

Comunicación breve

Bioinoculación de *Chloris gayana* cv. Finecut con *Pseudomonas tolaasii* IEXb y *Bacillus atropheus* CN4: estudio preliminar en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán, Argentina**Bioinoculation of *Chloris gayana* cv. Finecut with *Pseudomonas tolaasii* IEXb and *Bacillus atropheus* CN4: a preliminary study in Saline Depressed Plane of Tucumán, Argentina**M. Maza^{1,2}; N.R. Banegas^{2,3}; E.A. Parellada⁴; M.A. Ferrero⁵; E. Viruel^{2*}¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.² Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS), Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Chañar Pozo S/N (4113), Leales, Tucumán, Argentina.

*E-mail: viruel.emilce@inta.gob.ar

³ Cátedra Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina.⁴ Instituto de Química Orgánica, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, (UNT), Tucumán, Argentina.⁵ Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI)-CONICET. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.**Resumen**

El uso de bioinoculantes presenta ventajas en la germinación y crecimiento vegetal, convirtiéndolos en una alternativa para favorecer la implantación e incrementar la producción de pasturas megatérmicas en el marco de la intensificación de los sistemas ganaderos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inoculación de *Chloris gayana* cv. Finecut con *Pseudomonas tolaasii* IEXb y *Bacillus atropheus* CN4 en campo. Se evaluaron tres tratamientos: semillas de *C. gayana* cv. Finecut sin inocular (control); semillas inoculadas con *P. tolaasii* IEXb y semillas inoculadas con *B. atropheus* CN4. A los 21, 40 y 70 días después de la siembra (DDS), se obtuvo el peso seco de la biomasa aérea y radicular. La producción de biomasa aérea forrajera acumulada se realizó a los 70 DDS. La inoculación con *Bacillus atropheus* CN4 influyó positivamente en los cortes para producción de biomasa forrajera, pero ello no se tradujo en incrementos significativos de la producción acumulada. El tratamiento IEXb mostró resultados similares a los 40 DDS. La biomasa radicular no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados obtenidos muestran la necesidad de realizar evaluaciones a largo plazo sobre el uso de bioinoculantes en pasturas que incluyan la influencia de diferentes concentraciones de inóculo y el estudio de distintas cepas de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Palabras clave: Pastura megatérmica; Biomasa aérea; Biomasa radicular; Bioinoculante; Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Abstract

The use of bioinoculants presents advantages in germination and plant growth, making them an alternative to favor the implantation and increase the production of megathermal pastures in the framework of the intensification of the cattle systems. The objective of this work was to evaluate the effect of *Pseudomonas tolaasii* IEXb and *Bacillus atropheus* CN4 inoculated on forage and root biomass production of *Chloris gayana* cv. Finecut plants under field conditions. Three treatments were evaluated: *C. gayana* cv. Finecut seeds without inoculation (control); seeds inoculated with *P. tolaasii* IEXb and seeds inoculated with *B. atropheus* CN4. Dry weight of forage and root biomass were obtained at 21, 40 and 70 days after sowing (DAS). Accumulated forage biomass production was registered at 70 days after sowing. CN4 treatment showed significant differences at 21, 40 and 70 DAS for forage production respect to the control but this was not translated into a significant increase of accumulated production. Similar results were observed for IEXb treatment at 40 DAS. Root biomass did not show significant differences among treatments. The results obtained show the need to carry out long term evaluations on the use of bioinoculants in pastures including the influence of different concentrations of inoculum and the study of different strains of plant growth promoting rhizobacteria.

Keywords: Tropical grasses; Forage biomass; Root biomass; Bioinoculant; Plant growth promoting rhizobacteria.

Recibido 18/05/17; Aceptado 23/06/17.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

En los últimos años, la ganadería nacional ha sido desplazada de la zona pampeana hacia otras regiones, en mayor medida el Noreste (NEA) y Noroeste (NOA) argentino debido, principalmente, al proceso de intensificación y crecimiento de la superficie destinada a cultivos extensivos como la soja (Sal, 2010). Una de las principales limitantes para la producción ganadera en estas áreas es la baja receptividad por escasa oferta forrajera, debido a la elevada variabilidad en las precipitaciones anuales e interanuales (De León, 2009). Es por ello que un incremento en el potencial de producción de forraje posibilitará aumentar la carga animal, y permitirá el planteo de esquemas de producción de carne bovina de alta producción (Nasca, 2007).

La implantación de pasturas megatérmicas es una práctica tecnológica, disponible en general para la mayoría de los sistemas de producción, que permite iniciar o profundizar procesos de intensificación de los sistemas ganaderos. La implantación de pasturas cultivadas perennes representa una inversión (Secanell *et al.*, 2016), y como tal, es necesario asegurar que la misma sea exitosa. Sin embargo, esta práctica conlleva una serie de desventajas, constituyendo uno de los puntos críticos para el establecimiento y logro de un adecuado *stand* de plantas durante el primer año.

Las alternativas para incrementar la eficiencia en la producción de pasturas implantadas son escasas. La fertilización y el laboreo previo son tecnologías muy acotadas en su aplicación debido al grado de fragilidad agro-ecológica de los ambientes en que se desarrolla la ganadería (Loch *et al.*, 2004). En el marco de la producción sostenible, herramientas como el mejoramiento genético y la utilización de microorganismos benéficos están siendo aplicadas con el objetivo de mejorar la producción de plantas (Bhattacharyya y Jha, 2012). Dentro de estas denominadas “tecnologías limpias” se encuentran los bioinoculantes, basados en la utilización de microorganismos debidamente seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad, que permiten reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, además de ser económicos y ecoamigables.

Los bioinoculantes pueden estar formulados con bacterias que ejercen un efecto positivo en las plantas, denominadas Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR, por *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Vessey, 2003). Los modos de acción de las PGPR, a través de los cuales mejoran el estado nutricional de las plan-

tas, pueden ser categorizados en cinco áreas según Vessey (2003): (1) Fijación biológica de N₂, (2) incremento en la disponibilidad de nutrientes en la rizósfera, (3) aumento en el área de la superficie radicular, (4) la mejora de otras simbiosis benéficas para el hospedero y (5) combinación de los modos de acción. En forma indirecta las PGPR promueven el crecimiento por disminución o inhibición del efecto de microorganismos patógenos, ya sea debido a la síntesis de antibióticos o sideróforos (por quelación del Fe), incrementando la tolerancia/resistencia a hongos y nematodos fitopatógenos.

Dentro de los géneros bacterianos reportados como promotores del crecimiento vegetal se encuentran: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Aereobacter*, *Flavobacterium*, *Erwinia*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Serratia*, *Azospirillum*, entre otros (Babalola, 2010).

Sin embargo, el modo de acción de PGPR no está bien definido *in situ*, debido a múltiples factores de orden biótico y abiótico presentes en las condiciones naturales en que deben desarrollarse. No obstante, la evidencia de acción de estas bacterias se determina mediante parámetros tales como estimulación de la producción en biomasa y/o rendimiento, además del mayor desarrollo de determinadas áreas de la planta (raíz, tallo, hoja, etc.).

En cuanto al uso de bioinoculantes en cultivos, presenta grandes ventajas en la estimulación de la germinación y del crecimiento vegetal, mejora la implantación de los cultivos, contribuye al control de plagas y enfermedades mediante actividades antimicrobianas y, además, resulta económicamente atractivo y ecológicamente aceptable, convirtiéndolo en una alternativa para incrementar la producción forrajera (Babalola, 2010).

Actualmente no hay reportes de inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en especies de pasturas megatérmicas en la región, ya que los estudios de inoculación microbiana se centran principalmente en su aplicación en cultivos agrícolas como maíz, soja y trigo (Han *et al.*, 2006; Fernández *et al.*, 2007; Ali *et al.*, 2010). En la provincia de Tucumán, Argentina, Barraza *et al.* (2016) determinaron que *Bacillus atropheus* CN4 tiene capacidad de incrementar el crecimiento de plantas de maíz mediante estimulación del desarrollo radicular. En lo que respecta a la región de la Llanura Deprimida Salina de Tucu-

mán, Viruel *et al.* (2014) reportaron el uso de la cepa PGPR *Pseudomonas tolaasii* IEXb (Viruel *et al.*, 2011) como inoculante también en maíz, obteniendo resultados promisorios. Esta última presentó distintas capacidades PGPR *in vitro* tales como producción de AIA, sideróforos, solubilización de fosfatos (AlPO_4 , FePO_4 y $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$) e hidroxiapatita, producción de fosfatasa alcalina, actividad antifúngica contra *Fusarium verticilloides* y *Fusarium graminearum* (Viruel *et al.*, 2011).

Considerando que no hay registros de inoculantes comerciales ni en estudio en la región para especies de pasturas megatérmicas, específicamente *Chloris gayana*, sumado a la prometedora capacidad de las cepas *P. tolaasii* IEXb y *B. atrophaeus* CN4 de incrementar el rendimiento en gramíneas, se plantea como objetivo principal del presente trabajo, evaluar el efecto de la inoculación de *Chloris gayana* cv. Finecut con *Pseudomonas tolaasii* IEXb y *Bacillus atrophaeus* CN4 en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán.

El trabajo se realizó en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido, localizado en el departamento Leales, provincia de Tucumán, Argentina ($27^{\circ}11' \text{ L.S}$ y $65^{\circ}17' \text{ L.O}$). El suelo es un Haplustol éntico (Soil Survey Staff, 1999) de textura franco limosa cuyas características físico-químicas se presentan en la Tabla 1. Se utilizó riego en todas las parcelas asegurando que las mismas mantuvieran la capacidad a campo en relación a la textura mencionada. Se evaluaron tres tratamientos: control sin inocular; *Chloris gayana* cv. Finecut (Gramma Rhodes en adelante GR) inoculadas con *Pseudomonas tolaasii* IEXb y GR inoculadas con *Bacillus atrophaeus* CN4. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Cada bloque estuvo constituido por parcelas de 16 m^2 formadas por 13 surcos de 4 m de longitud, distanciados a 0,30 m. La inoculación se realizó mezclando las semillas con el cultivo bacteriano (previamente producido en medio mínimo) para llegar a una concentración final de 2×10^7 y 2×10^6 UFC/g semilla para IEXb y CN4, respectivamente. Luego se dejó orear durante aproximadamente 2 h. Se sembraron 100 g de semillas

por parcela. En el caso del control sin inocular, las semillas fueron tratadas con agua estéril. La siembra se realizó en enero de 2017 en forma manual en un terreno preparado mediante rastreo y surcado. A los 21, 40 y 70 días después de la siembra (DDS), se extrajeron 15 plantas por parcela. Las mismas se separaron del sustrato, se lavaron y secaron en estufa a 55°C hasta peso constante. Una vez secas, las plantas fueron separadas en grupos de cinco, y se pesaron para obtener el peso de la biomasa aérea y radicular.

La producción de biomasa aérea forrajera acumulada se realizó a los 70 DDS tomándose dos muestras por parcela empleando cuadrantes de $0,25 \text{ m}^2$. El material vegetal se secó a 55°C hasta peso constante y los resultados se expresaron como kg de materia seca por hectárea (MS/ha).

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y comparación por la prueba de Tukey a un nivel de confianza de 95 % empleando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2016). Los resultados se presentan como medias \pm desvío estándar.

La producción de biomasa acumulada no presentó diferencias significativas ($p = 0,9406$) en GR inoculada con IEXb y CN4 en relación al control sin inocular. Los valores obtenidos fueron de $5052,19 \pm 588,86$ y $5233,78 \pm 788,84$ kg MS/ha para IEXb y CN4, respectivamente y de $5188,28 \pm 1187,43$ kg MS/ha para el control sin inocular.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en producción de biomasa aérea de GR inoculada con IEXb y CN4, respectivamente. A los 21 DDS, se observó diferencias significativas en la producción de biomasa aérea de GR inoculadas con CN4 respecto al control sin inocular ($1,3079 \pm 0,1411$ g y $1,1145 \pm 0,1131$ g para CN4 y el control sin inocular, respectivamente; $p = 0,0026$). Esta tendencia se mantuvo a los 40 y 70 DDS (40 DDS: $5,64 \pm 0,50$ g para el control sin inocular y $7,12 \pm 0,93$ g para CN4 con $p = 0,0001$; 70DDS: $18,18 \pm 3,48$ g para el control sin inocular y $24,36 \pm 2,97$ g para CN4 con $p < 0,0001$).

En GR inoculada con IEXb se observó incremento significativo en producción de biomasa

Tabla 1. Propiedades químicas y físico-químicas del suelo en el sitio experimental al momento de la siembra. Medias \pm desvío estándar.

Profundidad (cm)	pH	CO (g/kg)	Nt (g/kg)	P (ug/g)	CE (dS/m)
0-20	$8,78 \pm 0,09$	$9,18 \pm 0,56$	$0,41 \pm 0,05$	$15,15 \pm 1,39$	$0,52 \pm 0,01$
20-40	$9,57 \pm 0,07$	$5,39 \pm 0,28$	$0,16 \pm 0,04$	$13,87 \pm 0,14$	$0,46 \pm 0,11$

CO: Carbono orgánico; Nt: Nitrógeno total; P: Fósforo; CE: Conductividad eléctrica.

Tabla 2. Biomasa aérea y radicular de las plantas inoculadas con *Pseudomonas tolaasii* IEXb y *Bacillus atrophaeus* CN4 a los 21, 40 y 70 días después de la siembra (DDS). Medias \pm desvío estándar.

Tratamientos	21 DDS		40 DDS		70 DDS	
	Aérea (g)	Radicular (g)	Aérea (g)	Radicular (g)	Aérea (g)	Radicular (g)
Control sin inocular	1,1145 \pm 0,1131 a	0,0681 \pm 0,0233 a	5,64 \pm 0,50 a	0,36 \pm 0,07 a	18,18 \pm 3,48 a	1,66 \pm 0,53 a
<i>Pseudomonas tolaasii</i> IEXb	1,1397 \pm 0,0571 a	0,0647 \pm 0,0101 a	6,55 \pm 0,82 b	0,42 \pm 0,07 a	17,53 \pm 2,66 a	1,65 \pm 0,40 a
<i>Bacillus atrophaeus</i> CN4	1,3079 \pm 0,1411 b	0,0848 \pm 0,0245 a	7,12 \pm 0,93 b	0,42 \pm 0,07 a	24,36 \pm 2,97 b	1,94 \pm 0,29 a
	p = 0,0026	p = 0,1006	p = 0,0001	p = 0,0865	p < 0,0001	p = 0,2289

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (prueba de Tukey, $p < 0,05$).

aérea a los 40 DDS, registrándose valores de 6,55 \pm 0,82 g para plantas inoculadas y 5,64 \pm 0,50 g para el control sin inocular ($p = 0,0001$). En las restantes fechas de muestreo (21 y 70 DDS), la producción de biomasa aérea no presentó diferencias significativas con respecto al control.

La producción de biomasa radicular de GR inoculadas con IEXb y CN4 no presentaron diferencias significativas con respecto al control sin inocular (Tabla 2). Sin embargo, se destaca que aquellas plantas inoculadas con la cepa CN4 mostraron una tendencia a incrementar la biomasa radicular en un 15 % con respecto a las plantas sin inocular (Tabla 2). Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Sánchez López *et al.* (2016) quienes evaluaron el uso combinado de *Bacillus amyloliquefaciens* KISA 34 y *Bacillus subtilis* KISA 71 en *Pennisetum clandestinum* en suelos salinos y observaron un incremento del 26,7 % y 10,3 % de la biomasa aérea y radicular, respectivamente. Otros estudios realizados con bioinoculantes muestran la estimulación en el desarrollo radicular (Dobbelaere y Okon, 2007) en los estadios tempranos del crecimiento vegetal de modo de favorecer la implantación del mismo. Se destaca, además, que esta respuesta varía según la relación que existe entre la planta y el microorganismo que se utilice. Otro factor que afecta la respuesta del vegetal es la concentración de inóculo, tal como lo destaca el estudio realizado por Dobbelaere *et al.* (2002) en trigo inoculado con *Azospirillum brasilense* Sp245 y *A. irakense* KBCI. Estos investigadores encontraron que a bajas concentraciones de inóculo (10^5 - 10^6 UFC/planta) se estimuló el desarrollo de las raíces y a mayores concentraciones de inóculo (10^7 - 10^8 UFC/planta) los microorganismos no presentaron efecto o incluso inhibieron el desarrollo radicular.

La promoción del crecimiento vegetal en pasturas megatérmicas por parte de microorganismos ha sido reportada por distintos autores. Guimaraes *et al.* (2011) y Hungria *et al.* (2016) reportaron que especies del género *Azospirillum*

como *A. brasilense* tuvieron efectos positivos en el desarrollo de *Brachiaria*. Por su parte, Brasil *et al.* (2006) encontraron que plantas inoculadas de *Brachiaria humidicola* con una mezcla de *Azospirillum brasilense* y *Azospirillum lipoferum* presentaron mayor producción de materia seca de raíz, de parte aérea y acumulación de nitrógeno foliar, respecto al control sin inocular. Kelemu *et al.* (2011) evaluaron el efecto de la inoculación de tres cepas de bacterias endofíticas pertenecientes a los géneros *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Micrococcus*, en un híbrido de *Brachiaria*. En general, estos inoculantes tuvieron un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de las raíces y parte aérea de las plantas receptoras, comparadas con aquellas sin inocular. Semillas inoculadas de *Panicum virgatum* L. con la bacteria fijadora de nitrógeno *Paenibacillus polymyxa* resultó en mayor altura y densidad de los tallos, incrementando en un 40 % el rendimiento con respecto al control sin inocular (Ker *et al.* 2012). En *P. maximum* var. Natsukaze, la inoculación con una bacteria endófito del género *Pantoea* produjo, por un lado, un efecto protector ante el estrés generado por la presencia de cobre en el medio, y, por otro lado, un incremento en la materia seca generada comparado al control sin inocular y en ausencia de cobre (Huo *et al.* 2012).

En el primer año de evaluación a campo la inoculación con *P. tolaasii* IEXb y *B. atrophaeus* CN4 en semillas de *C. gayana* cv. Finecut, influyó positivamente en los cortes para producción de biomasa forrajera en las primeras etapas del ensayo (21 y 40 DDS), que no se tradujeron en incrementos significativos de producción acumulada. Este efecto tiene un particular interés en la oferta temprana de forraje, lo que permitiría adelantar el corte o el pastoreo. Para biomasa radicular, si bien se registró una tendencia a favorecer su incremento, el mismo no fue significativo. Los datos sugieren la necesidad de continuar con las evaluaciones del uso de bionoculantes en pasturas a largo plazo, analizando la influencia de diferentes concentraciones de inóculo y profundizando el estudio de

las cepas como PGPR.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con fondos del proyecto PIP 0470/13 CONICET y del Programa Nacional de Suelos-INTA (PE 1134042). Los autores agradecen la colaboración del Sr. Enrique Gerardo Oviedo y del personal de campo del IIACS-CIAP-INTA.

Referencias bibliográficas

- Ali B., Sabri A.N., Hasnain S. (2010). Rhizobacterial potential to alter auxin content and growth of *Vigna radiata* (L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 26: 1379-1384.
- Babalola O.O. (2010). Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnology Letters* 32:1559-1570.
- Barraza M., Álvarez A., Neske A., Parellada E.A. (2016). Bacterias degradadoras de hidrocarburos aromáticos policíclicos que estimulan el crecimiento de maíz. XXXIII Jornadas Científicas Asociación de Biología de Tucumán. 27-28 de octubre. Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. P-048.
- Bhattacharyya P.N., Jha D.K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28: 1327-1350.
- Brasil M., Baldani V.L., Baldani J.I., Manhaes S. (2006). Efeitos da inoculação de bacterias diazotróficas em gramíneas forrageiras do Pantanal. *Revista Brasileira do Ciência do Solo* 29: 179-190.
- De León M. (2009). Utilización de pasturas megatérmicas. *Revista Braford* 25: 66-69.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, F.C.A., Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dobbelaere S., Croonenborghs A., Thys A, Ptacek D., Okon Y., Vanderleyden J. (2002). Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biology and Fertility of Soils* 36: 284-297.
- Dobbelaere S., Okon Y. (2007). The plant growth-promoting effect and plant responses. En: *Associative and endophytic nitrogen fixing bacteria and cyanobacterial association*. Elmerich C., Newton W. (Eds.). Springer, Países Bajos. Pp. 145-170.
- Fernández L.A., Zalba P., Gómez M.A., Sagardoy M.A. (2007). Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology and Fertility of Soils* 43: 805-809.
- Guimarães S.L., Bonfim-Silva E.M., Castilho Polizel A., Tiago da Silva Campos D. (2011). Produção de Capim-Marandu inoculado com *Azospirillum* spp. *Enciclopédia Biosfera* 7: 816-825.
- Han H.S., Supanjani S.K., Lee K.D. (2006). Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil and Environment* 52: 130-136.
- Hungria M., Nogueira M.A., Araujo, R.S. (2016). Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: an environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221: 125-131.
- Huo W., Zhuang C.H., Cao Y., Pu M., Yao H., Lou L.G., Cai Q.S. (2012). Paclobutrazol and plant-growth promoting bacterial endophyte *Pantoea* sp. enhance copper tolerance of guinea grass (*Panicum maximum*) in hydroponic culture. *Acta Physiologiae Plantarum* 34: 139-150.
- Kelemu S., Fory P., Zuleta C., Ricaurte J., Rao I., Lascano C. (2011). Detecting bacterial endophytes in tropical grasses of the *Brachiaria* genus and determining their role in improving plant growth. *African Journal of Biotechnology* 10: 965-976.
- Ker K., Seguin P., Driscoll B.T., Fyles J.W., Smith D.L. (2012). Switchgrass establishment and seeding year production can be improved by inoculation with rhizosphere endophytes. *Biomass and Bioenergy* 47: 295-301.
- Loch D.S., Donalds S., Harvey G.L. (2004). Forage seed production 2. En: *Tropical and subtropical species*. Loch D.S., Ferguson J.E. (Eds.). CAB Int., Wallingford, Gran Bretaña. Pp. 341-349.
- Nasca J.A. (2007). Producción sostenible de carne bovina con pasturas tropicales en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Sal J.D. (2010). Ganadería vacuna. El NOA alcanza el 5,4 % del stock vacuno del país. *Indicadores de la Evolución de la Provincia de Tucumán* 31: 4-15.
- Sánchez López D.B., Pérez Pazos J.V., David Hines-troza H.A. (2016). Efecto de las PGPB sobre el crecimiento *Pennisetum clandestinum* bajo condiciones de estrés salino. *Revista Colombiana de Biotecnología* 18: 65-72.
- Secanell E., Castro C.G., Saucedo M.E. (2016). Impactos de la implantación de pasturas megatérmicas en los sistemas de producción. *Voces y Ecos* 35: 50-53.
- Soil Survey Staff. (1999). *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. USDA. Natural Resources Conservation Service, EE.UU.
- Vessey K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255: 571-586.

Viruel E., Lucca M.E., Siñeriz F. (2011). Plant growth promotion traits of phosphobacteria isolated from Puna, Argentina. *Archives of Microbiology* 193: 489-496.

Viruel E., Erazzú L.E., Martínez Calsina L., Ferrero M.A., Lucca M.E., Siñeriz F. (2014). Inoculation of maize with phosphate solubilizing bacteria: effect on plant growth and yield. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 14: 819-831.