizado con NPK (triple 15, 2 g/maceta). Se realizaron dos riegos semanales. Así, por población se dispusieron 20-25 plantas en un diseño completamente aleatorizado en un invernadero con temperaturas de 22 °C (noche) a 34 °C (día). A los 45 días fueron evaluadas cuatro variables: altura de planta (cm), número de hojas por planta, ancho de corona (cm) y superficie de hoja (cm²). La variable superficie de hoja fue estimada con la siguiente fórmula:

$$\text{Superficie de hoja (cm}^2\text{)} = \text{longitud promedio de foliolulo (cm)} \times \text{ancho promedio de foliolulo (cm)} \times 2 \times \text{número de pares de foliolulos promedio por pinna} \times \text{número de pinnas promedio por hoja}$$

El número de pares de foliolulos promedio por pinna y el número de pinnas promedio por hoja fueron obtenidos a partir de los datos de tres hojas por planta. La longitud promedio y el ancho promedio de foliolulo fueron obtenidos a partir del muestreo de tres foliolulos por hoja de cinco hojas por planta. Las variables se analizaron por medio de un ANOVA anidado para evaluar los factores especie y población dentro de especie. Los efectos del factor población fueron considerados aleatorios. Para cada especie se estimaron los componentes de varianza entre poblaciones y dentro de poblaciones. Estas componentes permitieron determinar las partes de la variación fenotípica total debida a variaciones inter e intrapoblacionales (Kuehl, 2001) (Tabla 1). Por último, se analizó la correlación entre variables a través del coeficiente de Pearson ($p < 0,05$). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat (2009).

Tabla 1. Análisis de la varianza y esperanza de los cuadrados medios dentro de cada especie.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Esperanza de los cuadrados medios
Entre poblaciones	$p-1$	CM_{ep}	$\sigma_{dp}^2 + r\sigma_{ep}^2$
Dentro de poblaciones	$\sum_{i=1}^p r_i - 1$	CM_{dp}	σ_{dp}^2

CM_{ep} : Cuadrado medio entre poblaciones

CM_{dp} : Cuadrado medio dentro de poblaciones

p : número de poblaciones

r_i : número de repeticiones para la población i . Debido al número desigual de repeticiones, el valor de r para los cálculos se obtuvo a partir de los grados de libertad del factor dentro de poblaciones.

σ_{dp}^2 (Varianza dentro de poblaciones) estimado con CM_{dp}

σ_{ep}^2 (Varianza entre poblaciones) estimado con $(CM_{ep} - CM_{dp})/r$

Ensayo 2

Se realizó en el año 2007. En ambos ambientes, Esperanza y Charata, se tomaron muestras de suelo para determinar parámetros físicos y nutrientes disponibles. Se evaluaron cuatro poblaciones de *D. virgatus* (incluido el cultivar Marc), tres poblaciones de *D. paspalaceus* y el cv. Bayamo de *D. leptophyllus*. Las semillas fueron previamente escarificadas según Hopkins & English (2004). Se estimó una densidad de siembra para obtener 12 plantas por metro cuadrado. En cada localidad se sembraron tres parcelas de 6 m² por material, dispuestas en un diseño completamente aleatorizado. La fecha de siembra en Charata fue el 13 de diciembre y en Esperanza el 30 de diciembre. Se realizó el control de hormigas con insecticida (Fipronil, Bayer) y el control de malezas de manera manual. La implantación se evaluó aproximadamente a los 90 días de la siembra mediante la determinación del porcentaje de establecimiento con respecto a las plantas esperadas. Se tomó una muestra de cinco plantas por parcela y se evaluó el número de ramificaciones basales (por debajo de los 10 cm) y el número de

hojas por planta. Las tres variables se analizaron por medio de un ANVA para evaluar los factores poblaciones, ambientes (Figura 1) y su interacción. Las diferencias de medias *a posteriori* fueron analizadas a través del test de Tukey ($p < 0,05$). Los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat (2009). También se evaluó de manera visual en cada parcela la cobertura del suelo producida por la biomasa forrajera a través de un índice, que varió entre 1 y 4 (1: 25% de cobertura de suelo; 2: 50% de cobertura; 3: 75% de cobertura y 4: 100% de cobertura).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ensayo se encontraron diferencias significativas entre especies y entre poblaciones dentro de especies para las variables altura de planta ($p=0,0323$ y $p < 0,001$ respectivamente) y superficie de hoja ($p=0,0165$ y $p < 0,001$ respectivamente). *Desmanthus virgatus* mostró los mayores valores para ambas variables. Por otro lado, se encontraron diferencias poblacionales para

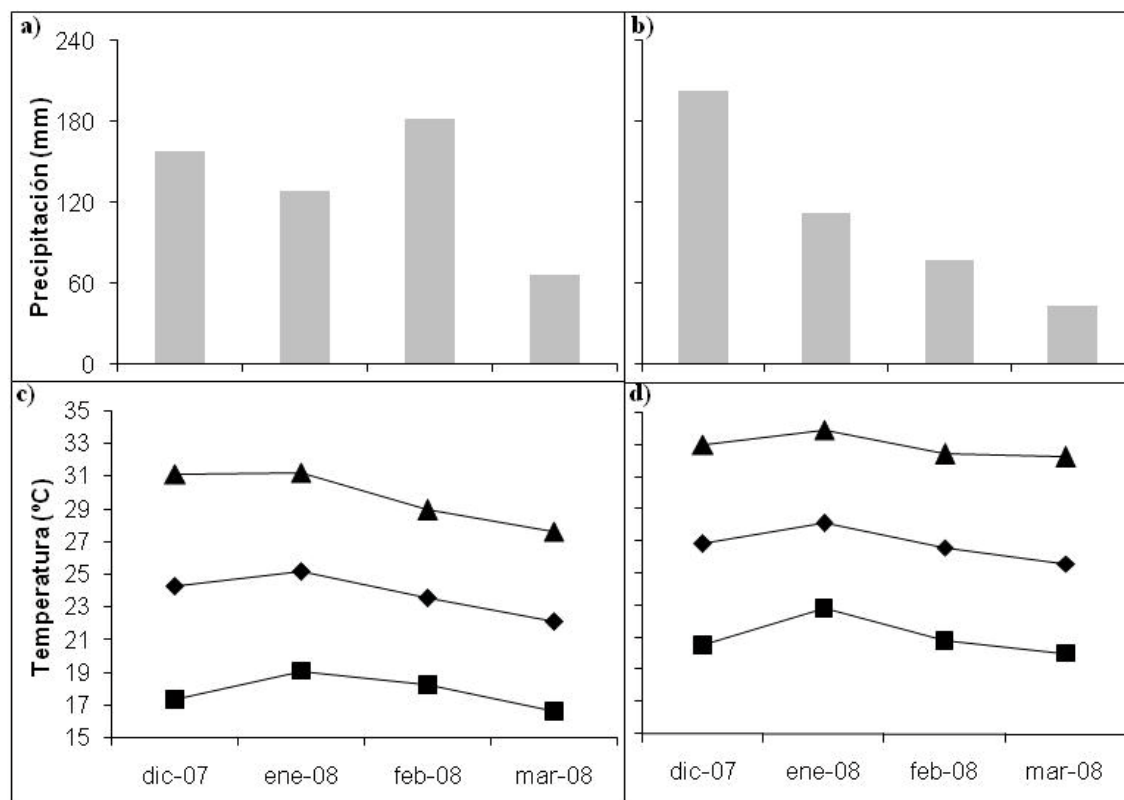


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas promedio ocurridas en los ambientes de evaluación: a) y c) Esperanza (Santa Fe, Argentina); b) y d) Las Breñas (Chaco, Argentina), 18 km al norte del lugar de evaluación (S 27° 05'20", W 61° 06' 20"). Datos suministrados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. ▲ Temperatura media máxima; ● Temperatura media; ■ Temperatura media mínima.

las variables número de hojas y ancho de corona ($p < 0,001$). En todas las variables existió un amplio rango de valores promedios poblacionales (Figura 2). Los resultados de este ensayo son concordantes con reportes anteriores para las especies del complejo (Hack *et al.*, 2005; Zabala *et al.*, 2008), donde se encontró mayor variación morfológica interpoblacional que interespecifica. Estos resultados fundamentan la conveniencia de tomar como material base, en los programas de mejoramiento, diferentes accesos para cada especie del complejo.

Dentro de cada especie, la mayor parte de la variación total corresponde a la varianza dentro de poblaciones, con excepción de la variable superficie de hoja en *D. virgatus* (Tabla 2). Esta componente abarca la variación debida a efectos genéticos (diferencia entre genotipos dentro de poblaciones) y ambientales. Debido a que el ensayo fue realizado en condiciones ambientales controladas, es probable que un porcentaje importante de dicha variación corresponda a diferencias genotípicas. Es necesario a futuro determinar parámetros genéticos que permitan corroborar esta inferencia.

Se encontraron solamente correlaciones bajas significativas entre la variable número de hojas con las variables altura de planta (positiva) y superficie de hoja (negativa), y una correlación intermedia significativa entre altura de planta y superficie de hoja (positiva) (Tabla 3). La falta de correlación entre número y superficie de hoja con la variable ancho de corona indican que se podría

seleccionar por mayor biomasa de la parte aérea sin comprometer la acumulación de reservas en la raíz (medida indirectamente a través del ancho de corona). Esta acumulación de reservas en raíz está relacionada con una mayor capacidad de rebrote, como ha sido demostrado en otras leguminosas forrajeras con similar morfología radical como alfalfa (Smith & Marten, 1970; Meuriot *et al.*, 2004).

En el ensayo de implantación se encontraron diferencias entre poblaciones para la variable porcentaje de establecimiento ($p = 0,002$). En general, los valores de establecimiento fueron bajos teniendo en cuenta que el poder germinativo de las semillas superó el 70% en todos los materiales evaluados (Figura 3a). Esto implicó que la cobertura de suelos llegara solamente al 50% en las poblaciones con mayor establecimiento (Figura 3 f-g). Brandon & Shelton (1997) indican que la falla en el establecimiento en otras leguminosas como *Leucaena* se debe principalmente a la competencia con malezas, deficiencias de nutrientes e inefectividad de la simbiosis con *Rhizobium*. Esto último ha sido citado como uno de los principales factores que afectan el establecimiento de *Desmanthus* en Australia (Armstrong *et al.*, 1999). En los ambientes analizados no fueron evidentes las deficiencias de nutrientes en el suelo (Tabla 4), y además se realizó un control de malezas. Faltaría evaluar si se puede mejorar el establecimiento mediante la inoculación con bacterias simbióticas, como ha sido demostrado en *D. illinoensis* (Byun *et al.*, 2004).

Las variables número de hojas y número de

Tabla 2. Componentes de varianza entre y dentro de poblaciones de cada especie para las variables analizadas en el ensayo de crecimiento inicial bajo condiciones controladas, valores estimados.

Especie	Componente de varianza	Variable			
		Superficie de hoja	Número de hojas	Altura de planta	Ancho de corona
<i>Desmanthus paspalaceus</i>	σ^2_{ep}	581,0	5,5	48,2	0,0031
	σ^2_{dp}	1375,0	18,7	59,9	0,0177
<i>Desmanthus virgatus</i>	σ^2_{ep}	1804,2	22,6	8,8	0,0099
	σ^2_{dp}	1611,3	30,6	59,4	0,0141

σ^2_{ep} : Varianza entre poblaciones

σ^2_{dp} : Varianza dentro de poblaciones

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre variables en el ensayo de crecimiento inicial bajo condiciones controladas. En negrita las correlaciones significativas (entre paréntesis el valor p).

	Ancho de corona	Altura de planta	Número de hojas
Altura de planta	0,07 (0,21)		
Número de hojas	-0,1 (0,06)	0,22 (<0,0001)	
Superficie de hoja	-0,04 (0,44)	0,48 (<0,0001)	-0,12 (0,02)

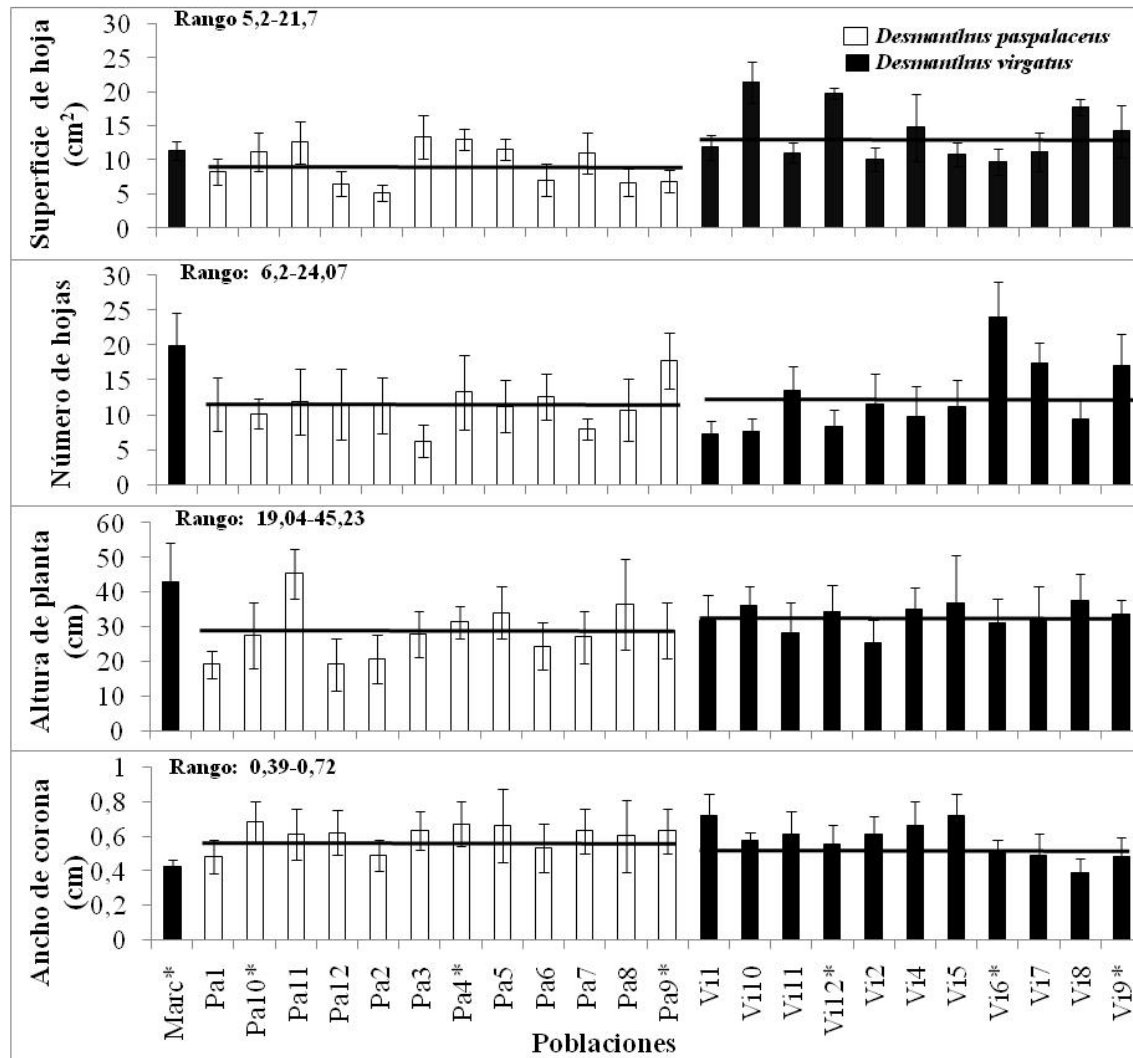


Figura 2. Valores poblacionales (medias y desviación estándar) de las variables analizadas en el ensayo de crecimiento inicial bajo condiciones controladas. Las líneas horizontales indican las medias por especie. (*) Poblaciones analizadas en el ensayo de implantación a campo.

Tabla 4. Caracteres químicos y físicos de suelos (0-20 cm) de Esperanza (Santa Fe) y Charata (Chaco), Argentina.

	Esperanza (Santa Fe)	Charata (Chaco)
Materia orgánica total (%)	2,8	2,3
Nitrógeno orgánico total (%)	0,144	0,146
Nitrógeno activo (ppm)	70	61
Fósforo disponible (ppm)	68	81
Azufre disponible (ppm)	9	17
pH	6,1	6,5
Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dSm ⁻¹)	0,5	2,6

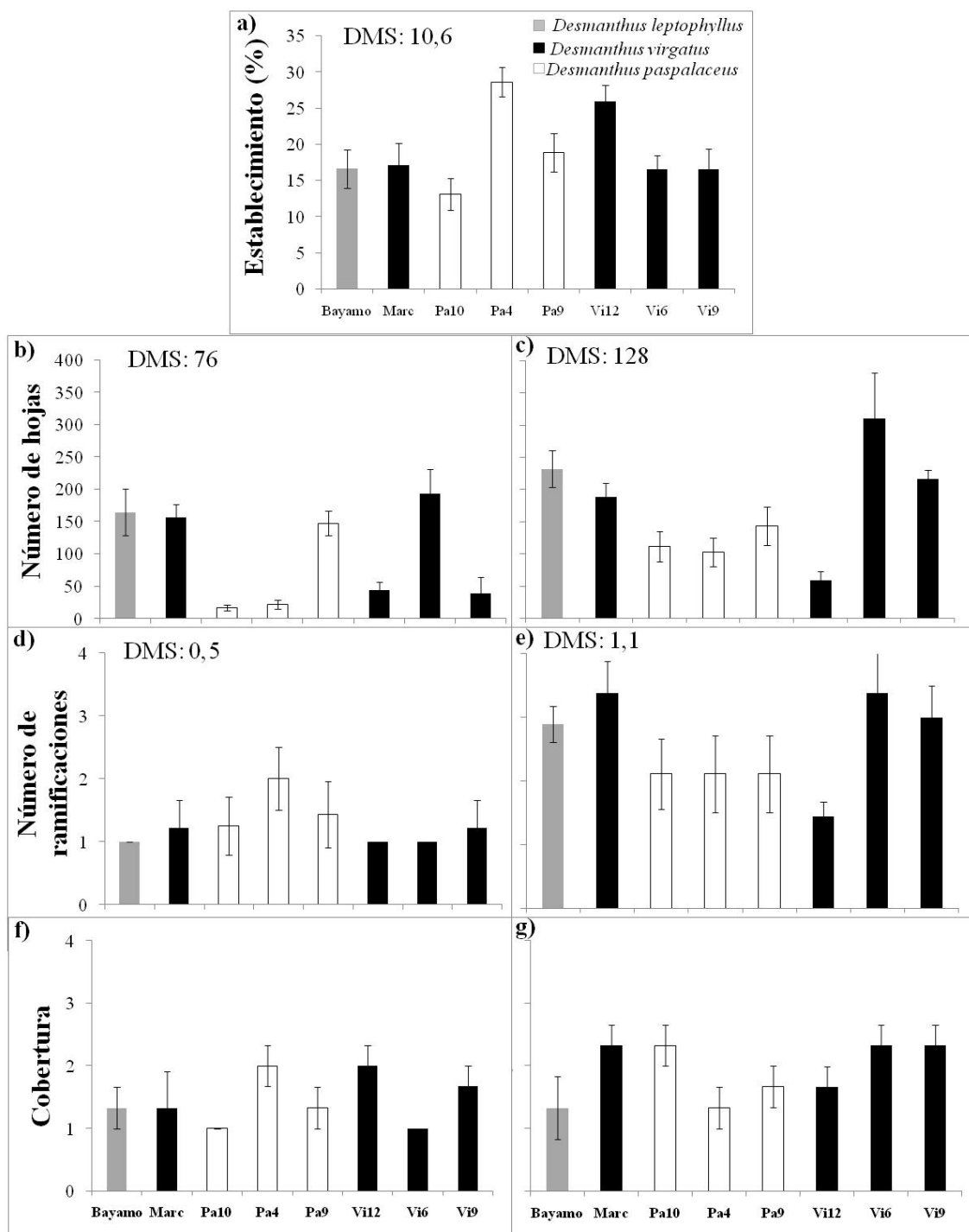


Figura 3. Media y desvío estándar de las variables evaluadas en ensayos de implantación a campo en Esperanza (Santa Fe) y Charata (Chaco), de 8 poblaciones de *Desmanthus*. a: Valores promedio de establecimiento (%) para ambas localidades. b-d-f: Esperanza (Santa Fe); c-e-g: Charata (Chaco). DMS (diferencias mínimas significativas en el test de Tukey, $p < 0,05$). f-g: valores de cobertura de suelo: 1: 25%; 2: 50%; 3: 75% y 4: 100%.

ramificaciones basales de las plantas mostraron interacción significativa entre poblaciones y ambientes ($p < 0,001$ en ambos casos). La interacción encontrada revela que Esperanza no puede considerarse como un ambiente propicio de evaluación a campo. Se realizó un ANVA dentro de cada ambiente, el cual mostró diferencias significativas entre poblaciones para las dos variables analizadas (Figura 3b-e). En general, en Charata las plantas mostraron un mayor crecimiento que en Esperanza, evidenciado por el mayor número de hojas y de ramificaciones basales de las plantas de la mayoría de las poblaciones en dicho ambiente. Debido a que en ambas localidades las precipitaciones no fueron limitantes, las mayores temperaturas promedio registradas en Charata (Figura 1) pudieron favorecer un mayor desarrollo foliar.

El lento crecimiento inicial es una limitante para la implantación de la mayoría de las forrajeras perennes (Cooper, 1977; Brandon & Shelton, 1997). En este trabajo se encontró variación en caracteres relacionados con el crecimiento inicial en ambas especies. Las poblaciones Vi6 y Vi9 de *D. virgatus* mostraron ser particularmente promisorias, destacándose por su mayor número de hojas con respecto a los materiales comerciales evaluados. La población Vi6 se destacó, además, por su mayor número de hojas en ensayo de establecimiento a campo. Para el resto de las variables consideradas, estas poblaciones tuvieron valores semejantes a los del cultivar Marc. Un aspecto importante de destacar es que las poblaciones Vi6 y Vi9 fueron colectadas en el noroeste argentino (provincias de Salta y Jujuy), lugar de donde se colectó el acceso que originó al cv. Marc. Esto sugiere que a futuro debería priorizarse esta región en programas de colecta de germoplasma de especies de *Desmanthus*.

AGRADECIMIENTOS

Los ensayos fueron realizados con fondos provenientes de un proyecto CAI+D financiado por la Universidad Nacional del Litoral y de la empresa Empresa Oscar Peman y Asociados S.A. Los autores agradecen al Ing. Agr. Osvaldo Panero por la asistencia en el desarrollo del ensayo de implantación en la localidad de Charata.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, O.N. and E.K. Allen, 1981. *Desmanthus*, in Leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin press, Madison, Wisconsin; pp. 227.

Armstrong, R.D.; K. McCosker; S.B. Johnson; K.B. Walsh; G. Millar; B. Kuskopf; J. Standley; and M.E. Probert, 1999. Legume and opportunity cropping systems in central Queensland. 1. Legume growth, nitrogen fixation, and water use. *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 909-924.

Australian Tropical Crops and Forages Collection, Department of Primary Industries and Fisheries. <http://www2.dpi.qld.gov.au/extra/asp/auspgrs/> (Fecha de consulta: febrero de 2009)

Brandon, N.J. and H.M. Shelton, 1997. Factors affecting the early growth of *Leucaena Leucocephala* 1. Effects of nitrogen, phosphorus, lime and irrigation at three sites in south-east Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37: 27-34.

Burt, R.L., 1993. *Desmanthus*: A tropical and subtropical legume. Part 1. General review. *Herbage abstracts* 63: 401-413.

Byun, J.; C.C. Sheaffer; M.P. Russelle; N.J. Ehke; D.L. Wyse and P.H. Graham, 2004. Dinitrogen Fixation in Illinois Bundleflower. *Crop Science* 44: 493-500.

Clem, R.L., 2004. Production from Legume-based Ley Pastures in Southeastern Queensland, in *Tropical Legumes for Sustainable Farming Systems in Southern Africa and Australia*, Whitbread A.M. and B.C. Pengelly eds. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 136-144.

Clem, R.L. and B.G. Cook, 2004. Identification and Development of Forage Species for Long-Term Pasture Leys for the Southern Speargrass Region of Queensland, in *Tropical Legumes for Sustainable Farming Systems in Southern Africa and Australia*, Whitbread A.M. and B.C. Pengelly eds. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 64-71.

Clem, R.L. and T.J. Hall, 1994. Persistence and productivity of tropical pasture legumes on three cracking clay soils (Vertisols) in north-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34: 161-171.

Cooper, C.S., 1977. Growth of the legume seedling. *Advances in Agronomy* 29: 119-139.

Gardiner, C.L.; A. Bielig; R. Schlink; R. Coventry and M. Waycott, 2004. *Desmanthus* - a new pasture legume for the dry tropics. Proceeding of the 4th international Crop Science Congress, Brisbane, Australia.

Hack, C.M., C.E. Tomei; E.M. Ciotti y M.E. Castelán, 2005. Evaluación agronómica de accesiones del género *Desmanthus* Willd. del Nordeste Argentino. *Revista Argentina de Producción animal* 25: 19-26.

Hacker, J.B.; A. Glatze and R. Vanni, 1996. Paraguay - a potential source of new pasture legumes for the subtropics-. *Tropical Grasslands* 30: 273-281.

Hopkinson, J.M. and B.H. English, 2004. Germination and

- hardseededness in *Desmanthus*. *Tropical grassland* 38: 1-16.
- InfoStat, 2009. InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jones, R.M. and N.J. Brandon, 1998. Persistence and productivity of eight accessions of *Desmanthus virgatus* under a range of grazing pressures in subtropical Queensland. *Tropical Grasslands* 32: 145-152.
- Jones, R.M. and R.L. Clem, 1997. The role of genetics resources in developing improved pastures in semiarid and subhumid Northern Australia. *Tropical Grasslands* 31: 315-319.
- Kuehl, R.O., 2001. Diseño de Experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Thomson Editores SA, México. 666 pp.
- Luckow, M., 1993. Monograph of *Desmanthus* (Leguminosae-Mimosoideae). *Systematic Botany Monographs* 38: 1-165.
- McFerson, J.R., 1998. From in situ to ex situ and bank: the importance of characterizing germplasm collections. *HortScience* 33: 1134-1135.
- Meuriot, F.; M. Decau; A. Morvan-Bertrand; M. Prud'Homme; F. Gastal; J. Simon; J. Volenec and J. Avice, 2004. Contribution of initial C and N reserves in *Medicago sativa* recovering from defoliation: impact of cutting height and residual leaf area. *Functional Plant Biology* 32: 321-334.
- Nichols, P.; A. Loi; B.J. Nutt; P.M. Evans; A.D. Craig; B.C. Pengelly; B.S. Dear; D.L. Lloyd; C.K. Revella; R.M. Nair; M.A. Ewinga; J.G. Howiesona; G.A. Auricht; J.H. Howie; G.A. Sandral; S.J. Carra; C.T. de Koning; B.F. Hackney; G.J. Crocker; R. Snowballa; S.J. Hughes; E.J. Hall; K.J. Foster; P.W. Skinnera; M.J. Barbetti and M.P. You, 2007. New annual and short-lived perennial pasture legumes for Australian agriculture—15 years of revolution. *Field Crops Research* 104: 10-23.
- Pengelly, B.C. and M.J. Conway, 2000. Pastures on cropping soils: which tropical pasture legume to use? *Tropical Grasslands* 34: 162-168.
- Rangel, J.H. and C.A. Gomide, 2005. *Desmanthus*: a new forage legume to improve wool growth in tropical Australia. *Tropical Grassland* 39: 233.
- Schultze-Kraft, R., 1979. Colección de germoplasma en el campo, in Manual para la colección, preservación y caracterización de recursos forrajeros tropicales. CIAT, Cali, Colombia, pp. 9-14.
- Shelton, H.M.; S. Franzel and M. Peters, 2005. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. *Tropical Grassland* 39: 198-209.
- Smith, J.H. and G.C. Marten, 1970. Foliar regrowth of alfalfa utilizing C-labelled carbohydrates stored in roots. *Crop Science* 10: 146-150.
- Tyler, B.F., J.D Hayes and W.E. Davies, 1985. Descriptor list for forage grasses. IPGRI, Rome. 30 pp.
- Zabala, J.M.; J.F. Pensiero; P.A. Tomas and J.A. Giavedoni, 2008. Morphological characterisation of populations of *Desmanthus virgatus* complex from Argentina. *Tropical Grassland* 42: 229-236.
- Zuloaga, F.O. and O. Morrone, 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la república Argentina. II. Dicotyledoneae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 74:1-1269.