

## NOTA TÉCNICA

### Evaluación de genotipos de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. para producción de semilla en el Caribe colombiano

Esteban Burbano-Eraza<sup>A1</sup>, Guillermo Alberto Brochero-Aldana<sup>A2</sup>, Dalia Milena Rodríguez-Jiménez<sup>A3</sup>, José Edwin Mojica Rodríguez<sup>A4</sup>, Darwin Fabian Lombo-Ortiz<sup>A5</sup>

## RESUMEN

La capacidad de producir semilla, en leguminosas forrajeras facilita la adopción y conservación de estas especies por parte de los productores. El objetivo de este trabajo fue evaluar genotipos de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. para producción de semilla. El trabajo de investigación se desarrolló en el Centro de investigación Motilonia, de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria- AGROSAVIA. Se evaluaron 4 accesiones de *C. brasiliensis* (17009, 17462, 21461 y 21825), provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT. Se establecieron en parcelas de 3,0 x 3,0 m, con distancia de 0,5 x 0,5 m entre plantas y surcos. Se analizó el efecto estadístico de las distintas accesiones de *C. brasiliensis* sobre el número de vainas por muestreo, área 0,25 m<sup>2</sup>, longitud de vaina, diámetro de vaina, semillas por vaina, peso de 100 semillas, diámetro de semilla y rendimiento, mediante un análisis ANOVA de una vía, cumpliendo con un diseño BCA. Las accesiones de *C. brasiliensis* mostraron efecto estadístico significativo sobre el número de vainas por aforo, diámetro de vaina, diámetro de semilla, rendimiento y peso de 100 semillas. El mejor resultado en cuanto rendimiento fue para las accesiones 17462, 21825 y 17009 con valores de 745,6, 584,9 y 509,9 kg/ha, respectivamente, indicando las potencialidades de *C. brasiliensis* en la producción de semillas bajo condiciones del Caribe seco colombiano. Las accesiones 17462, 21825 y 17009 de *C. brasiliensis* presentaron una buena producción de semilla en condiciones del Caribe seco colombiano, lo cual constituye una característica importante para la selección de genotipos promisorios para alimentación animal.

**Palabras clave:** Forraje, leguminosas, rendimiento, propagación de plantas

<sup>A</sup> Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, CI Motilonia. Agustín Codazzi, Cesar, Colombia.

<sup>1</sup> Autor para correspondencia: [eburbano@agrosavia.co](mailto:eburbano@agrosavia.co) (Orcid: [orcid.org/0000-0001-5056-9893](https://orcid.org/0000-0001-5056-9893))

<sup>2</sup> [gbrocheroa@agrosavia.co](mailto:gbrocheroa@agrosavia.co) (Orcid: [orcid.org/0000-0002-6713-4180](https://orcid.org/0000-0002-6713-4180))

<sup>3</sup> [drodriguezj@agrosavia.co](mailto:droduiguezj@agrosavia.co) (Orcid: [orcid.org/0000-0001-5860-9765](https://orcid.org/0000-0001-5860-9765))

<sup>4</sup> [jmojica@agrosavia.co](mailto:jmojica@agrosavia.co) (Orcid: [orcid.org/0000-0001-7751-8631](https://orcid.org/0000-0001-7751-8631))

<sup>5</sup> [dlombo@agrosavia.co](mailto:dlombo@agrosavia.co) (Orcid: [orcid.org/0000-0002-5005-4264](https://orcid.org/0000-0002-5005-4264))

Recibido: 23 junio 2020

Aceptado: 08 setiembre 2020

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



## ABSTRACT

**Evaluation of *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. genotypes for seed production in the Colombian Caribbean.** The seed production capacity to facilitate the adoption and conservation of these species by producers. The objective of this research was to evaluate genotypes of *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. for seed production. The research work was carried out at the Motilonia Research Center of the Colombian Corporation for Agricultural Research - AGROSAVIA. Four accessions of *C. brasiliensis* (17009, 17462, 21461 and 21825) from the International Center for Tropical Agriculture-CIAT were evaluated. They were established in 3.0 x 3.0 m plots, with 0,5 x 0,5 m between plants and furrows. The statistical effect of the different accessions of *C. brasiliensis* on the number of pods per capacity, pod length, pod diameter, seeds per pod, weight of 100 seeds, seed diameter and yield was analyzed by means of an ANOVA analysis of a via, complying with a BCA design. The statistical effect of the different accessions of *C. brasiliensis* on the number of pods per sampling, 0,25 m<sup>2</sup>, pod length, pod diameter, seeds per pod, weight of 100 seeds, seed diameter and yield, was analyzed using an ANOVA one-way analysis, complying with a BCA design. The accessions of *C. brasiliensis*, showed a significant statistical effect on the number of pods per sampling, pod diameter, seed diameter, weight of 100 seeds and seed yield. The best result in terms of yield was for accessions 17462, 21825 y 17009 with values of 745,6, 584,9 and 509,9 kg/ha, respectively, indicating the potentialities of *C. brasiliensis*. The accessions 17462, 21825 and 17009 of *C. brasiliensis* presented good seed production under conditions of the Colombian dry Caribbean, which constitutes an important characteristic for the selection of promising genotypes for animal feed.

**Key words:** Forage, legumes, yield, plant propagation

## INTRODUCCIÓN

El departamento del Cesar, Colombia, posee un inventario bovino de 1.437.588 cabezas de ganado, que representa aproximadamente el 5,1% a nivel nacional (ICA, 2020), siendo la ganadería una de las actividades con importancia económica y social en esta región, resaltando su influencia en el sector rural. El sistema de producción de ganado doble propósito predomina en la región, donde la base de la alimentación de los animales es el uso de forrajes en pastoreo, principalmente gramíneas en monocultivo tales como pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) y Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) (Mojica, Castro, Silva, Hortua, & García, 2013; Mojica, Castro, Carulla, & Lascano, 2017).

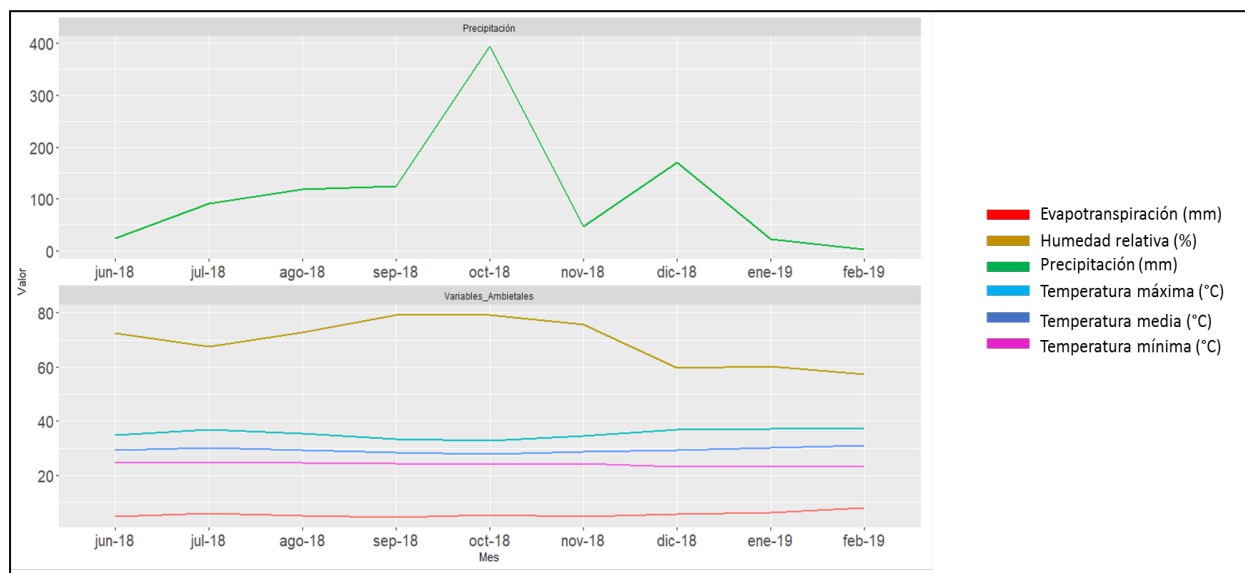
La inclusión de leguminosas que demuestran buena producción de forraje y, generalmente, altos contenidos de proteína cruda, se presenta como una alternativa de alimentación para compensar la baja oferta de forraje y proteína cruda en la alimentación de los bovinos en la época seca en el caribe seco colombiano (Castro, Sierra, Mojica, Carulla, & Lascano, 2017). *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth. es una leguminosa herbácea promisoría en esta región debido a su potencial de producción de forraje, contenido de proteína cruda y respuesta positiva en la producción de leche en ganado doble propósito (ICA, 2020; Castro et al., 2017; Castro, Mojica, Carulla, & Lascano, 2018). Se puede establecer en una altitud desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m. tolerando condiciones de extrema sequía (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2010) y ha demostrado respuesta positiva sobre la producción de semilla en ambientes muy secos (Vivas, 2014).

De acuerdo con lo anterior, se deben desarrollar iniciativas para definir modelos de producción de semilla en *C. brasiliensis* (Douxchamps, Mena, Hoek, Benavidez, & Schmidt, 2011) y manejo agronómico, que garanticen la producción potencial de este cultivo (Peters, Franco, Schmidt & Hincapié, 2011). Se conoce poco sobre el potencial de producción de semilla artesanal, referida en la forma como lo haría el pequeño productor, de *C. brasiliensis* (Douxchamps, 2010; Peters et al., 2011; Douxchamps et al., 2011), por tanto, es importante evaluarla en condiciones edafoclimáticas del caribe seco colombiano, considerando que el 90% del total de las unidades productivas ganaderas del departamento del Cesar, corresponden a pequeños productores (UPRA, 2020). El objetivo de este estudio fue evaluar genotipos de *Canavalia brasiliensis* para producción de semilla en el Caribe seco colombiano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La evaluación se desarrolló en el centro de Investigación Motilonia (10° 0'7" N, 73° 14'51" W), de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia, que está ubicado en el municipio de Agustín Codazzi-Cesar, a una altitud de 106 m.s.n.m., presenta una precipitación media anual de 1585 mm, temperatura media anual de 28,7 °C y una humedad relativa del 70%. El experimento se realizó desde Julio del 2018 a febrero del 2019, que se sincronizó con la segunda época de lluvia del año para el desarrollo vegetativo del cultivo y la primera época seca del año para la fase final del ciclo reproductivo (Figura 1).



**Figura 1.** Variables ambientales durante el periodo de evaluación 2018 – 2019 en Agustín Codazzi – Cesar, Colombia para el establecimiento de *C. brasiliensis* como fuente de semilla en Agustín Codazzi – Cesar, Colombia.

### Material Biológico

Se utilizaron cuatro accesiones de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth., (17009, 17462, 21461 y 21825), proporcionadas por el banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Palmira Valle del Cauca. Se realizaron pruebas de germinación obteniéndose resultados superiores al 90%, en las cuatro accesiones, después de un pretratamiento de hidratación durante 12 horas antes de la siembra.

### Manejo agronómico

Se establecieron cuatro parcelas de 3,0 x 3,0 m con distancias de siembra de 0,5 x 0,5 m entre plantas y entre surcos. Durante los primeros 30 días se realizó control manual de malezas. El momento de cosecha de semilla se determinó mediante observación cuando las vainas maduraron manifestado por un cambio de color, pasando de amarillo a café.

### Variables evaluadas

Para cuantificar la capacidad de producir semillas en genotipos de *C. brasiliensis*, se midió la cantidad de días necesarios para cosechar semilla (DAC), y número de vainas por muestreo en 0,25 m<sup>2</sup> (NV). También se cuantificó la longitud (LV), diámetro (DV) y número de semillas por

vaina (NSV), resultado de un promedio de 10 vainas; peso de 100 semillas (PCS); diámetro de semilla (DS), resultado de un promedio de 10 semillas; rendimiento kg/ha (R).

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques. Las unidades experimentales (12) fueron parcelas de 3,0 x 3,0 m y las unidades muestrales correspondieron a los surcos centrales para evitar el efecto de borde. Las parcelas tenían una separación de 1,0 m entre repeticiones y 2,0 m entre bloques.

Las variables de respuesta fueron analizadas siguiendo los principios de la estadística tradicional; evaluando los supuestos de normalidad mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, igualdad de varianzas usando la prueba de Bartlett. Los tratamientos fueron aleatorizados con el objetivo de cumplir con la independencia de los datos. Para el análisis de varianza, se llevó a cabo una ANOVA de una vía y se analizó el efecto estadístico de las accesiones de *C. brasiliensis* sobre las variables de estudio, teniéndose en cuenta un nivel de confianza del 95% ( $P < 0,05$ ). La comparación de medias fue realizada mediante test de Duncan. El análisis de los datos se hizo a través del programa R Core Team (2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los genotipos de *C. brasiliensis* fueron cosechados entre los 230 y 240 días después de la siembra; este periodo fue superior al reportado por Franco y Peters (2007), quienes mencionan que la cosecha se presentó entre las 15 y 18 semanas después de la siembra. Esto pudo deberse a varios factores, como las condiciones de baja precipitación y alta temperatura presentes (Figura 1), además de la no fertilización y el componente genético de las accesiones evaluadas; aunque se reporta que esta especie puede soportar periodos prolongados de sequía (Douxchamps et al., 2011).

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) por efecto del genotipo para las variables morfológicas y productivas, con excepción del NSV y LV, tal como se muestra en el Cuadro 1. Entre los genotipos evaluados, el NSV osciló entre 5 y 6 unidades, la LV osciló entre 10,0 y 10,5 cm.

**Cuadro 1.** Parámetros morfológicos y productivos de cuatro accesiones de *Canavalia brasiliensis*

Variables	Accesión				Valor p	CV
	17009	17462	21641	21825		
Número de vainas (Unidades)	4,13 <sup>b</sup>	6,31 <sup>a</sup>	2,15 <sup>c</sup>	4,62 <sup>b</sup>	< 0,001	0,30
Rendimiento (kg/ha)	507,9 <sup>b</sup>	745,6 <sup>a</sup>	375,9 <sup>c</sup>	584,9 <sup>b</sup>	<0,001	0,47
Peso de 100 semillas (g)	57 <sup>ab</sup>	63 <sup>a</sup>	56 <sup>ab</sup>	52 <sup>b</sup>	<0,001	0,25
Diámetro de vaina (mm)	9,06 <sup>b</sup>	9,37 <sup>b</sup>	9,39 <sup>b</sup>	10,19 <sup>a</sup>	<0,001	0,13
Diámetro de semilla (mm)	5,76 <sup>b</sup>	6,03 <sup>a</sup>	6,23 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	<0,001	0,10
Número de semilla por vaina (Unidades)	5,24	4,90	5,38	5,75	>0,05	0,39
Longitud de vaina (cm)	9,16	9,13	9,16	10,20	>0,05	0,37

Medias con distinta literal en la misma fila indica diferencia estadística ( $P < 0,001$ ); CV: coeficiente de variación.

La accesión 21825 presentó el mayor DV ( $P < 0,001$ ), con 10,2 mm, lo que indica que este genotipo presentó vainas más anchas, pero de poca longitud y con las semillas de mayor diámetro ( $P < 0,001$ ), como se muestra en el Cuadro 1. En este estudio, los valores encontrados para LV y DV estuvieron dentro del rango descrito por Peters et al., (2010), aunque inferiores a los 12,5 cm, reportados por Douchamps et al. (2011); el NSV también fue menor (4,8 y 5,7 semillas) en comparación con lo reportado por los anteriores autores (12 semillas).

Esto pudo deberse a que esta evaluación se realizó bajo condiciones de no fertilización y es ampliamente conocido que el suplemento con los nutrientes requeridos por la planta favorece la producción de semilla, como se ha observado en leguminosas tropicales (Salinas, 1984), especialmente cuando se aplica en el estado reproductivo de la planta (Febles, Pérez, & Padilla, 1983). Además, en otras leguminosas se han identificado factores que pueden generar estrés en la planta y afectar el llenado de vainas, tal como la alta temperatura y el estrés hídrico (Prasad, Boote, Allen, & Thomas, 2002; Barrera-Lemus, 2016; Farooq et al., 2017; Gogoi et al., 2018). Durante los últimos meses antes de la cosecha se presentó una temperatura máxima promedio de 37 °C y una baja precipitación, tal como se evidencia en la Figura 1, lo cual pudo incidir negativamente en esa variable evaluada.

La accesión 17462 presentó el mayor NV, mientras que el genotipo 21641 presentó el menor valor. Al analizar la variable de respuesta PCS, se observó que los genotipos 17462, 17009 y 21641 presentaron los mayores valores, en orden decreciente. El mayor PCS obtenido por la accesión 17462, fue cercano al valor descrito por Peters et al. (2010). Finalmente, el genotipo 17462 tuvo el mayor rendimiento de semilla ( $P < 0,001$ ), con 745,6 kg/ha, diferenciándose de las otras accesiones; seguido de 21825 y 17009 que presentaron similares valores, 584,9 y 507,9 kg/ha, respectivamente, lo que indica que estas tres accesiones presentaron una buena producción de semilla, en las condiciones de evaluación. A pesar de la poca información disponible respecto a la producción de semilla de esta especie, algunos autores mencionan que el rendimiento puede estar entre 1,5 y 2,0 t/ha, sin embargo, indican que no hay información confiable (Peters et al., 2010) y estos posibles rendimientos más altos reportados podrían estar asociados a un sistema de producción de semilla más tecnificado utilizando tutores, manejo que beneficia la producción de semilla, tal como lo menciona Douxchamps et al. (2011), lo que se diferenciaría con el sistema de producción utilizado en esta investigación.

En otra investigación desarrollada bajo condiciones de la región geográfica Valle del Patía, Colombia (Ledezma, 2019), se encontró que la producción de semilla de la accesión 17009 osciló entre 144 y 63,3 kg/ha, para las localidades de Porvenir y La torre respectivamente, considerando una densidad de siembra de 4.000 plantas/ha y una altitud entre 608 y 625 m.s.n.m. Esto quiere decir que, si se extrapolan esos valores reportados para comparar resultados de producción de semilla, a la densidad utilizada en esta investigación (40.000 plantas/ha), y asumiendo un comportamiento lineal, se obtendrían 1.440 kg/ha para la localidad del Porvenir y 633 kg/ha en el municipio de La torre, de la investigación reportada. De esta manera, los resultados obtenidos en esta investigación estarían dentro del rango de producción obtenido en condiciones de la región geográfica Valle del Patía, Colombia; sin embargo, fueron menores al valor más alto (Ledezma, 2019). Esto puede deberse al efecto de las condiciones edafoclimáticas. También es válido destacar que, mediante producción artesanal o tecnificada, la accesión 17009 puede tener una buena producción de semilla potencial, característica que se suma a su buena producción de forraje (Castro et al., 2018; Burbano, Mojica, Brochero, Cardona, & Castro, 2019).

Adicionalmente, también se ha considerado como promisoría en otras regiones, como Centro América. Para la alimentación bovina se han reportado incrementos de la ganancia de leche hasta en un 20 – 30 %, en combinación con residuos de maíz (Douxchamps, 2010; Douxchamps et al., 2014; García et al., 2019). De esta manera se evidencia una respuesta prometedora para la producción de semilla derivada de la variabilidad genética presente en la población de *C. brasiliensis* caracterizada.

## CONSIDERACIONES FINALES

En conclusión, las accesiones 17462, 21825 y 17009 de *C. brasiliensis* presentaron una buena producción de semilla de 745,6, 584,9 y 509,9 kg/ha respectivamente en condiciones del Caribe seco colombiano, lo cual constituye una característica importante para la selección de genotipos promisorios para alimentación animal.

## AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), por la financiación de este estudio. También se agradece a todas las personas que hicieron parte del proyecto.

## CONFLICTO DE INTERESES

Por la presente confirmamos que este manuscrito no tiene ningún tipo de conflicto de intereses. Los autores corroboran la declaración anterior y aprueban el manuscrito final.

## LITERATURA CITADA

- Barrera-Lemus, B.Y.S. (2016). Mecanismos morfofisiológicos asociados con la tolerancia a altas temperaturas en frijol común *Phaseolus vulgaris* L. [Tesis para optar por el título de Maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; Sede Palmira.
- Burbano, E.E., Mojica, R.J.E., Brochero, A.G.A, Cardona, I.J.L, & Castro, R.E. (2019). Producción de forraje en leguminosas tropicales, en el caribe seco colombiano. *Pastos y Forrajes;* 42(2): 143-151.
- Castro, R.E., Sierra, A.A.M, Mojica, R.J.E, Carulla, F.J.A, & Lascano, A.C.E. (2017). Efecto de especies y manejo de abonos verdes de leguminosas en la producción y calidad de un cultivo forrajero utilizado en sistemas ganaderos del trópico seco. *Arch. Zootec.;* 66 (253): 99-106.
- Castro, R.E., Mojica, R.J.E, Carulla, F.J.A, & Lascano, A.C.E. (2018). Evaluation of legumes as green manure in forage crops for livestock in the dry Colombian Caribbean. *Agronomía Mesoamericana.;* 29(3): 597-617.



- Douxchamps, S. (2010). Integration of *Canavalia brasiliensis* into the crop-livestock system of the Nicaraguan hillsides: environmental adaptation and nitrogen dynamics. Ph.D. diss., [Tesis doctorado]. Suiza: ETH Zurich.,Switzerland.; 2010.
- Douxchamps, S., Mena, M., Hoek, R., Benavidez, A., & Schmidt, A. (2011). *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth CIAT 17009: Forraje que restituye la salud del suelo y mejora la nutrición del ganado. Managua, Nicaragua. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Douxchamps, S., Rao I.M., Peters, M., Van der Hoek, R., Schmidt, A., Martens, S., Polania, J., Mena, M., Binder, C., Scholl, R., Mosimann, A., Holman, F., Quintero, M., Kreuzer, M., Frossard, E., & Oberson, A. (2014). Farm-scale tradeoffs between legume use as forage versus green manure: *The case of Canavalia brasiliensis. Agroecology and Sustainable Food Systems.*; (38): 25–45.
- Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, SS., & Siddique, KHM. (2017). Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science.*; 203(2): 81-102.
- Febles, G., Pérez, J., & Padilla, C. (1983). Efecto del momento de aplicación del fertilizante fosfórico en la producción de semilla de *Neonotonia wightii*. *Rev Cub Cienc Agric.*; (17): 171-178.
- Franco, L.H., & Peters, M. (2007). *Canavalia brasiliensis*, una leguminosa multipropósito Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- García, E., Siles, P., Eash, L., Van der hoek, R., Kearney, S.P., Smukler, S.M., & Fonte, S.J. (2019). Participatory evaluation of improved grasses and forage legumes for smallholder livestock production in Central America. *Experimental Agriculture*; 55(5): 776-792.
- Gogoi, N., Farooq, M., Barthakur, S., Baroowa, B., Paul, S., Bharadwaj N., & Ramanjulu, S. (2018). Thermal stress impacts on reproductive development and grain yield in grain legumes. *Journal of Plant Biology.*; 61(5): 265-291.
- ICA. (Instituto Colombiano Agropecuario). (2020). Censo Pecuario Nacional Año 2020. 2020.<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018> . Consultado 04 Jun, 2020.
- Ledezma, G.B.A. (2019). Evaluación del potencial de producción de semillas de seis especies leguminosas forrajeras tropicales en el Valle del Patía, Colombia [Tesis doctorado]Ph.D. diss.,. Colombia: Universidad del Cauca. Cauca, Colombia.; 2019.

- Mojica, R.J.E, Castro, R.E., Silva, Z.J., Hortua, C.H., & García, Q.L. (2013). Producción y calidad composicional de la leche en función de la alimentación en ganaderías doble propósito del departamento del Cesar. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Mojica, R.J.E., Castro, R.E., Carulla, F.J., & Lascano, A.C.E. (2017). Effect of stage of maturity on fatty acid profile in tropical grasses. *Corpoica Cienc Tecnol.*; 18(2): 217-232.
- Peters, M., Franco, H., Schmidt, A., & Hincapié, B., (2011). Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del trópico americano. CIAT no. 374. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Peters, M., Franco, L.H., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2010). Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del trópico americano. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Prasad, P.V.V., Boote, K.J., Allen, L.H., & Thomas, J.M.G. (2002). Effects of elevated temperature and carbon dioxide on seed set and yield of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Glob Chang Biol.*; 8(8): 710–21.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at <https://www.R-project.org/>.
- Salinas, G.J. (1984). Fertilización para la producción de semillas de pastos tropicales. Primer curso intensivo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. 32.
- UPRA. (Unidad de planificación rural agropecuaria). (2020). Análisis del sistema territorial agropecuarios y de las problemáticas y potencialidades para el departamento del Cesar. Bogotá, Colombia. 2018. <https://www.upra.gov.co/>. Consultado 13 Feb.
- Vivas N.J. (2014). Caupí (*Vigna unguiculata*) y Canavalia (*Canavalia brasiliensis*) como materias primas no convencionales en alimentación de pollos de engorde. Ph.D. diss., 2014. [Tesis doctorado]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; Sede Palmira. Colombia. p 87.