

# Fertilización con fósforo en zarza (*Aeschynomene americana* cv Brava): producción de materia seca y valor nutricional

Fertilization with phosphorus in bramble (*Aeschynomene americana* cv Brava): dry matter production and nutritional value

## Fertilización con fósforo en zarza

Juan José Oscar-Verdoljak<sup>1</sup> , Claudina María Hack<sup>2</sup> , María Mercedes Pereira<sup>1</sup> , José Francisco Casco<sup>1</sup> , Aníbal Nahuel Alejandro-Pachas<sup>3</sup> , Sonia Patricia Castillo-Rodríguez<sup>4</sup> , Juan Carlos Martínez-González<sup>4\*</sup> 

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria Corrientes-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta Nacional 12, km 1008, 3400, Corrientes (El Sombrerito), Corrientes, Argentina.

<sup>2</sup>Cátedra de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Sargento Juan Bautista Cabral, 2131, Argentina.

<sup>3</sup>Department of Agriculture and Fisheries Queensland, Gympie, Mineral House, 41 George Street, Brisbane QLD 4000, Australia.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos, 87149, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

\*Autor para correspondencia: jmartinez@docentes.uat.edu.mx

### RESUMEN

En Argentina la producción ganadera se basa en el pastoreo de grandes extensiones de pastos nativos, que en muchos casos se observan degradados. Además, la producción ganadera a pasto está significativamente limitada por su baja calidad de nutrientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción y calidad de materia seca aérea y valor nutricional de la fabácea forrajera zarza (*Aeschynomene americana* cv. Brava). El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en El Sombrerito, Corrientes, Argentina. Se realizaron tres tratamientos de fertilización fosfatada con superfosfato triple ( $P_2O_5$ ) el cual contiene un 46 % de fósforo (P), quedando conformados los siguientes tratamientos (T):  $T_0$  = Control (0 % de  $PO_4$ ),  $T_1$  = 50 kg de  $PO_4$  y  $T_2$  = 100 kg de  $PO_4$ . En cuanto a la producción de materia seca (MS), se observó diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos en el primer corte realizado a los 65 días después de la siembra, en el cual aquellos tratamientos que se fertilizaron ( $T_1$  y  $T_2$ ) produjeron mayor MS respecto al testigo ( $T_0$ ). Sin embargo, entre las dosis de P utilizadas no se observó diferencia en la MS. En cuanto al parámetro cantidad de proteína cruda (PC), en hoja de *A. americana*, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). La elevada producción de MS de las plantas, indistintamente de la cantidad de P utilizado, sugiere que el P puede ser aplicado en dosis mínima que favorezca la implantación en los primeros días, sin incidir en su crecimiento posterior.

### PALABRAS CLAVE

Fertilización, materia seca, materia orgánica, proteína cruda, energía digestible.

### ABSTRACT

In Argentina, livestock production is based on grazing large areas of native pastures, which in many cases are degraded. In addition, grass-fed livestock production is significantly limited by its low nutrient quality. The aim of this study was evaluate the effect of phosphorus fertilization on the production and dry matter quality of the forage fabaceae zarza (*Aeschynomene americana* cv. Brava). The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Station (EEA) Corrientes of the National Institute of Agricultural Technology in El Sombrerito, Corrientes, Argentina. Three treatments of phosphate fertilization with triple superphosphate ( $P_2O_5$ ) containing 46 % P were carried out, with the following treatments (T):  $T_0$  = without fertilizer,  $T_1$  = 50 kg of  $PO_4$  and  $T_2$  = 100 kg of  $PO_4$ . Regarding dry matter (DM) production, a statistical difference ( $P < 0.05$ ) was observed

### Fecha de recepción:

29 de marzo de 2022

### Fecha de aceptación:

10 de enero de 2024

### Publicado en línea:

16 de mayo de 2025

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



### Reconocimiento-

NoComercial-

CompartirIgual 4.0

Internacional

(CC BY-NC-SA 4.0)

between treatments in the first cut made 65 days after planting, in which those that were fertilized ( $T_1$  and  $T_2$ ) produced a greater amount of P than the control ( $T_0$ ), but there were no differences between phosphorus doses. However, for the quality parameter crude protein (CP), no significant differences were found between treatments evaluated in leaves of *A. americana*. The high DM production of the plants, regardless of the amount of P used, suggests that P can be applied at a minimum dose that promote implantation in the first days, without affecting subsequent growth.

#### KEYWORDS

Fertilization, dry matter, crude protein, digestible energy.

## INTRODUCCIÓN

En el Norte de Argentina, la producción ganadera se basa en el pastoreo directo de grandes extensiones de pastos nativos con predominancia de poáceas (ex Gramíneas), que en muchos casos se observan degradadas (Ibrahim et al., 2000). En esta región, la producción ganadera a pasto está significativamente limitada por su baja calidad de nutrientes (Juárez et al., 2008) como ser bajo en contenido de proteínas, alto contenido de fibra, baja digestibilidad y en ocasiones con deficiencias minerales, lo que provoca que el animal no satisfaga sus necesidades de consumo diario (kilogramos de Materia Seca por día —kg/MS/d—), y no logre cubrir los requerimientos de energía y proteínas, lo que afecta el consumo diario de energía y proteína (López-Vigoa et al., 2019; Mejía, 2002; Verdecia et al., 2007).

Por otro lado, la producción pastoril se desarrolla en mayor medida durante las estaciones de primavera y verano, coincidiendo con el período de servicio de empadre de los bovinos, el cual tiene una duración de 3 a 6 meses, dependiendo del grado de intensificación del establecimiento. Por lo tanto, un gran número de hembras que entran en servicio, lo hacen con un ternero lactando, lo que eleva sus requerimientos nutricionales a medida que se incrementa la edad del ternero para cubrir lactancia y además preñarse (National Research Council, 2000).

Esto resalta la importancia de contar con especies como las fabáceas (ex leguminosas) que suplan esta carencia. Estas especies se encuentran en gran número entre estos pastizales, sin embargo, su baja tasa de crecimiento y su alta palatabilidad, hacen que su presencia en la ración diaria consumida, sea escasa o nula (Royo-Pallarés, 2000). Comparadas con las poáceas,

las fabáceas, son especies capaces de sintetizar altos niveles de proteína bruta, con tasas relativamente bajas de disminución de este componente en la medida que la planta madura (Rincón, 2011). Además, las fabáceas cuentan con una raíz principal profunda, lo que favorece el rebrote temprano a la salida del invierno, aún antes de producirse las primeras lluvias, por lo cual representan el recurso forrajero con mayor potencial para aumentar la producción animal (Juárez-Hernández et al., 2004). La mayoría de las fabáceas tropicales no toleran los suelos anegados, ya sea de forma temporal o permanente (Ciotti et al., 2014).

Además, muchas de las extensas áreas utilizadas para el pastoreo en el trópico y subtropico en sudamérica, presentan carencia de P (McIvor et al., 2011); después del nitrógeno, el P es el nutriente que más limita el crecimiento de las plantas y no puede ser sustituido por otro (Vance et al., 2000). Entre los papeles importantes que desarrolla este mineral, están la fotosíntesis, respiración, división y crecimiento celular; siendo vital para la formación de semillas (Munera y Meza, 2014).

La importancia de incorporar fabáceas a los sistemas forrajeros, además de contribuir con la nutrición animal de manera directa, es que también fija nitrógeno atmosférico al suelo, a través de la simbiosis con microorganismos del género *Rhizobium*. El nitrógeno (N) a su vez, es aprovechado por las poáceas circundantes (Paredes, 2013), provocando que estas produzcan un mayor volumen de MS (Castillo et al., 2000).

Entre las fabáceas mejor adaptadas a los suelos con bajo contenido de P, se encuentra la zarza, dormidera, carrapicho, moriviví o american jointvetch (*Aeschynomene americana* L.). Según Castelán et al. (2021), la zarza es una leguminosa arbustiva originaria

de América Central, partes de Sudamérica, Indias Occidentales, y Florida, de ciclo vegetativo semi-perenne o anual, de crecimiento ascendente o erecto, postrada raramente, y puede llegar a medir entre 0.5 a 2 metros de altura, además tiende a lignificarse. Es una de las pocas especies de fabáceas forrajeras subtropicales comerciales. Se desarrolla bien entre las latitudes 30° Sur y 30° Norte (Cook et al., 2005). Castelán et al. (2021) mencionaron que esta fabácea está adaptada a una gran variedad de suelos desde arenosos a los arcillosos con un pH entre 4 y 8 con una fertilidad media y drenajes pobres. Crece principalmente donde las temperaturas promedio anual varían entre 20 y 27 °C con una precipitación anual de 1,000 mm.

Por otro lado, Basinger (2017), publicó que la zarza tolera condiciones con poco sol, siendo adecuada para utilizarse en sistemas silvopastoriles. Esta especie puede ser sembrada sola o asociada con poáceas como *Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb. ex Moss, *Digitaria eriantha* Steud., *Urochloa brizanta* (A.Rich.) R.D.Webster, *U. dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp, o *U. eminii* (Mez) Davidse; así como fabáceas [*Arachis pintoii* Krapov. & W.C.Greg., *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. y *Stylosanthes guianensis* (Aunl.) Sw.], entre otras (Cook et al., 2005).

Por lo antes comentado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización fosfórica sobre la producción y la calidad de materia seca de la fabácea forrajera *Aeschynomene americana* cv. Brava.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en El Sombrerito, Corrientes, Argentina. Geográficamente se localiza a 27° 40' 08" S, 58° 45' 44" O y 63 msnm. El suelo es de la serie Alfonso, hapludalfes acuérticos, con capacidad

de uso IIIwe. En el Cuadro 1 se muestran las características químicas del mismo.

### Diseño del trabajo y tratamientos de fertilización

El clima de la región es subtropical húmedo, durante el período del ensayo se tomaron datos climáticos de temperaturas y lluvias en la casilla meteorológica propia de la Estación Experimental ubicada a una distancia del ensayo de 250 m (Cuadro 2).

Durante los dos primeros meses se registró una lluvia de 804 mm, lo cual produjo en el inicio de emergencia, que algunas plantas de 4 a 5 cm quedarán sumergidas por un lapso de 2 a 3 días. Pero la saturación del suelo fue constante durante los cuatro primeros meses donde se observó la aparición de raíces aéreas sin llegar a la condición de porcentaje de marchitez permanente. El suelo se preparó en agosto y septiembre con rastra de discos. Posteriormente, 15 días antes de la siembra se aplicó un herbicida total para el control de malezas.

El 6 de diciembre se procedió a la siembra de *A. americana* cv Brava en parcelas de 90 m<sup>2</sup> (10 x 9 m), con cinco líneas a 1.8 m, y densidad de siembra de 4 kg ha<sup>-1</sup> de semilla pura descascarada.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con tres repeticiones y tres tratamientos de fertilización fosfatada con superfosfato triple (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como fuente de P, el cual contiene un 46 % de P. los tratamientos quedaron conformados de la siguiente manera: T<sub>0</sub>: control (0 kg de PO<sub>4</sub>); T<sub>1</sub>: 50 kg de PO<sub>4</sub>; y T<sub>2</sub>: 100 kg de PO<sub>4</sub>. Se tomaron muestras del contenido de P en suelo para los tres tratamientos, además del contenido de este mineral en planta.

### Medidas de materia seca aérea y calidad nutricional

A través de cortes, se la midió producción de MS ha<sup>-1</sup> acumulada de 65 y 130 días. El lote fue dividido a la mitad, en la primera se realizaron cortes cada 65 días

**Cuadro 1. Características químicas del suelo Serie Alfonso (Ligier et al., 2016).**

Profundidad	pH	MO (%)	P (asim) ppm	Ca cmol kg-1	K cmol kg-1	CIC cmol kg-1
0.18 cm	5.64	1.74	3.01	2.4	0.15	7.85

pH = potencial hidrogeno, relación suelo agua 1:2,5; MO = Materia orgánica: método Walckey Black; P = Fósforo: método Bray I (P); Ca = Calcio; K = Potasio; capacidad de intercambio catiónico (CIC).

**Cuadro 2. Datos de lluvias y temperaturas durante el ensayo de *Aeschynomene americana* cv Brava (datos propios de la casilla meteorológica de la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina).**

	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	Total
Prom °C	26.0	27.3	25.7	23.2	21.6	19.4	
Mín °C	19.3	20.6	20.5	19.6	17.9	14.5	
Máx °C	31.8	31.6	30.9	28.5	25.5	25.8	
Total mm	252.2	552.4	155.0	97.4	121.8	227.5	1406.3
d nublados	10	17	8	16	14	21	96

dic = diciembre; ene = enero; feb = febrero; mar = marzo; abr = abril; may = mayo; Prom = promedio; Mín = mínima; Máx = máxima; d = días

después de la siembra (dds) con el que se evaluó la capacidad de rebrote de *A. americana* cv Brava, a la otra mitad se le realizó un corte a los 130 dds. En los lugares donde se muestreó a los 65 días después de la siembra (dds), se realizó un segundo corte a los 65 días para evaluar la capacidad de rebrote y un corte a los 130 dds. En todos los casos se cortó una superficie de 1 m<sup>2</sup> a una altura de 15 cm en 3 líneas de cada tratamiento. El material cosechado se pesó y se molió fresco (Willey TE-650/1, TECNAL®, Piracicaba, Brasil) y luego fue puesto en estufa (1330GX, Sheldon Manufacturing Inc., Cornelius, Estados Unidos) a 60°C hasta peso constante y se determinó MS. Las variables evaluadas en laboratorio fueron proteína cruda (PC) con el método de Kjeldahl modificado, energía digestible (ED), concentración de fósforo en planta (P) método amarillo con espectrofotómetro y porcentaje de MS (Association of Official Analytical Chemists, 2000).

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y las diferencias entre medias se probaron con la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). Los datos fueron analizados con el *software* InfoStat (2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la producción de MS, se observó diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos en el primer corte realizado a los 65 dds, en el cual aquellos que se fertilizaron produjeron mayor cantidad de MS que el testigo. Sin embargo, aunque la cantidad de P fue el doble, no se evidenció diferencia entre los tratamientos fertilizados (Cuadro 3), lo que podría deberse a que este cultivar de

*Aeschynomene americana* cv. Brava no tiene altos requerimientos de P para producir MS.

Estos datos son distintos a los reportados por Arévalo et al. (2003), donde la producción de MS fue superior en los tratamientos que recibieron P contra el testigo, hasta los 150 dds inclusive, para la fabácea *Centrocema macrocarpum*. Romo et al. (2009) observaron diferencia en la acumulación de MS al final del ciclo de vida de la planta (120 días), puesto que las plantas tratadas con vermiabono acumularon 21.7 g m<sup>-2</sup> de MS; de los cuales 7 g m<sup>-2</sup> se destinaron a la producción del fruto, en contraste con las plantas del tratamiento testigo que acumularon 1.5 g m<sup>-2</sup> de MS y sólo 0.2 g m<sup>-2</sup> se asignaron a los frutos, por lo que estas plantas no produjeron semillas.

En cuanto a la producción de MS acumulada a los 130 dds, no se registraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Esto indicaría que la fertilización fosfatada sería importante en la primera etapa de crecimiento del cultivo, permitiéndole un mejor establecimiento y crecimiento inicial. A diferencia de lo encontrado en esta experiencia, otros autores, señalaron que no sería necesario realizar una aplicación anual de P, para mejorar el establecimiento y la producción de las fabáceas *A. americana* L. y *S. guianensis* (Aubl.) SW, aunque consideran que la importancia de la fertilización radica en el incremento de P en el tejido vegetal (Rechcigl et al., 2002).

Es destacable la capacidad de rebrote de este cultivar. La producción de MS de 65 días luego del primer corte fue prácticamente igual a la biomasa acumulada a los 130 días. Si bien sería conveniente realizar un ensayo de tolerancia al pastoreo, estos resultados resultan promisorios indicando que las plantas podrían ser pastoreadas o cortadas en más de una oportunidad durante su ciclo productivo sin afectar

**Cuadro 3. Producción de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Aeschynomene americana* cv. Brava acumulada 65 y 130 días después de la siembra (65 dds y 130 dds) y rebrote a los 65 días del primer corte, con tres niveles de fertilización.**

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	C.V.
65 dds	511.97a*	904.14 b	985.86 b	21.61
130 dds	2387.25a	3157.67a	3045.75a	28.92
Rebrote	2249.59a	2990.39a	2955.18a	28.95

T = tratamiento, \* Letras distintas en una columna indican diferencias estadísticamente significativas (Tukey,  $P < 0.05$ ).

su posterior rebrote y con una elevada producción de MS. Resultados similares, pero en pastos fueron observados en función de la fertilización se encontraron efectos ( $P < 0.01$ ) de la condición de fertilidad, variedad del pasto y edad al corte para las variables evaluadas. Hubo mayor producción de MS (266.3 g m<sup>-2</sup>) en condiciones no limitantes de fertilidad (Juárez-Hernández et al., 2004).

No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para los parámetros de calidad evaluados en hojas de *A. americana*, por lo tanto, se analizan los resultados encontrados en función al momento de corte (Cuadro 4).

Como se puede observar en el cuadro 4, el contenido de PB de las hojas, que en todos los casos estuvo por encima del 20.0 %. Resultados similares son mencionados por Castelán et al. (2021). En la MS acumulada de 130 días hubo una disminución significativa, aunque sigue siendo elevada la concentración de PB, comparable a la especie templada más utilizada alfalfa (*Medicago sativa*), con valores promedio para la fracción comestible de 23.5 % (Vázquez et al., 2010). Así mismo, los datos encontrados en este ensayo son superiores a los reportados por Verdoljak y Zárate (2008), para la especie tropical más estudiada, *Leucaena* spp., con valores promedio de 21.2 %. Sin embargo, son inferiores a los obtenidos por Hurtado et al. (2012), para la especie *Gliricidia sepium* (matarratón) de 27.5 %.

La concentración de P en la MS no se vio afectada por la fertilización fosfatada ni por el momento de corte. Se mantuvo constante, con un promedio de

2.6 g kg MS<sup>-1</sup>, esta cantidad cubriría los requerimientos mínimos de los bovinos de carne, la cual es un poco superior a los 2.0 g P kg MS<sup>-1</sup> (National Research Council, 2000).

Los datos son diferentes a los encontrados por Arévalo et al. (2003), en los cuales observó que el contenido de P en tejido vegetal fue superior en los tratamientos que recibieron una dosis de P contra el testigo, durante todo el tiempo que duró el ensayo, siendo la roca fosfórica la fuente de P utilizada. Por otro lado, el contenido de P en tejido vegetal demuestra la capacidad de la planta para extraer P de mayores profundidades, lo que puede deberse a otros factores como hongos micorrícicos, profundidad de la fuente fosfórica, entre otros que no fueron considerados en cuenta en este estudio.

Juárez-Hernández et al. (2004) observaron que el contenido PC decreció conforme se incrementó la producción de MS, siendo mayor el contenido de PC por unidad de MS acumulada en condiciones no limitantes de fertilidad en pastos del género *Brachiaria*.

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en este ensayo demuestran que este cultivar presenta un gran potencial para ser incorporado en los sistemas ganaderos. La elevada producción de MS indistintamente de la cantidad de P utilizado sugiere que el P puede ser aplicado en dosis mínima que favorezcan la implantación en los primeros días.

**Cuadro 4. Características químicas de hojas *Aeschynomene americana* cv Brava a los 65 días después de la siembra (dds), 130 dds y rebrote de 65 días. Los valores son promedio de los tres tratamientos de fertilización.**

	65 dds	130 dds	Rebrote	C.V.
PB (%)	27.45 b*	24.09a	26.70 b	3.66
ED (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )	3.25a	3.09a	3.21a	3.34
MS (%)	88.52 b	86.75a	88.72 b	0.70
P (g kg MS <sup>-1</sup> )	2.60a	2.40a	2.90a	7.30

\*PB = proteína bruta; ED = energía digestible; MS = materia seca; P = Fósforo. Diferente literal en la columna son significativas ( $P < 0.05$ )

Por lo antes expresado, se debe seguir investigando sobre esta especie que resulta de interés para los ambientes subtropicales. Determinar el comportamiento de la planta en el tiempo, su tolerancia al pastoreo y la producción secundaria de la misma. Así también se deben investigar las especies que mejor se adaptan a suelos con bajos contenidos de P.

## AGRADECIMIENTOS

Loa autores desean expresar su agradecimiento a los funcionarios y trabajadores de campo de la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

## LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists. (2000). Official Methods of Analysis. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16. Association of Official Analytical Chemists.
- Arévalo, L. A., Alegre, J. C., & Fasabi, R. (2003). Efecto del fósforo sobre el establecimiento del *Centrosema macrocarpum* Benth dentro de una plantación de Pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en un ultisol del trópico húmedo. *Ecología Aplicada*, 2(1), 93-94.
- Basinger, R. (16 de enero de 2017). *American jointvetch*. National Deer Association. <https://www.deerassociation.com/american-jointvetch/>
- Castillo, E., Ruiz, T. E., Febles, G., Crespo, G., Galindo, J., Chongo, B., & Hernández, J. L. (2000). Efecto de la inclusión de la *Leucaena* en el 100 % del área de pastos naturales en el comportamiento de machos bovinos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34(4), 309-313.
- Castelán, M. E., Porta, M., & Hack, C. (27 de enero de 2021). *Aeschynomene americana*. Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo". <http://agrotecnico.unne.edu.ar/item/85-aeschynomene-americana>
- Ciotti, E. M., Castelán, M. E., Hack, C. M., Porta, M., & González, A. M. (2014). Tolerancia de leguminosas herbáceas estivales a condiciones de anegamiento temporal. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 2(2), 278-286.
- Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S., Donnelly, J. R., Eagles, D., Franco, A., Hanson, J., Mullen, B., Partridge, I., Peters, M., & Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical forages: an interactive selection tool*. CSIRO Sustainable Ecosystems, Queensland Department of Primary Industries and Fisheries, Centro Internacional de Agricultura Tropical, International Livestock Research Institute.
- Hurtado, D. I., Nocua, S., Nárvaez-Solarte, W., & Vargas-Sánchez, J. E. (2012). Valor nutricional de la morera (*Morus* sp.), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 56-65.
- Ibrahim, M., Abarca, S., & Flores, O. (2000). Geographical synthesis of data on Costa Rica Pastures and their potential for improvement. En Hall, C. H., P. Van Laake, C. Perez, G. Leclerc. (Eds.). *Quantifying sustainable development: The future of tropical economies*. (pp. 423-448). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012318860-1/50021-6>
- InfoStat. (2017). *InfoStat software estadístico v. 2017*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Juárez-Hernández, J., Bolaños, E. D., & Reinoso, M. (2004). Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. Epoca de Nortes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(4), 423-430.
- Juárez R., A. S., Cerrillo S., M. A., Gutiérrez O., E., Romero T., E. M., Colín N., J., & Bernal B., H. (2008). Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. *Técnica Pecuaria en México*, 47(1), 55-67.
- Ligier, H. D., Matteio, R. H., Vallejos, O., Garay, J. M., Kurtz, D. B., Ybarra, D. D., Barrios, R. A., Peruca, S. C., Fernández-López, C., Rey-Montoya, T. S., Peruca, A. R., Sanabria, M. C., Inomata-Kaneoya, S., Matteio, J. P., Flores, C. L. J., Falcón, M., Falcón, R., & Lencinas, R. S. (2016). *Mapa de Suelos y Aptitud de Tierras en los Departamentos Empedrado y Monte Caseros. Corrientes*. MP-CFI-INTA. <http://www.sig-ctes.inta.gob.ar/geocorrientes/>
- López-Vigoa, O., Lamela-López, L., Sánchez-Santana, T., Olivera-Castro, Y., García-López, R., Herrera-Villafranca, M., & González-Ronquillo, M. (2019). Evaluation of the nutritrional value of forages in a silvopastoral system. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 54-63.
- Mcivov, J. G., Guppy, C., & Probert, M. E. (2011). Phosphorus requeriment of tropical grazing systems: the northern Australian experience. *Plant and Soil*, 349, 55-67. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0906-8>
- Mejía H., J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(3), 56-63.

- Munera V., & Mesa S., D. C. (2014). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- National Research Council. (2000). Nutrient requirements of beef cattle. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9791>
- Paredes M. C. (2013). *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas*. [Trabajo Final de licenciatura no publicada Universidad Católica Argentina].
- Rechcigl, J. E., Kalmbacher, R. S., & Martin, F. G. (2002). Phosphorus and potassium fertilization of aeschynomene and stylosanthes. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, 61, 81-84.
- Rincón, J. (2011). Establecimiento y manejo de leguminosas arbóreas de importancia forrajera en zonas semiáridas de Venezuela. En González-Stagnaro, C., & Soto-Belloso, E. (Eds.) *Innovación & tecnología en la ganadería doble propósito*. Ediciones Astro Data S.A.
- Romo C., R. de L., Contreras R., S. H., Huerta M., F. M., & Muñoz-Urías, A. (2009). Efecto del vermiabono en crecimiento y acumulación de biomasa en *Aeschynomene americana* L. en bancos de minería a cielo abierto. *Terra Latinoamericana*, 27(2), 115-121.
- Royo-Pallarés, O. (2000). Situación de los pastizales en el ecosistema "Campos" del Mercosur. Situación actual y potencial productivo de los pastizales de Corrientes. *23° Congreso Argentino de Producción Animal. Suplemento*, 2, 25-38.
- Vance, C. P., Graham, P. H., & Allan, D. L. (2000). Biological nitrogen fixation: Phosphorus-A critical future need? En Pedrosa, F. O., Hungria, M., Yates, G., & Newton, W. W. (Eds.). *Nitrogen fixation: From molecules to crop productivity. Current plant science and biotechnology in agriculture* 38. (pp. 509-514). Springer. [https://doi.org/10.1007/0-306-47615-0\\_291](https://doi.org/10.1007/0-306-47615-0_291)
- Vázquez-Vázquez, C., García-Hernández, J. L., Salazar-Sosa, E., Murillo-Amador, B., Orona-Castillo, I., Zúñiga-Tarango, R., Rueda-Puente, E., & Preciado-Rangel, P. (2010). Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol de bovino. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(4), 363-372.
- Verdecia, A., Ramírez, J. L., Leonard, I., Ramírez, B., Pascual, Y., & López, Y. (2007). Indicadores del rendimiento y composición bromatológica del *Panicum maximum* cv Tanzania en una zona de la provincia Granma. Veterinaria Uruguay.
- Verdoljak, J. O., & Zárate, P. (2008). *Uso de leguminosas tropicales en la alimentación de ovinos de pelo. Informe de Investigación*. Obtenido el 20 de agosto de 2013 de <http://inta.gob.ar/personas/verdoljak.juan>