

## Suplementación con forrajeras arbóreas para producción de leche bovina en máximas y mínimas precipitaciones en la Amazonía peruana

### Supplementation with arboreal forage for production of bovine milk in maximum and minimum rainfall in the Peruvian Amazon

Daniel Ushiñahua-Ramírez<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agraria El Porvenir, Instituto Nacional de Innovación Agraria, San Martín, Perú.  
Ing., ✉ [dushinahua@inia.gob.pe](mailto:dushinahua@inia.gob.pe),  <https://orcid.org/0000-0002-1635-9937>

\* Autor de Correspondencia: Tel. +51 947789410

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20232.911>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

[revista.riagrop@untrm.edu.pe](mailto:revista.riagrop@untrm.edu.pe)

Recepción: 05 de febrero 2023

Aprobación: 09 de marzo 2023

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



#### Resumen

El objetivo fue realizar la suplementación con cuatro arbóreas forrajeras, para evaluar la producción de leche en bovinos mayores de 10 años, pastoreadas con *Brachiaria brizantha*, en épocas de mínima y máxima precipitación en la región San Martín. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro tratamientos: morera (T1), leucaena (T2), moringa (T3) y cratylia (T4) y un testigo (*Brachiaria brizantha*) y tres repeticiones cada uno. Se evaluaron altura de planta, diámetro de tallo, producción de forraje y leche. Los resultados mostraron que moringa y leucaena alcanzan mayor altura y diámetro de tallo en ambas épocas de precipitación. En cuanto al rendimiento de materia seca el mayor promedio lo obtuvo la especie moringa con 2,67 t/ha. En máxima precipitación la mayor producción de leche/vaca/día fue con suplemento alimenticio moringa y pastoreo *B. brizantha* y en mínima precipitación la mayor producción de leche/vaca/día se obtuvo en vacas suplementadas con morera y pastoreadas con *B. brizantha*. En conclusión, la mejor combinación la constituye la moringa y *B. brizantha* en ambas épocas.

**Palabras claves:** Clima; forraje; ganado; *Moringa oleífera*; rendimiento.

## Abstract

The objective was to supplement with four forage trees to evaluate milk production in cattle over 10 years of age, grazed with *Brachiaria brizantha*, in periods of minimum and maximum rainfall in the San Martín region. The experimental design was randomized blocks with four treatments: morera (T1), leucaena (T2), moringa (T3) and cratylia (T4) and a control (*Brachiaria brizantha*) and three replications each. Plant height, stem diameter, forage and milk production were evaluated. The results showed that moringa and leucaena reached greater height and stem diameter in both rainfall periods. In terms of dry matter yield, the highest average was obtained by moringa species with 2.67 t/ha. At maximum rainfall the highest milk production/cow/day was obtained with moringa feed supplement and grazing *B. brizantha* and at minimum rainfall the highest milk production/cow/day was obtained in cows supplemented with morera and grazed with *B. brizantha*. In conclusion, the best combination is moringa and *B. brizantha* in both seasons.

**Keywords:** climate, forage, livestock, *Moringa oleifera*, yield.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad económica importante en América Latina, no obstante, los indicadores de producción han permanecido invariables en las últimas décadas, teniendo repercusiones negativas sobre la economía de los productores (Rodríguez, 2011). El desarrollo de la actividad ganadera haciendo uso de especies leñosas, arvenses y trepadoras en asocio con las pasturas, es una alternativa que debería fomentarse en las diferentes zonas ganaderas, en especial en los trópicos, debido a su gran biodiversidad vegetal (Pinto et al., 2002).

La actividad ganadera, es una de las principales actividades económicas en la región San Martín (Perú), con la utilización de gramíneas naturales e introducidas con buen rendimiento inicial, que disminuye por el manejo inadecuado de suelos sobrepastoreados. Con la utilización de alimentos concentrados y otros suplementos se mejoró en forma gradual anualmente, la producción de leche y carne de 4.5 a 6.5 litros de leche por día en los últimos años, por debajo al promedio de la costa (Al-Masri, 2003).

Mejorar la tendencia existente con la implementación de bancos de proteína y cubrir el déficit alimenticio del ganado es el reto. Todos los pastos presentan contenidos de proteína (menos de 12%) que no satisfacen los requerimientos del animal, sin embargo, esto se puede equilibrar abasteciendo en la dieta de forrajes y arbustos que tengan contenido de proteína superior al 15% (Villada et al., 2004). Un alto número de leñosas forrajeras tienen potencial de producción de biomasa vegetal que sirven como alimento para bovinos en sistemas silvopastoriles (SSP) y podrían ayudar a mitigar los efectos del cambio climático y las deficiencias nutricionales en zonas secas (Pérez et al., 2013; De la Cruz y Gutiérrez 2006). Las forrajeras arbóreas son usadas en las dietas alimenticias del ganado para diluir el contenido de almidón en la ración, prevenir la acidosis y regular la producción de metano en el rumen (Mendoza y Ricalde, 2016). La alimentación de rumiantes en sistemas de producción intensiva para la producción de lácteos requiere el suministro de niveles muy altos de energía y proteínas (Hoffmann et al., 2003). La mayoría de especies forrajeras arbóreas tienen plasticidad

ecológica por encontrarse en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura (Pérez et al., 2010). Por ello, su uso en la dieta de vacas lecheras en silvopastoreo podría mejorar el balance y la utilización de la energía contenida en ésta y, en consecuencia, optimizar la producción y la calidad de la leche (López et al., 2015).

Bajo este contexto se planteó evaluar la suplementación con forrajeras arbóreas para

producción de leche bovina en máximas y mínimas precipitaciones en la Amazonía peruana.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de estudio

El experimento se desarrolló en la EEA. El Porvenir, distrito Juan Guerra, región San Martín (Figura 1).

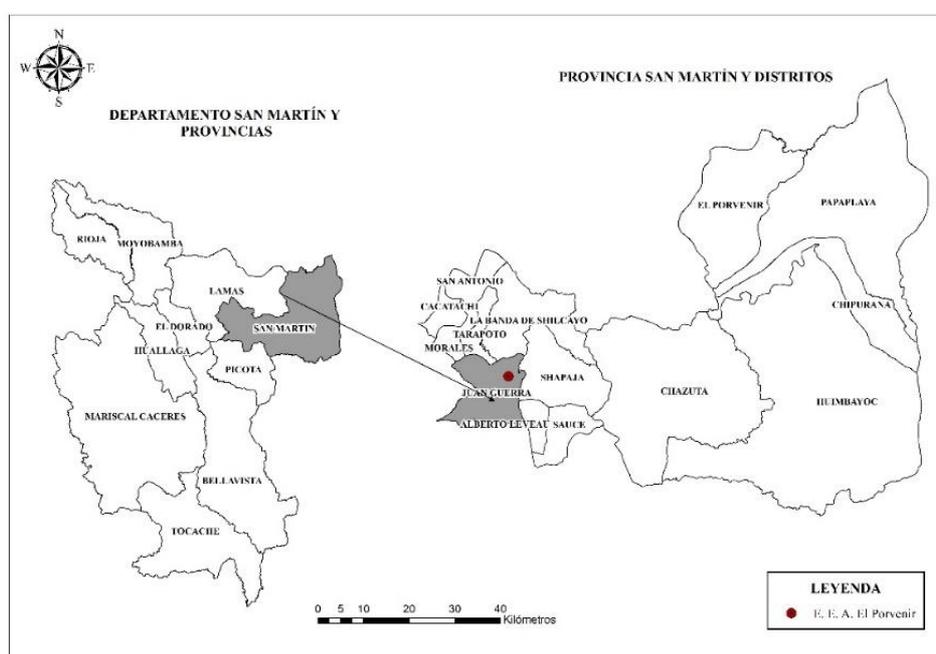


Figura 1. Ubicación del área experimental.

Los datos meteorológicos se registraron de enero a junio como época de mínimas precipitaciones (temperatura media de 27.6 °C y precipitación de 453.6 mm) y de julio a diciembre como época de máximas precipitaciones (temperatura media de 26.6 °C y precipitación de 240.70 mm).

### 2.2. Material vegetal y diseño experimental

Las especies arbóreas forrajeras se denominaron como tratamientos: morera (*Morus alba*) (T1),

leucaena (*Leucaena leucocephala*) (T2), moringa (*Moringa oleifera*) (T3) y cratylia (*Cratylia sp.*) (T4). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y un testigo de *Brachiaria brizantha* con tres repeticiones, en máxima y mínima precipitación.

### 2.3. Variables evaluadas

La altura de la planta se midió desde la base del tallo hasta la copa del árbol con ayuda de una wincha, Para el diámetro de tallo se usó una

forcípula forestal. También se evaluó materia verde y seca en dos épocas: en mínima y máxima precipitación.

La materia verde se evaluó en campo teniendo en cuenta 10 plantas centrales completas por parcela, se pesó en una balanza digital y se registró el dato. Para realizar la evaluación de materia seca se colectó muestras de 250 g de materia verde de 10 plantas centrales de cada parcela y por cada tratamiento se etiquetó y se llevó a laboratorio, luego se colocó en estufa a 60 °C hasta obtener el peso constante.

Para la producción de leche se sometió a suplementación con forrajeras arbóreas a 15 vacas, Brown Swiss, mayores de 10 años: 3 vacas alimentadas por cada forrajera arbórea, reemplazando la ración de concentrado y vacas como testigo al pastoreo. El alimento picado se calculó diariamente asignándoles el 10% del

peso total de cada animal, observando que la variación fue de 3 a 4 kilogramos. La producción de leche se registró 33 días consecutivos a dos ordeños manuales por día.

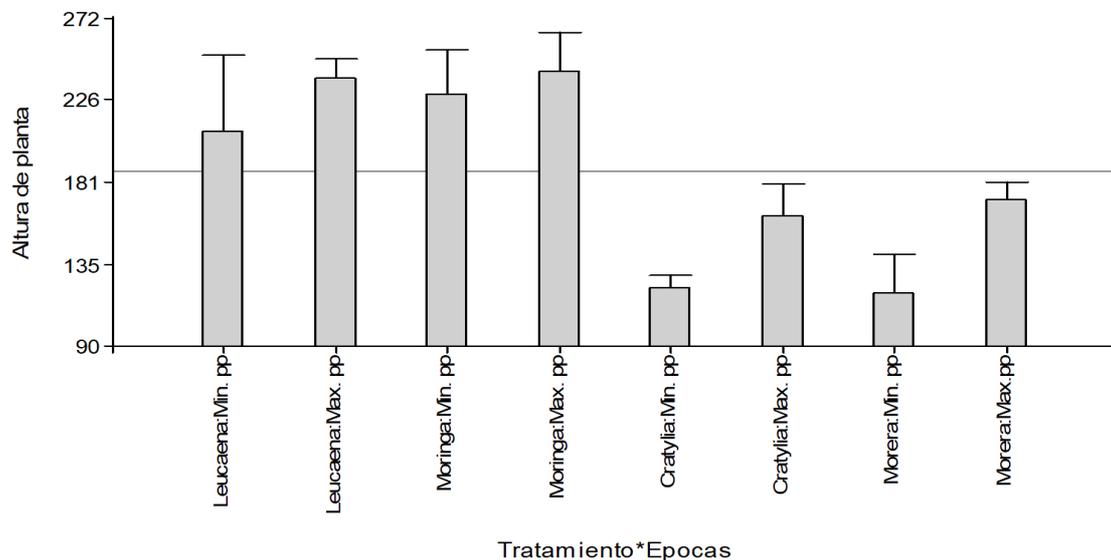
#### 2.4. Análisis de datos

Los datos fueron transformados a rendimiento por hectárea. Posterior a ello, se aplicó un análisis de varianza para ver diferencias a nivel de tratamientos y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de significación, mediante el programa InfoStat/versión 2018p.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Altura de planta y diámetro de tallo

La altura de planta de moringa y leucaena superó en casi el doble a los demás tratamientos. Las especies morera y cratylia estuvieron por debajo de los límites de confianza para altura de planta (Figura 2).



**Figura 2.** Altura de plantas (cm) en máxima y mínima precipitación.

Respecto a la altura de planta (Tabla 1) moringa y leucaena resultaron estadísticamente iguales entre sí (tukey,  $p \leq 0.05$ ). En lo que respecta al diámetro de tallo, moringa fue estadísticamente superior a las otras especies, estos resultados

son inferiores a los obtenidos por López (2014) para el mismo cultivo en un rango altitudinal de 500-600 m s. n. m. en condiciones de Guatemala obteniendo un valor de 3.92 m.

**Tabla 1.** Altura promedio de planta y diámetro de tallo en máxima y mínima precipitación

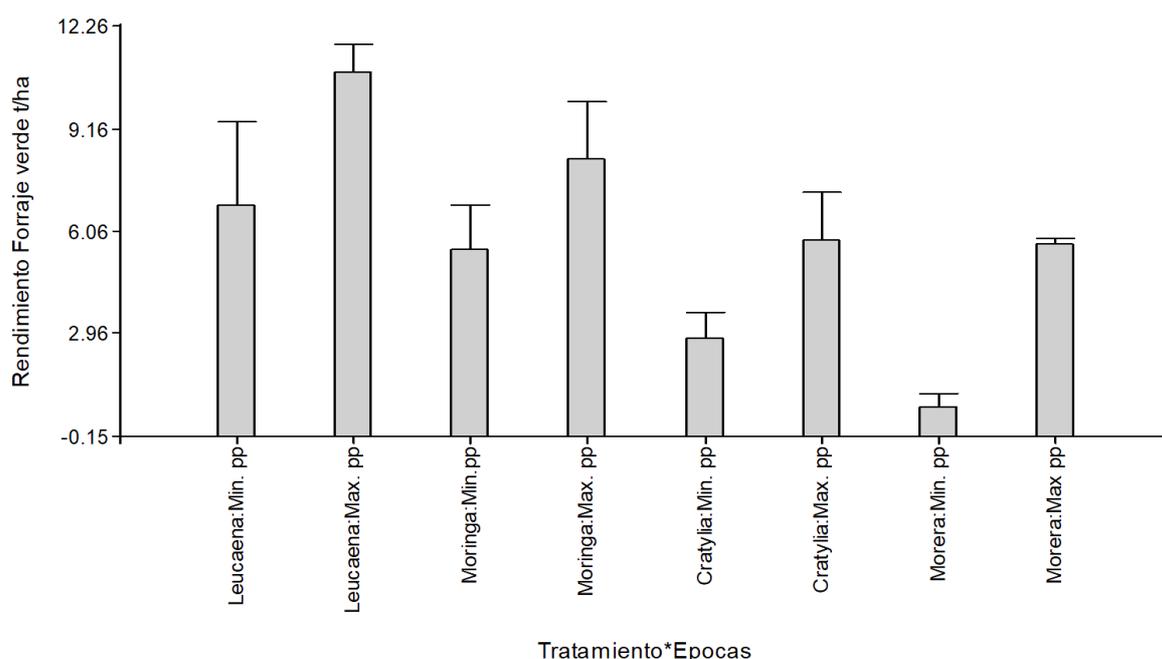
Especies	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)
Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	235.80 a	5.27 a
Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	223.70 a	3.79 b
Morera ( <i>Morus alba</i> )	144.80 b	3.87 b
Cratylia ( <i>Cratylia</i> sp.)	141.80 b	2.50 c
<b>Promedio</b>	<b>186.52</b>	<b>3.86</b>

Otro cultivo que reportó valores altos fue la leucaena y es superior a lo obtenido por Anguiano et al. (2012) quien obtuvo un valor de 138.28 m en condiciones de Colima, México con altas densidades de siembra bajo cocotero a una altura de 59 m s. n. m.

El tratamiento con moringa también fue superior y presentó diferencias estadísticas en cuanto a diámetro de tallo, resultado superior a lo encontrado por López (2014) quien obtuvo un diámetro de tallo de 1.25 cm.

### 3.2. Forraje verde y materia seca

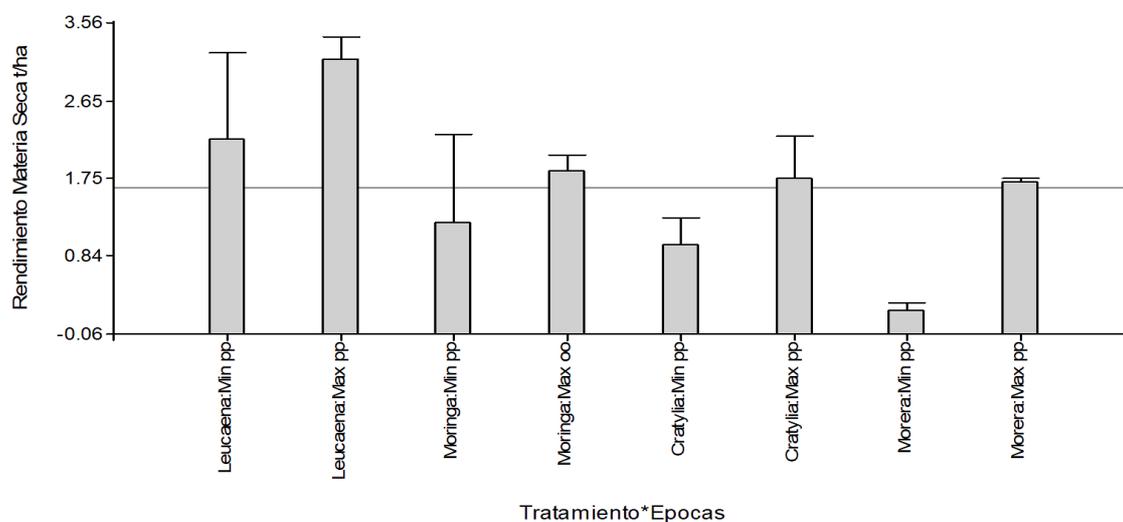
La figura 3 presenta el promedio de producción de forraje verde y materia seca en máxima y mínima precipitación. En cuanto a forraje verde los valores más altos se reportaron para leucaena y moringa con 8.84 y 6.84 t/ha. El valor obtenido por el tratamiento a base de moringa en esta investigación es inferior a lo obtenido por Navas (2019) quien obtuvo un forraje verde de planta completa de 12.8 t/ha en condiciones agroecológicas de Colombia.



**Figura 3.** Promedio Forraje Verde t/ha de cuatro arbóreas forrajeras en dos épocas de precipitación.

En materia seca leucaena más *Brachiaria brizantha* fue superior a las demás forrajeras arbóreas con un valor de 2.67 t/ha (Figura 4). estos resultados son inferiores a los que reportan Benítez-Bahena et al. (2010) para leucaena más *Brachiaria brizantha* a una densidad de siembra de 2500 plantas/ha con la que obtuvo una materia seca de 8.28 Kg/ha en la región de Morelos, México. Trabajos

realizados con leucaena. mostraron beneficios para la producción de cultivos y la mejora animal (Adegun et al., 2011). Shelton y Dalsell (2007) demostraron que la implementación de sistemas silvopastoriles con leucaena actúa en la mitigación de salinidad y gases de efecto invernadero, control de la erosión. mejora de la calidad del agua y mejora de la fertilidad del suelo por la fijación de nitrógeno.



**Figura 4.** Producción promedio de materia seca t/ha en dos épocas de precipitación.

La tabla 2, muestra las medias por cada especie arbórea en producción de forraje verde y materia seca en kg/ha. La moringa fue el tratamiento que obtuvo el segundo lugar más alto con 1.67 t/ha de materia seca, sin embargo, este valor es inferior a lo obtenido por Ledea-Rodríguez et al. (2018) quienes obtuvieron

valores de materia seca de moringa de 7.3 t/ha en condiciones de Cuba.

Pese a que la morera no obtuvo los mejores rendimientos de materia seca. se trata de una planta multipropósito y tiene excelentes cualidades nutricionales por su alto contenido de proteína y energía (Martín et al., 2007).

**Tabla 2.** Forraje verde y materia seca (t/ha) de cuatro arbóreas forrajeras

Especies	Forraje verde (t/ha)	Materia seca (t/ha)
Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	8.84 a	2.67 a
Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	6.84 a	1.67 b
Morera ( <i>Morus alba</i> )	4.31b	1.36 b
Cratylia ( <i>Cratylia</i> sp.)	3.24 b	0.96 c

### 3.3. Producción de leche

La producción de leche alcanzó su valor máximo con el tratamiento que combinó *B. brizantha* + moringa con un valor de 10.30 l/día/vaca (Tabla 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Pazmiño (2020) para una mezcla de 2kg de ensilado de maíz y 4kg de moringa logrando una producción de leche de 10.57 l/día/vaca para animales mestizos de Holstein y Brown Swiss en la provincia de

Bolívar. Ecuador. Por otro lado, Reyes et al. (2006) obtuvo valores inferiores a los de esta investigación en condiciones de Nicaragua. en su evaluación del efecto de alimentar con diferentes niveles de follaje de *Moringa oleifera* Lam a vacas lecheras *Bos indicus* en la producción de leche. La producción de leche para la combinación de heno de *B. brizantha* y suplementación con 2 kg y 3 kg de materia seca de moringa fue de 5.1 l/vaca/día.

**Tabla 3.** Producción de leche con pastoreo y suplemento de cuatro arbóreas forrajeras

Tratamientos	Producción de leche (litros/día/vaca)	
	Máxima pp	Mínima pp
<i>B. brizantha</i> + Moringa	10.30 a	4.17 b
<i>B. brizantha</i> + Morera	8.38 a b	6.67 a b
<i>B. brizantha</i> + Leucaena	7.68 a b	5.90 a b
<i>B. brizantha</i> + Cratylia	6.80 a b	5.00 a b
<i>B. brizantha</i>	5.96 a b	5.83 a b

La inclusión hasta el 50 % de moringa en las dietas animales. acrecienta la ganancia de peso diario. disminuyendo el uso de los suplementos comerciales para satisfacer los requerimientos del ganado, en especial en época de estiaje. Además, el forraje de moringa contiene cantidades elevadas de proteína, por lo que sería aconsejable para potencializar su producción y aplicación en la alimentación del ganado (Alvarado-Ramírez, 2018). atestiguando sus bondades con los resultados obtenidos en la producción de leche de nuestro estudio.

Kakengi et al. (2021) para un cruce de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* selectos obtuvieron un promedio de producción de leche de 14.1 litros/día con leucaena, sin embargo, no presentó diferencias significativas en la

producción de leche neta en comparación a los tratamientos con moringa, lo que difiere de lo encontrado en esta investigación ya que si se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos a base de estas especies forrajeras arbóreas.

Rodríguez et al. (2014) demostraron que morera y moringa tienen mayor valor nutricional que leucaena en Cuba, a su vez un potencial superior como proteína de suplemento degradada dentro del rumen. Por otro lado, Pedraza (2013) encontró que la moringa mejora la producción de leche en vacas alrededor de 13.5 litros/día y sus características organolépticas mejorando la calidad de leche con relación a dietas tradicionales; estos resultados son superiores a los de esta investigación, lo cual podría deberse a factores

como la calidad de las gramíneas (Castro et al., 2008).

Milera et al. (2007) utilizaron morera y leucaena para mejorar la producción de leche en vacas Holstein x cebú y obtuvieron un promedio de 10 litros/día en los 53 primeros días posparto, resultados superiores a los obtenidos en esta investigación que fue de 8.38 l/vaca/día.

#### 4. CONCLUSIONES

La suplementación con arbóreas forrajeras mostró tener un impacto significativo en el aumento de la producción diaria de leche en máxima y mínima precipitación mostrando los mayores incrementos el tratamiento que combinó *Brachiaria brizantha* con *Moringa oleífera*. Sería apropiado combinar dietas con otros pastos forrajeros de la zona. La elección de la mejor combinación de forrajera arbórea y pasto permitirá mejorar la producción de leche en cantidad y calidad, permitiéndole el acceso a más mercados.

#### Declaración de intereses

Ninguna.

#### Referencias

- Adegun, M.K., Aye, P.A. y Dairo, F.A.S. (2011). Evaluation of *Moringa oleífera*, *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* - based multinutrient blocks as feed supplements for sheep in South Western Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(11), 1395-1401.
- Al-Masri, M.R. (2003). An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Tropical Animal Health and Production*, 35, 155- 167. <https://doi.org/10.1023/A:1022877603010>
- Alvarado-Ramírez, E.R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouallet, B., Martínez-González, J.C. y Hernández-Meléndez, J. (2018). *Moringa oleífera* Lam.: una alternativa forrajera en la producción pecuaria en México. *Agroproductividad*, 11 (2), 106-110.7.
- Anguiano, J.M., Aguirre, J. y Palma, J.M. (2012). Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46 (1), 103-107.
- Arias, Y.E. (2018). Niveles de urea y melaza en la alimentación de vacas mestizas gyrholando en pastoreo con suplementación de morera (*Morus ssp.*) y moringa (oleífera). [Tesis de pregrado, Universidad técnica estatal de Quevedo]. Repositorio institucional Universidad Técnica de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3576/1/T-UTEQ-0023.pdf>
- Benítez-Bahena, Y., Bernal-Hernández, A., Cortés-Díaz, E., Vera, G. y Carrillo, F. (2010). Producción de forraje de guaje (*Leucaena spp.*) asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3), 397-411.
- Castro, R.E., Mojica, R.J.E., León, J.M., Pabón, M.L., Carulla, F.J.E. y Cárdenas, R.E.A. (2008). Productividad de pasturas y producción de leche bovina bajo pastoreo de gramínea y gramínea + Lotus uliginosis en Mosquera, Cundinamarca. *Revista Medica de Zootecnia* 55, 9-21.
- De la Cruz, J.C. y Gutiérrez, G.A. (2006). Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones. *Avances en investigación agropecuaria*, 10 (3), 29 - 40.
- Hoffmann, E.M., Muetzel, S. y Becker, K. (2003). Effects of *Moringa oleífera* seed extract on rumen fermentation in vitro. *Archives of Animal Nutrition*, 57, 65-81. <https://doi.org/10.1080/0003942031000086617>
- Kakengi, A.M., Shem, M.N., Mtengeti, E.P. y Otsyina, R. (2001). *Leucaena leucocephala* leaf meal as supplement to diet of grazing dairy cattle in semiarid Western Tanzania. *Sistemas agroforestales* 52, 73-82. <https://doi.org/10.1023/A:1010642531865>
- Ledeá-Rodríguez, J.L., Rosell-Alonso, G., Benítez-Jiménez, D.G., Crucito-Arias, R., Ray-Ramírez, J.V., Nuviola-Pérez, D. y Reyes-Pérez, J.J. (2018). Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de *Moringa oleífera*, variedad Criolla. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 425-431. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.30436>
- López, J. (2014). Evaluación de tres densidades del cultivo de *Moringa oleífera*, en el suroccidente de Guatemala. [Tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar. Coatepeque]. Repositorio institucional. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Lopez-Uri.pdf>
- López, O., Lamela, L., Montejo, I.L. y Sánchez, T. (2015).

- Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38 (1), 46-54.
- Martín, G.J., Noda, Y., Pentón, G., García, D.E., García, F., González, E., Ojeda, F., Milera, M., López, O., Ly, J., Leiva, L. y Arece, J. (2007). La morera (*Morus alba* Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y forrajes*, 30 (5), 1-11.
- Mendoza, G.D. y Ricalde, R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
- Milera, M., Martín, G., Hernández, I., Sánchez, T. y Fernández, E. (2007). Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. *Avances en investigación agropecuaria*, 11(2), 3-14
- Navas, A. (2019). Bancos forrajeros de *Moringa oleífera*, en condiciones de bosque húmedo tropical. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 20 (2), 207-218. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1457](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1457)
- Pazmiño, D.A. (2020). Evaluación del efecto del ensilado de maíz (*Zea mays*) y ensilado de moringa (*Moringa oleífera*) sobre el desempeño productivo en vacas lecheras. [Tesis de pregrado, Universidad católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio institucional de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14307>
- Pedraza, R., Pérez, S., González, M., González, E., León, M. y Espinosa, E. (2013) Indicadores in vitro del valor nutritivo de *Moringa oleífera* en época de seca para ruminantes. *Revista de Producción Animal*, 25 (Especial), 1-4.
- Pérez, A.N., Ibrahim, M., Villanueva, C., Skarpe, C. y Cuerin, H. (2013). Diversidad forrajera tropical 2. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. *Agroforestería en las Américas*, 50, 44-52.
- Pérez, A., Sánchez, N., Amerangal, N. y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33 (4), 1-16.
- Pinto, R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F., Ortega, L. y Ramírez, L. (2004). Especies forrajeras utilizadas bajo silvo-pastoreo en el centro de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(2), 1-11.
- Reyes, N., Spörndly, E. y Ledin, I. (2006). Efecto de la alimentación de diferentes niveles de follaje de *Moringa oleífera* a vacas lecheras criollas sobre la ingesta, digestibilidad, producción y composición de la leche. *Ciencia ganadera*, 101(1-3), 24-31.
- Ritter, N. (2009). Cálculo de costos de producción de un litro de leche y graficación de curvas de lactancia en un sistema bufalino en la zona de Planeta Rica (Córdoba). [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio institucional UNILASALLISTA. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/394>
- Rodríguez, D.M. (2018). Plan exportador de moringa como suplemento alimentario para bovinos, hacia el mercado Americano "Texas". [Tesis de pregrado, Universidad de Santander UDES]. Repositorio Digital Universidad de Santander UDES. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/a734020-5d93-4a8d-9630-f1beef13a282>
- Rodríguez, R. (2011). Alimentación de vacas lecheras con *Moringa oleífera* fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2143/>
- Rodríguez, R., González, N., Alonso, J., Domínguez, M. y Sarduy, L. (2014). Nutritional value of foliage meal from four species of tropical trees for feeding ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48 (4), 371- 378.
- Shelton, M. y Dalzell, S. (2007). Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. *Tropical Grasslands*, 41, 174-190.
- Villada Z.D., Gallego A. J., Restrepo-Manjarrés, J. y Ojeda P.P. (2004). Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Bogotá, Colombia: Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Ciencia Política. 178 pp.