



¿ES VARIABLE LA RESPUESTA DE *Zinnia peruviana* AL DRENAJE DEFICIENTE? POLIMORFISMOS POBLACIONALES EN *Zinnia peruviana*

Fatta N.A.¹, Vassallo S.A.²

¹Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina

²Licenciatura Ambiental, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, San Martín 4453,
C1417DSE Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

nfatta@agro.uba.ar

ABSTRACT

An experiment was carried out in order to i) validate observations on *Zinnia peruviana* grown under excess water conditions, ii) compare the behavior of plants from three origins under two soil moisture regimes, and iii) select individuals to serve as substrates with impeded drainage. For the differentiation between origins and treatments, biomass production and ratios between stem and root dry weight and between stem and LDMC fresh and dry weight were analyzed. Seeds from Capilla del Monte, Villa Giardino and La Higuera (Córdoba Province, Republic of Argentina) were sown on October 10, 2008. On November 30, 2008, they were further transplanted into pots which either had good drainage (control) or remained with excess water during the experiment (treated). The design was factorial with three origins and two soil moisture treatments. Survival was observed to be highest in the plants from La Higuera and no treatment effects were found on this character. By November 1, 2009, there were no effects of independent variables as to the number of leaves, axillary buds, epicotyl length, nor for the LDMC determined on March 6, 2009. The ratio of dry weights of shoot and root showed a slight treatment effect on the treated plants. Results from this study indicate that plants were not damaged as a result of water excess in the substrate and that, on the contrary, extra water was favorable. Our aims could be successfully achieved by selecting individuals from the reference population which satisfactorily responded to the culture treatment chosen.

Key words: leaf dry matter content, stem-root ratio, landscaping

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento diseñado para alcanzar los siguientes objetivos: i) validar observaciones sobre *Zinnia peruviana* cultivada bajo condiciones de exceso de agua, ii) comparar el comportamiento de plantas de tres orígenes bajo dos regímenes de humedad del sustrato, e iii) seleccionar individuos aptos para desempeñarse satisfactoriamente en sustratos con drenaje deficiente. Para la diferenciación entre orígenes / tratamientos, se analizó la producción de biomasa y los cocientes entre los pesos secos del vástago y de la raíz y entre los pesos secos y frescos del vástago o LDMC. El 10 de octubre de 2008 se sembraron semillas de Capilla del Monte, Villa Giardino y La Higuera (Provincia de Córdoba, República Argentina). El 30 de noviembre de 2008 las plantas se trasplantaron a macetas que tuvieron -durante el experimento realizado- buen drenaje (testigos) o exceso de agua (tratadas). El diseño fue un factorial con tres orígenes y dos tratamientos de humedad del sustrato. El máximo índice de sobrevivencia se registró en las plantas de La Higuera y no se observaron efectos de los tratamientos sobre este carácter. El 11 de enero de 2009 no se detectaron efectos de las variables independientes sobre el número de hojas, el número de brotes axilares, la longitud del epicótilo así como tampoco sobre el LDMC determinado el 6 de marzo de 2009. El cociente entre los pesos secos del vástago y de la raíz mostró un leve efecto del tratamiento a favor de las plantas tratadas. Los resultados de este estudio indican que las plantas no se perjudicaron por el exceso de agua en el sustrato y que, por el contrario, el agua suplementaria les resultó favorable. Se cumplió con los objetivos establecidos seleccionando individuos de la población de referencia con comportamiento satisfactorio para el tratamiento de cultivo elegido.

Palabras clave: leaf dry matter content, relación vástago-raíz, parquización

INTRODUCCIÓN

Zinnia peruviana (L.) L. (Asteraceae) es una especie nativa de Argentina (Dimitri *et al.*, 1997; Planchuelo *et al.*, 2003) que pertenece al género *Zinnia*, el cual tiene amplia distribución en América (Torres, 1963). Se trata de una planta herbácea que puede llegar a tener una altura de 1 m, es de ciclo anual, y tiene potencial decorativo para espacios de uso estival (Fatta *et al.*, 2005; Uría *et al.*, 2005). Su rusticidad y su capacidad para crecer en suelos degradados (Burgh y Bredebjano, 2005) la convierten en buena candidata para la parquización de bajo mantenimiento (Perfetti y Fatta, 2007; Perfetti *et al.*, 2008 a y b). Es desconocida en los circuitos comerciales, por lo que la generación de información acerca de su cultivo podría promover su uso.

Dado que fue posible observar de manera asistemática que *Z. peruviana* tiene la capacidad de soportar exceso de agua en el sustrato, se diseñó un experimento con la finalidad de: i) validar observaciones anteriores, ii) comparar el comportamiento de *Z. peruviana* de tres orígenes bajo dos regímenes de humedad del sustrato, e iii) identificar y seleccionar individuos aptos para desempeñarse satisfactoriamente sobre sustratos con drenaje deficiente.

Los descriptores utilizados fueron caracteres relacionados con la producción de biomasa y la relación entre ellos. Se partió de la hipótesis según la cual los cocientes entre los pesos secos del vástago y de la raíz y entre los pesos aéreos secos y frescos o el LDMC (*Leaf Dry Matter Content*) (Vendramini *et al.*, 2002), podrían ayudar a discriminar los orígenes e informar si los tratamientos dan lugar a respuestas diferentes.

La relación vástago:raíz está genéticamente determinada (Samejima *et al.*, 2005; Ho *et al.*, 2005), se ve influida por la disponibilidad del sustrato (Warncke y Barber, 1973; Fredeen *et al.*, 1989; Olff *et al.*, 1990; Ericsson, 1995; Reynolds y D'Antonio, 1996; Scheible *et al.*, 1997; Müller *et al.*, 2000; Campbell y de Jong, 2000; Yeh *et al.*, 2000; Goran *et al.*, 2003; Kang y van Iersel, 2004; Roemheld y Kirkby, 2007), y por el ambiente en general (MacKay y Barber, 1985; Campbell y de Jong, 2000).

Se sabe también que esta relación contribuye a explicar la adaptación de los individuos al estrés ambiental (Ledig *et al.*, 1970; Fatemy y Evans, 1986; Masle y Passioura, 1987; Bowen y Pate, 1993; Rogers *et al.*, 1996; Pace *et al.*, 1999; Goncalves *et*

al., 2001).

El LDMC puede obtenerse a partir del peso de las hojas o del vástago entero, tal como se hizo en el experimento realizado en el presente estudio (Shipley y Vu, 2002; Li *et al.*, 2005; Vaieretti *et al.*, 2007), y tiene la ventaja de ser de simple determinación (Garnier *et al.*, 2004). Además, su uso es consensuado (Weiher *et al.*, 1999; Garnier *et al.*, 2001; Khaled *et al.*, 2006) con finalidades semejantes a las enunciadas (Arendonk y Poorter, 1994; Wilson *et al.*, 1999; Diaz *et al.*, 2004), para describir la eficiencia fotosintética (Dijkstra y Lambers, 1989; Shipley y Vu, 2002) y la acumulación de reservas (Pontes *et al.*, 2007). Por otro lado, Westoby (1998), Garnier *et al.* (2004) y Roche *et al.*, (2004) han señalado que es versátil porque puede explicar la tasa de crecimiento en ambientes cambiantes. En virtud de lo anterior, se asumió que ambos cocientes serían potentes para contrastar las observaciones preliminares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el exterior, en Capilla del Monte (30° 52' LS 64° 30' LO), a 110 km hacia el norte de la ciudad de Córdoba, República Argentina. La población de referencia estuvo conformada con semillas de *Z. peruviana* procedentes de Capilla del Monte, Villa Giardino (31° 06' LS 64° 29' LO) y La Higuera (31° 01' LS 65° 06' LO). El 10 de octubre de 2008 las semillas de esta población de referencia se sembraron en almácigos, sobre turba y el 30 de noviembre de 2008 se trasladaron a macetas de plástico de 750 ml con un orificio único de drenaje en la base, utilizando tierra de lombriz y arena gruesa (50:50). Parte de las macetas fueron consideradas testigo y se colocaron sobre una plataforma enrejada que permitía el drenaje del exceso del agua del riego diario. Las macetas restantes se colocaron en bandejas plásticas Celpack K, sin orificios, de 25 cm de largo, 19 cm de ancho y 4 cm de altura que se mantuvieron con agua durante el experimento. Los individuos se ubicaron al azar. El diseño fue de un factorial con tres orígenes y dos niveles de humedad del sustrato (3x2). Los tratamientos y el número de repeticiones (n) en distintas fechas se detallan en la Tabla I.

Se contó el número de sobrevivientes, en cada planta se determinó el número de días entre la siembra y la aparición del primer capítulo expandido (DAF) y el 11 de enero de 2009, se contaron las hojas y los brotes axilares, y se midió la longitud del epicótilo. El 6 de marzo de 2009 se obtuvieron los pesos frescos de los vástagos de cuatro plantas de cada tratamiento, cortados a la altura del cuello y se reservaron las raíces. Posteriormente estos materiales se ensobraron y se colocaron en estufa a 60 °C. A las 48 hs se obtuvieron los pesos secos y se calcularon los cocientes LDMC y vástago:raíz.

El resto de los individuos se trasplantó a un sustrato de alta fertilidad con la finalidad de multiplicar este germoplasma considerado *elite* por contar con un ciclo de domesticación y de selección. Para el análisis estadístico (ANOVA y test de Tukey) se usó el programa *Infostat*.

RESULTADOS

El mayor porcentaje de sobrevivencia fue para el origen L, y no se observaron efectos de los tratamientos sobre este carácter.

Tratamiento	Origen	Drenaje deficiente	n Nov. 30, 2008	n Enero 11, 2009	n Marzo 6, 2009
L1	La Higuera	sí	12	10	4
P1	Capilla del Monte	sí	12	8	4
I1	Villa Giardino	sí	12	6	4
L0	La Higuera	no	12	10	4
P0	Capilla del Monte	no	12	6	4
I0	Villa Giardino	no	12	7	4

Tabla I. Tratamientos, número de repeticiones (n) a lo largo del experimento con dos regímenes de humedad del sustrato y para los orígenes I, P y L

El 11 de enero de 2009 no se registraron diferencias estadísticamente significativas para el número de brotes axilares y de hojas y tampoco para la longitud del epicótilo (Tabla II).

Tratamiento	Número de brotes axilares	Número de hojas	Longitud del epicótilo (cm)	DAF (días)	LDMC (g x g ⁻¹)	Cociente pesos secos vástago:raíz (g x g ⁻¹)
L1	0 a	10 a	4,97 a	100 c	0,283 a	2,57 a
P1	0 a	10 a	6,06 a	90 ab	0,384 a	5,428 b
I1	0 a	10 a	6,35 a	85 a	0,229 a	4,221 ab
L0	0 a	11 a	6,33 a	99 c	0,2777 a	2,679 a
P0	0 a	10 a	5,48 a	96 abc	0,3004 a	4,123 ab
I0	0,43 a	11 a	6,37 a	81 a	0,279 a	2,556 a

Tabla II. Longitud del epicótilo, número de hojas y de brotes axilares el 11 de enero de 2009 y DAF del experimento con dos regímenes de humedad del sustrato y para los orígenes I, P y L.

Las letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$

Para el cociente vástago:raíz, se observó un efecto del tratamiento ($p=0,044$). Las plantas P0 e I0 mostraron valores más bajos para el carácter con respecto a las plantas P1 e I1, respectivamente (Tabla II). En las condiciones suministradas los tratamientos produjeron respuestas semejantes para el LDMC y no se observaron efectos de las variables independientes (Tabla II). Se observaron polimorfismos para DAF en los que hubo efecto del origen ($p= 0,005$) (Tabla II). Las plantas I fueron de floración más temprana y el origen L mostró el máximo DAF.

DISCUSIÓN

La mortandad de individuos se debió parcialmente a la mala respuesta al manejo en cultivo, como consecuencia de la falta de domesticación de la población de referencia. La mayor sobrevivencia se observó en las plantas L, hecho que las hace potencialmente domesticables de manera más simple o en un plazo menor.

Según Forshey (1991), el exceso de agua en el sustrato está asociado a una elongación superior de los vástagos. Dado que en el presente experimento no se observaron diferencias significativas entre los

tratamientos para la longitud de los epicótilos (Tabla II), se presume que los tratamientos L1, P1 e I1 no se corresponden con situaciones de exceso de agua. En cuanto al resultado correspondiente al número de yemas axilares brotadas, se estima que la falta de fertilización pudo haber limitado el crecimiento en todos los individuos.

Kafkaki (1994) y Goncalves *et al.* (2001) observaron que el cociente vástago:raíz disminuye como consecuencia del estrés salino y Liao *et al.* (2001) y Price *et al.* (2002) indicaron que dicha disminución es una respuesta a situaciones de estrés nutricional o hídrico. Por lo tanto, el resultado para este cociente parece indicar que los individuos P0 e I0 sufrieron situaciones de estrés probablemente de origen hídrico, tal vez como consecuencia del tamaño pequeño del contenedor. Se presume, en consecuencia, o bien que las plantas L1, I1 y P1 no se perjudicaron con el exceso de agua en el sustrato, o bien que el agua suplementaria les resultó favorable.

El resultado para el LDMC permite interpretar que las plantas de los tres orígenes mostraron un potencial similar de crecimiento y eficiencia en el uso de los recursos (Vaieretti *et al.*, 2007) y que la capacidad de producir biomasa no fue afectada diferencialmente por los regímenes de humedad del

sustrato (Poorter y de Jong, 1999).

Con respecto a las diferencias fenotípicas para el DAF, estas podrían reflejar diferencias genéticas resultantes de la selección natural. A los fines de la domesticación, el menor DAF del origen I aparece como interesante debido a que la floración es un criterio que determina la venta de la planta y la anticipación de este momento da lugar a costos más bajos de producción. Por otra parte, el atraso en la floración del origen L podría sugerir que esas plantas estaban derivando fotosintatos a otras estructuras (como las radicales) mientras que las plantas de otro origen los derivaban a la inducción a la floración. Probablemente por eso, las plantas L mostraron valores menores de la relación vástago:raíz.

Lo anterior indica que se cumplieron los objetivos del presente estudio y que fue posible confirmar los resultados precedentes e identificar y seleccionar individuos con comportamiento satisfactorio para las condiciones de cultivo impuestas. Se demostró que el cociente vástago:raíz es capaz no solo de distinguir entre los diferentes tratamientos sino de mostrar cuál es el más indicado para la población de referencia.

Lo anterior permite concluir que en la población de referencia de *Z. peruviana* existen recombinantes con respuesta indiferente o levemente favorable al drenaje deficiente. Se planea un experimento de mayor dimensión con la población *elite* surgida de esta experiencia, el cual reproducirá las condiciones de los sistemas de mitigación destinados a la recuperación de aguas. Estos datos podrían ser de suma utilidad para la zona en la que se realizó este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arendonk J.J.C.M., Poorter H. (1994). The chemical composition and anatomical structure of leaves of grass species differing in relative growth rates. *Plant, Cell & Environ.* 17:963-970.
- Bowen B.J., Pate J.S. (1993). The Significance of Root Starch in Post-fire Shoot Recovery of the Resprouter *Stirlingia latifolia* R. Br. (Proteaceae). *Ann. Bot.* 72: 7-16.
- Burgh M.Y., Bredebjano G.J. (2005). The distribution and extent of declared weeds and invader plants in the macro channel of the Olifants river system Mpumalanga. *Koedoe.* 48 (1):67-75.
- Campbell C.A., de Jong R. (2000.) Root to straw influence of moisture and rate of N fertilizer. *Can. J. S. Sc.* 81:39-43.
- Diaz S., Hodgson J.H., Thompson K., Cabido M., Cornelissen J.H.C., Jalili A., Montserrat Martí G., Grime J.P., Zarrinkamar F., Asri Y., Band S.R., Basconcelo S., Castro Díez P., Funes G., Hmzehee B., Khoshnevi M., Pérez Harguindeguy N., Perez Rontome M.C., Shirvany F.A., Vendramini F., Yazdani S., Abbas Azimi R., Bogaard A., Boustani S., Charles M., Dehgaan M., Torres Espuny L., Falczuk V., Guerrero Campo J., Hynd A., Jones G., Kowsary E., Kazemi Saeed F., Maestro Martinez M., Romo Diez A., Shaw S., Siavash B., Villar Salvador P., Zak M.R. (2004). The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. *J. Veg. Sci.* 15:295-304.
- Dijkstra P., Lambers H. (1989). Analysis of specific leaf area and photosynthesis of two inbred lines of *Plantago major* differing in relative growth rate. *New Phytol.* 113:283-290.
- Dimitri M.J., Lonardis R.F.J., Biloni J.S. (1997). El nuevo libro del árbol. Tomo I. Editorial El Ateneo. Argentina.
- Ericsson T. (1995). Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant and Soil* 168-169:205-214.
- Fatemy F., Evans K., (1986). Effects of *Globodera rostochiensis* and water stress on shoot and root growth and nutrient uptake of potatoes. *Rev. Nem.* 9(2):181-184.
- Fatta N., Uría R., Roitman G.G. (2005). Caracterización de una población de *Zinnia peruviana*. VII° Jornadas Nacionales de Floricultura. 19-21 octubre 2005, Trevelin, Argentina, p. www.inta.gov.ar/esquel.info.
- Forshey C.G. (1991). Measuring growth in complex system: How do growth regulators alter growth? *HortScience* 26:999-1001.

- Fredeen A.L., Rao I.M., Terry N. (1989). Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in *Glycine max*. Plant Physiol. 89:225-230.
- Garnier E., Shipley B., Roumet C., Laurent G. (2001). A standardization protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. Funct. Ecol. 15:688-695.
- Garnier E., Cortez J., Billes G., Navas M.L., Roumet C., Debussche M., Laurent G., Blanchard A., Aubry D., Bellmann A., Neill C., Toussaint J.P. (2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. Ecology 85(9):2630-2637.
- Goncalves F.R., Fernandez E.A.T., Ferreira H.F.F. (2001). Distribuicao de materia seca e composicao quimica das raizes, caule e fohlas de *Goiabeira submetida* a estresse salino. PAB 36(1):79-88.
- Goran I., Ågren G.I., Franklin O. (2003). Root: Shoot ratios, optimization and nitrogen productivity. Ann. Bot. 92:795-800.
- Ho M.D., Rosas J.C., Brown K.M., Lynch J.P. (2005). Root architectural tradeoffs for water and phosphorus acquisition. Funct. Plant. Biol. 32:737-748.
- InfoStat/P versión 1.1 (2002). <http://www.infostat.com.ar/index.php> (acceso dic. 2004).
- Kafkaki V. (1994). Combined irrigation and fertilization in arid zones. Israel J. Plant Sci. 42:301-310.
- Kang J.G., van Iersel M.W. (2004). Nutrient solution concentration affects shoot/root ratio, leaf area ratio and growth of subirrigated *Salvia (Salvia splendens)*. HortScience 39(1):49-54.
- Khaled R.A.H., Duru M., Decruyenaere V., Jouany C., Cruz P. (2006). Using leaf traits to rank native grasses according to their nutritive value. Rang. Ecol. Manag. 59(6):648-654.
- Ledig P.T., Bormann F.H., Wenger K.F.(1970). The distribution of dry matter growth between shoots and roots in loblolly pine. Bot. Gazette 131(4):349-359.
- Li Y., Johnson D.A., Su Y., Cui Y., Zhang T. (2005). Specific leaf area and leaf dry matter content of plants growing in sand dunes. Bot. Bull. Acad. Sin. 46:127-134.
- Liao H., Rubio G., Yan X., Cao A., Brown K.M., Lynch J.P. (2001). Effect of phosphorus availability on basal root shallowness in common bean. Plant Soil 232:69-79.
- Mackay A.D., Barber S.A. (1985). Soil moisture effects on root growth and phosphorus uptake by corn. Agron. J. 77:519-523.
- Masle J., Passioura J.B. (1987). The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. Aust. J. Plant Physiol. 14:643-656.
- Müller I., Schmid B., Weiner J. (2000). The effect of nutrient availability on biomass allocation patterns in 27 species of herbaceous plants. Perspect. Plant. Ecol. Evol. Syst. 3:115-127.
- Olf H., Van Andel J., Bakker J.P. (1990). Biomass and shoot/root allocation of five species from a grassland succession series at different combinations of light and nutrient supply. Funct. Ecol. 4:193-200.
- Pace P.F., Cralle H.T., Sherif H.M., El-Halawany J., Cothren T., Senseman S.A. (1999). Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. J. Cotton Sci. 3:183-187.
- Perfetti S., Fatta N. (2007). *Zinnia peruviana*: respuestas en postrasplante y a la restricción hídrica en tres poblaciones. III Jornadas Nacionales de Flora Nativa, 16-18 octubre. Primera Edición, AlfaVet Impresiones, Argentina, pp. 167-176.

- Perfetti S., Zacarias N., Zeballos N., Tognocchi B.M., Fatta N.A. (2008a). Evaluación de las tasas de establecimiento y de crecimiento inicial de plántulas de *Zinnia peruviana* de dos orígenes. XXXI Congreso Argentino de Horticultura, 30 septiembre-3 octubre, Mar del Plata, Argentina, p. 116.
- Perfetti S., Campos B.M., Aguirre G., Finzi L., Fatta N.A. (2008b). El agregado de una solución salino-sódica y de un preparado herbal estimulan el crecimiento de *Zinnia peruviana*. XXXI Congreso Argentino de Horticultura, 30 septiembre-3 octubre, Mar del Plata, Argentina, p.121.
- Planchuelo A.M., Carreras M.E., Fuentes E. (2003). Las plantas nativas como recursos ornamentales en la Argentina. En: Mascarini L., Villela F.F. y Wright E. (Eds). *Investigación y Tecnología de Producción: Conceptos y Generalidades*. Editorial de la Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina, pp. 300-303.
- Pontes L. da S., Soussana J.F., Louault F., Andueza D., Carrere P. (2007). Leaf traits affect the above ground productivity and quality of pasture grasses. *Funct. Ecol.* 21:844-853.
- Poorter H., de Jong R. (1999). A comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. *New Phytol.* 143:163-176.
- Price A.H., Steele K.A., Gorham J., Bridges J.M., Moore B.J., Evans J.L., Richardson P., Jones R.G.W. (2002). Upland rice grown in soil filled chambers and exposed to contrasting water deficit regimes. I. Root distribution, water use and plant water status. *Field Crops Res.* 76:11-24.
- Reynolds H.L., D'Antonio C.D. (1996). The ecological significance of plasticity in root weight ratio in response to nitrogen: Opinion. *Plant Soil* 185:75-97.
- Roche P., Diaz Burlinson N., Gachet S. (2004). Congruency analysis of species ranking based on leaf traits: which traits are more reliable? *Plant Ecol.* 174:34-48.
- Roemheld V., Kirkby E.A. (2007). Magnesium functions in crop nutrition and yield. *The Int. Fert. Soc. Proc.* 616 U.K. 4-23.
- Rogers H.H., Prior S.A., Runion G.B., Mitchell R.J. (1996). Root to shoot ratio of crops as influenced by CO₂. *Plant Soil* 187(2):229-248.
- Samejima H., Kondo M., Ito O., Nozoe T., Shinano T., Osaka M. (2005). Characterization of root systems with respect to morphological traits and nitrogen-absorbing ability in the new plant type of tropical rice lines. *J. Plant Nut.* 28(5):835-850.
- Scheible W.R., Lauerer M., Schulze E.D., Caboche M., Stitt M. (1997). Accumulation of nitrate in the shoots acts as a signal to regulate shoot/root allocation in tobacco. *Plant J.* 11(4):671-691.
- Shiple B., Vu T.T. (2002). Dry matter content as a measure of dry matter concentration in plants and their parts. *New Phytol.* 153(2):359-364.
- Torres A.M. (1963). Taxonomy of *Zinnia*. *Brittonia* 15:1-25.
- Uría R., Fatta N., Roitman G. (2005). Ensayo de comportamiento de una especie nativa en los jardines de Buenos Aires. VII Jornadas Nacionales de Floricultura, 19-21 octubre, Trevelin, Argentina, p. www.inta.gov.ar/esquel.info.
- Vaieretti M.V., Diaz S., Vile D., Garnier E. (2007). Two measurement methods of leaf dry matter content produce similar results in a broad range of species. *Ann. Bot.* 99(5):955-958.
- Vendramini F., Diaz S., Gurvich D.E., Wilson P.J., Thompson K., Hodgson J.G. (2002). Leaf traits as indicators of resource use strategy in floras with succulent species. *New Phytol.* 154:147-157.

- Warncke D.D., Barber S.A. (1973). Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays* L.) as influenced by nitrogen concentration and $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio. *Agron. J.* 65:950-953.
- Weiher E., Van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E., Eriksson O. (1999). Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *J. Veg. Sci.* 10(5):609-620.
- Westoby M. (1998). A leaf height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant Soil* 199:213-227.
- Wilson P.J., Thompson K., Hodgson J.G. (1999). Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytol.* 143:155-162.
- Yeh D.M., Lin L., Wright C.J. (2000). Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shoot/root ratio in *Spatyphillum*. *Sci. Hort.* 86(3):223-233.