



CAMBIEMOS PASTURAS INTRODUCIDAS POR BANCOS MIXTOS DE FORRAJE CON ESPECIES NATIVAS COMO ALTERNATIVA PARA DISMINUIR LOS GASES EFECTO INVERNADERO EN LA GANADERÍA BOVINA DEL PIEDEMONTE AMAZÓNICO COLOMBIANO

Let's change introduced pastures for mixed forage banks with native species as an alternative to reduce greenhouse gases in cattle farming in the Colombian Amazon foothills

Keli Mayerli Hoyos Samboni¹

 <https://orcid.org/0009-0000-8099-3126>

 kel.hoyos@udla.edu.co

Angie Lisbet López Leyton¹

 <https://orcid.org/0009-0004-1476-8907>

 angiel.lopez@udla.edu.co

Paula Andrea Rios Parra⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-7436-4013>

 p.rios@udla.edu.co

Faver Álvarez Carrillo^{2,3,4}

 <https://orcid.org/0000-0003-4282-1782>

 f.avalrez@udla.edu.co

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonia

²Grupo de Investigación Takay, Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Sostenible- CIIDES S.A.S. BIC, Florencia

³Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonia, Florencia Caquetá, Colombia.

⁴Laboratorio de Evaluación de forraje y Nutrición Animal, Centro de Investigaciones CIMAZ Macagual, Universidad de la Amazonia, Florencia Caquetá, Colombia

Fecha recepción: 15 de Mayo de 2023 / Fecha Aprobación: 30 de Mayo 2023 / Fecha Publicación: 14 de Agosto 2023

RESUMEN

En Colombia la ganadería bovina cuenta con una población de 29.642.539 cabezas de ganado ubicando al departamento del Caquetá en el puesto cinco, según el ranking nacional del hato ganadero lo que representa el 7,4% de la población bovina nacional. La ganadería bovina, trabaja bajo el sistema de producción que opera en modelos de tipo extensivo con niveles de baja carga animal, donde su principal fuente de alimentación es la pastura, lo que ha generado el reemplazo de áreas boscosas por zonas de pastoreo basadas en monocultivos. Por ello el objetivo fue recopilar información sobre la ganadería bovina en el piedemonte amazónico y las alternativas de alimentación animal basadas en gramíneas, arbustivas y especies arbóreas nativas con potencial forrajero para disminuir los gases efecto invernadero. Por lo anterior, si se quiere lograr

Cómo citar:

Hoyos Samboni, K. M., López Leyton, A. L., Rios Parra, P. A. & Álvarez Carrillo, F. (2023). *Cambiamos pasturas introducidas por bancos mixtos de forraje con especies nativas como alternativa para disminuir los gases efecto invernadero en la ganadería bovina del piedemonte amazónico colombiano*. FAGROPEC, 15 (2), ppt. 64-74. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n2a5>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 15 Num. 2, julio-diciembre de 2023

un equilibrio entre ganadería y medio ambiente los sistemas semi intensivos o silvopastoriles son una mejor opción, permiten a los productores tener un manejo tecnificado para el bienestar de los animales, convirtiéndose en alternativa para mitigar los GEI y el aprovechamiento de pasturas nativas junto con las arbustivas forrajeras que brindan una mayor posibilidad de protección y conservación hacia los corredores biológicos de la zona.

Palabras claves:

Gases efecto invernadero (GEI), ganadería, forrajes nativos, cambio climático, medio ambiente.

ABSTRACT

In Colombia, cattle farming has a population of 29,642,539 heads of cattle, placing the department of Caquetá in fifth place, according to the national ranking of the cattle herd, which represents 7.4% of the cattle population. national. Bovine livestock works under a production system that operates in extensive models with low animal load levels, where its main source of food is pasture, which has generated the replacement of forested areas with grazing areas based on monocultures. Therefore, the objective was to collect information on cattle farming in the Amazon foothills and animal feeding alternatives based on grasses, shrubs and native tree species with forage potential to reduce greenhouse gases. Therefore, if you want to achieve a balance between livestock and the environment, semi-intensive or silvopastoral systems are a better option, they allow producers to have technical management for the well-being of the animals, becoming an alternative to mitigate GHGs and the use of native pastures along with forage shrubs that provide a greater possibility of protection and conservation towards the biological corridors of the area. To promote these practices in the area, it is necessary to generate an impact on producers, especially in the rural community through technical assistance projects and periodic training throughout the year, with a focus on the use of native forages of the Amazon region in livestock feed. beef that allows sustainable and environmentally friendly livestock farming.

Keywords:

Greenhouse effect gases (GHG), cattle raising, native forages, climate change environment.

.....

INTRODUCCIÓN

En Colombia la ganadería bovina cuenta con una población de 29.642.539 cabezas de ganado (Instituto colombiano Agropecuario [ICA], 2023) ubicando al departamento del Caquetá en el puesto cinco, según el ranking nacional del hato ganadero lo que representa el 7,4% de la población bovina nacional (Torrijos, 2022). La ganadería bovina, trabaja bajo el sistema de producción que opera en modelos de tipo extensivo con niveles de baja carga animal, donde su principal fuente de alimentación es la pastura, lo que ha generado el reemplazo de áreas boscosas por zonas de pastoreo basadas en monocultivos (Marín et al., 2017). Este sistema de explotación ha ocasionado que aproximadamente el 77% de los suelos en zonas ganaderas presente algún grado de degradación, ocasionado por el pisoteo y la falta de implementación de prácticas adecuadas de manejo, como la renovación de pasturas manifestadas en forrajes de baja calidad y menor consumo por animal (Castro et al., 2008; Murgueitio et al., 2011; Contreras et al., 2020). Los sistemas agropecuarios se encuentran catalogados como emisores de los tres prin-

cipales gases de efecto invernadero (GEI): metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (NO₂) que contribuyen al Cambio Climático (CC) (Hernández & Corona, 2018; Pachauri et al., 2014). Siendo atribuidos a la ganadería el 53% de las emisiones de metano (CH₄) producidos por la fermentación entérica de los rumiantes (Charmley et al., 2015) el 29% de emisiones de óxido nitroso (N₂O) atribuido a los procesos de fertilización ureica proceso que ocurre en la agricultura (Gerber et al., 2013), y la transformación de las áreas boscosas, en suelos con pastizales, reduciendo el carbono acumulado en el suelo generando niveles de CO₂ (Perez-Ramirez et al., 2013).

La búsqueda de alternativas que mitiguen los efectos negativos del suelo y la reducción de los GEI, se ha direccionado hacia los sistemas agroforestales y silvopastoriles (Restrepo et al., 2016; Montagnini et al., 2015;). Viéndolas como propuestas económicas y ambientales viables a corto y largo plazo, esta relación entre gramíneas, arbustivas y arbóreas, frutales o maderables son capaces de generar una interacción para optimizar el volumen de materia orgánica, mejorando de esta forma las condiciones fisicoquímicas y biológicas del suelo logrando el desarrollo de los cultivos para alimentación animal (Sotelo et al., 2017). Por ello el objetivo fue recopilar información sobre la ganadería bovina en el piedemonte amazónico y las alternativas de alimentación animal basadas en gramíneas, arbustivas y especies arbóreas nativas con potencial forrajero para disminuir los gases efecto invernadero.

DESARROLLO DEL TEMA

Ganadería bovina en el Caquetá

El departamento del Caquetá, al ser parte de la Amazonía colombiana, cuenta con abundante riqueza medioambiental con buenas fuentes hídricas y un área considerada de bosques nativos (Enciso et al., 2018). Sin embargo, la ganadería bovina es la producción pecuaria más grande, sus espacios se destinan para el desarrollo de pasturas en el modelo extensivo generando una baja eficiencia en el uso del suelo acompañado de una gran afectación al ambiente, por causa de la deforestación, quemas y pisoteo produciendo pérdida en la biodiversidad catalogando así la ganadería como el sector que más daño le genera al medio ambiente (Muñoz et al., 2022; Ambus, 2018).

El sistema productivo, según Torrijos (2022), el Caquetá cuenta con un hato de 2'175.065 cabezas de animales, distribuidos en lechería y ceba con un 3%, cría 9% y doble propósito 88%, con una producción de leche/ día de 1'873.482, estas relaciones productivas no han sido suficientes ya que la producción de leche/vaca/día está en un 8,6%, lo que resulta en un promedio bajo para sostenibilidad, teniendo en cuenta que este tipo de sistemas en condiciones de monocultivo no son resilientes ante los fenómenos de variabilidad y cambio climático resultando en pérdidas económicas altas, ante las alteraciones ambientales, sequías e inundaciones (Tapasco et al., 2015).

Para los ganaderos, la implementación de especies arbóreas resulta perjudicial para el desarrollo de las pasturas, ocupando hasta 1.8 hectáreas para la explotación ganadera basada principalmente en el uso de monocultivos como son las *Urochloa* desde 1970,

limitando y eliminando pastos nativos como *Paspalum spp* y *Axonopus spp* dado el avanzado estado de degradación de la tierra (Marín et al., 2017; Ramírez y Seré, 1990). Actualmente la cobertura de pastizales para la ganadería tiene una superficie de 3'761.400 hectáreas, transformando cada día más las áreas boscosas en sistemas extensivos no sostenibles (Armenteras et al., 2019).

Producción de GEI de acuerdo a la alimentación en las producciones bovinas

Estudios revelan que la emisión de gases producidos por el proceso de fermentación ruminal está dado por las características físico-químicas presentes en la dieta que consumen los bovinos (Yunga, 2022), es por ello que dentro de las estrategias de alimentación se provee diversidad de dietas incluyendo especies de gramíneas y leñosas forrajeras que brindan un excelente aporte nutricional buscando siempre un equilibrio energía: proteína disminuyendo así el impacto ambiental por emisión de GEI (Rojas, 2019).

Las emisiones de gases, para el departamento del Caquetá según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] 2020, genero 1,84 Mton CO₂eq anuales, convirtiéndolo en responsable de 9% de las emisiones de GEI, sin embargo, las categorías que lo comprenden se destinan a el balance de carbono de bosque natural convertido en otras tierras forestales produciendo 11,23 Mton CO₂eq y bosques naturales convertidos en pastizales, generando deforestación, producen un 5,36Mton CO₂eq, sumando entre ellas 83,6% del total de emisiones de GEI del departamento, por ello el uso inadecuado de la tierra y su aprovechamiento nada efectivo debe transformarse para mantener una ganadería sostenible y sustentable con el ambiente (Clerici et al., 2020). De esta forma el sistema de ganadería doble propósito se encuentra caracterizado por una baja carga animal (0,35 - 1,71 UGG/ha) y emisiones de GEI de 19,6kg CO₂eq/kg de carne y 1,63kg de CO₂eq/L de leche, logrando demostrar que el 85% de estas emisiones, provienen de los procesos de la fermentación ruminal (Enciso et al., 2018).

Pasturas implementadas en la alimentación bovina y aporte de plantas forrajeras

De acuerdo con Armenteras et al. (2019) la producción bovina en territorios amazónicos como el departamento del Caquetá la sostiene un área de pasturas de 4.130.707ha, con gramíneas introducidas del género *Urochloa*, como *U. decumbens* (pasto amargo), *U. humidicola* (pasto dulce), *U. brizantha cv. marandú*, *U. brizantha cv. toledo*, *U. brizantha cv. Piatá*, *U. humidicola cv. Llanero* y *U. ruziziensis* (Celis et al., 2021), gramíneas con bajo contenido proteico, pero que han logrado adaptarse al ser rusticas para la zona húmeda tropical, es por ello que se opta por la implementación de dietas que brinden una mejora en la calidad nutricional de la alimentación para la producción bovina utilizando plantas forrajeras nativas del piedemonte amazónico (Rivera et al., 2022).

Gaviria et al., (2020) estableció que, al suministrar dietas con mayor calidad nutricional, se obtiene mayor digestibilidad, menor contenido de fibras reduciendo la intensidad de la emisión de gases y el gasto energético aprovechando los forrajes nativos de la región. Por su parte Cardona et al., (2022) al realizar ciertas investigaciones descubrió que el forraje joven posee mayor cantidad de hojas por ende presenta mayor cantidad de azú-

car libre y almidón lo que hace que se digiera fácilmente acortando su paso por el rumen produciendo menor cantidad de CH₄, generando incremento en la producción de leche y carne. La selección de leguminosas forrajeras, gramíneas y leñosas perennes, contribuyen a la productividad de la tierra, logrando contrarrestar los efectos del cambio climático sobre los animales su comportamiento y productividad en pastoreo (Álvarez et al., 2021; Blackshaw y Blackshaw, 1994;).

La identificación de especies forrajeras de utilidad es el principal trabajo del ganadero, según Angel-Sanchez et al., (2017), un estudio realizado en el municipio de San Vicente del Caguán, encontraron 84 especies arbóreas y arbustivas forrajeras útiles para los sistemas ganaderos, como la *Zygia longifolia*, que tiene un uso multivariado generando servicios para sombra, mitigación del cambio climático, conservación de fuentes hídricas y como arboles dispersos en potreros, de esta forma, se debe observar aquellas especies con crecimiento rápido. Otros estudios, evidencian la eficiencia del *Piptocoma discolor*, considerado como una especie de alta producción forrajera y buena calidad nutricional para la alimentación animal (Gonzales et al., 2018), su crecimiento en condiciones naturales es lenta, sin embargo, con la implementación de tratamientos pre germinativos su efecto es rápido (Álvarez et al., 2022; Abril-Santos et al., 2017; Mendoza y León, 2012). El lograr identificar especies como *E. poeppigiana*, (Espeche et al., 2020) *C. fairchildiana* (Vale-Montilla, 2019), *P. discolor* (Hurtado y Guayara, 2013) y *G. ulmifolia* (Matulevich y Garcia, 2016) con potenciales como alternativa para alimentación, resistentes en cambios de precipitación, con presencia de escasas forrajera, que se adapten a suelos degradados y de baja fertilidad y que garanticen supervivencia, persistencia y crecimiento es lo que necesita la amazonia colombiana para cambiar el sistema ganadero y que mejore la productividad y reproductividad.

El aprovechamiento de las gramíneas y leguminosas para mejorar la productividad forrajera y la materia seca como: *Saccharum officinarum* (Gómez–Merino, 2017), *Sorghum vulgare* (Katherine, 2021), *Heliconia rostrata* (Sotelo et al., 2017), *Arachis pintoi* (Castañeda et al., 2016) que aporta en proteína cruda entre 17 y 20%, *Calathea lutea* (Sotelo et al., 2017) y según Sánchez y Cajamarca (2016), las pasturas como *Pennisetum purpureum*, *Pennisetum cuba OM22* y *Zea maíz* brindan un buen rendimiento en biomasa, además de aportar de 15 a 18% de proteína (Martinez, 2009). Las plantas arbóreas que según Delgado et al. (2023) son aptas para la zona son la *Trichanthera gigantea*, *Piptocoma discolor*, *Bahuinia picta*, *Zygia longifolia*, *Tithonia diversifolia*, *Morus alba*, *Piper aduncum* y *Gliricida sepium* que a su vez brindan mejores ganancias económicas en la producción debido al incremento en consumo y el aprovechamiento que se da en el organismo animal.

Aportes de la Calidad Nutricional en la producción bovina

Díaz et al., (2015) establece que la calidad nutricional es la capacidad que pueden brindar especies vegetales como gramíneas, leguminosas o pastos para satisfacer los requerimientos que necesita el animal para cumplir con los niveles productivos y reproductivos para los cuales son destinados, destacando que cuanto más alta es la calidad de un fo-

rraje mayor va a ser la palatabilidad y así mismo el aprovechamiento alimenticio.

Como bien se ha dicho los árboles, arbustos y leñosas se han convertido en elementos claves en el área productiva brindando sombra y gran aporte nutricional como también en la conservación de la biodiversidad, disminución de la deforestación y degradación de los suelos (Cabrera y Núñez 2019). Según investigaciones se ha logrado obtener información de gran importancia referida a algunos árboles y arbustos nativos de Mesoamérica que tienen la capacidad de producir gran cantidad de proteína cruda que oscila entre un 14% y 32% con una producción de biomasa forrajera entre 7 y 14 t/ha/año de MS sembrados bajo una densidad estandarizada entre 20.000 a 40.000 plantas/ha cortándolas a los 3 y 6 meses de sembradas (Narváez et al., 2023).

Como bien se ha dicho el objetivo es lograr una reducción considerable en la producción de CH₄ por parte de los bovinos para así disminuir la emisión de GEI y mejorar la productividad animal, para ello se opta por implementar dietas a base de P, discolor ya que posee un alto contenido proteico que es fundamental para la nutrición de los bovinos (Riascos et al., 2020).

CONCLUSIONES

La ganadería bovina es aquella actividad que se ha catalogado como la principal productora de GEI en el sector agropecuario, es por ello que para mitigar un poco esta situación en la actualidad se trabaja en nuevas alternativas, enfocadas hacia la parte alimenticia, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y del suelo se plantea incluir en gran parte aquellas especies nativas del departamento como algunas gramíneas y leñosas destacando aquellas con gran valor proteico como lo son *Piptocoma discolor*, *Trichantea gigantea*, *Bahuinia picta*, *Tithonia diversifolia*, *Gliricida sepium*, *Morus alba*, *Piper aduncum* y *Zygia longifolia* puesto que podrán expresar su máximo potencial nutritivo y no se verán afectadas por las condiciones agroclimáticas del departamento.

Al implementar nuevas dietas alimenticias en la producción bovina se disminuirá el gasto energético en el animal ya que cumplirá con sus requerimientos nutricionales sin necesidad de caminar y ramonear extensas áreas de pasturas degradadas, lo que genera una mayor digestibilidad ruminal, un mayor descanso en el animal reflejado en la ganancia de peso y productividad lechera, a raíz de esto se obtienen grandes beneficios tanto ambientales con la reducción de GEI principalmente CH₄ y económicos con altos ingresos monetarios para garantizar una calidad de vida en el núcleo familiar del ganadero.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, R., Vásquez, T. R., Lazo, J. A., & Murillo, G. C. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 703-717.

Álvarez, F., Casanoves, F., Suárez, J. C., & Pezo, D. (2021). The effect of different levels

of tree cover on milk production in dual-purpose livestock systems in the humid tropics of the Colombian Amazon region. *Agroforestry Systems*, 95, 93-102.

Álvarez, F., Sterling, A., & Parra, P. A. R. (2022). Germinative capacity of native plant species with forage potential under tropical rainforest conditions at the mountain-foot. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 21(3), 238-246.

Armenteras, D., Murcia, U., González, T. M., Barón, O. J., & Arias, J. E. (2019). Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest intactness. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00567 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00567>.

Blackshaw JK, Blackshaw AW (1994) Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Aust J Exp Agric* 34:285–295. <https://doi.org/10.1071/EA9940285>.

Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagomez, M., Alarcón-Pulido, S., Martínez-Sánchez, C., RojasRonquillo, R., & Velázquez-Jiménez, S. (2019). Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico veterinario*, 9, Article 913. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.913>

Cardona, J. L. C. I., Rincón, E. C., Gelpud, C. G., Valenzuela, M., Peña, L. M. R., & Estrada, M. F. U. (2022). Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Manual para actores del sector agropecuario. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) eBooks. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405774>

Carmona Et al; (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Scielo.org*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>

Castro, R. E., RJE, M., León, J. M., Pabón, M. L., Carulla, F. J. E., & Cárdenas, R. E. A. (2008). Productividad de pasturas y producción de leche bovina bajo pastoreo de gramínea y gramínea+ lotusuliginosus en mosquera, Cundinamarca. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55(1), 9-21.

Castañeda, N., Alvarez, F., Arango, J., Chanchy, L., Garcia, G., Sanchez, V., Solarte, A., Sotelo, M., & Zapata, C. (2016). Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia. *chaira.uniamazonia.edu.co*. <https://chaira.uniamazonia.edu.co/Chaira/View/Private/Desktop.aspx>

Charmley, E. S. R. O., Williams, S. R. O., Moate, P. J., Hegarty, R. S., Herd, R. M., Oddy, V. H., ... & Hannah, M. C. (2015). A universal equation to predict methane production of forage-fed cattle in Australia. *Animal Production Science*, 56(3), 169-180.

Clerici, N., Armenteras, D., Kareiva, P., Botero, R., Ramírez-Delgado, J. P., Forero-Medi-

- na, G., ... & Biggs, D. (2020). Deforestation in Colombian protected areas increased during post-conflict periods. *Scientific reports*, 10(1), 4971.
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Cadena-Torres, J., & Falla-Guzmán, C. K. (2020). Evaluación del carbono acumulado en suelo en sistemas silvopastoriles del Caribe Colombiano. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 29-41.
- Díaz Barcos, V., & Callejo Ramos, A. (2004). Calidad del forraje y del heno. *BOVIS. Aula Veterinaria. Conservación de Forrajes I*, (120), 55-64.
- Enciso, K., Bravo Parra, A. M., Charry, A., Rosas Sandoval, G., Jager, M., Hurtado Bermudez, J. J., ... & Burkart, S. (2018). Estrategia sectorial de la cadena de ganadería doble propósito en Caquetá, con enfoque agroambiental y cero deforestación. Publicación CIAT.
- Espeche, M., García, M., & Reyes, N. (2020). Estudio palinológico preliminar en especies de *Erythrina* (Fabaceae) presentes en Argentina. *Lilloa*, 57(2), 144-155.
- Gaviria, X., Bolívar, D., Rosenstock, T. S., Molina-Botero, I. C., Chirinda, N., Barahona, R., & Arango, J. (2020). Nutritional quality, voluntary intake and enteric methane emissions of diets based on novel Cayman grass and its associations with two *Leucaena* shrub legumes. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.579189>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A., & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization. Retrieved December 6, 2019, from <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
- Gómez-Merino, F. C. (2017). Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. *Agro Productividad*, 10(11).
- González, J. E., Papue, A., González, V., Borja, A., & Oliva, D. (2018). Crecimiento y conservación de *Piptocoma discolor* (Pigüe) en la Provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 366-379.
- Hernández, J. H., & Corona, L. (2018). El metano y la ganadería bovina en México: ¿Parte de la solución y no del problema? *Agroproductividad*, 11(2), 46-51.
- Hurtado, E. A., & Suárez, Á. G. (2013). Potencial de uso de *Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski en sistemas silvopastoriles. *Ingenierías & Amazonia*, 6(1).
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2023). <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>.
- IDEAM [Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales]. 2020, Sistema de

monitoreo de bosques y carbono.

- Marín, M., Rios, L. , Rios, L. , Ramos, L. R., & Charry, J. L. A. Almarío J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y región*, 17, 1-12. <https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>
- Martínez, VJB, Parra, GAC, Muñoz, MG, & Capdevilla, DAG (2021). Caracterización de sistemas de producción porcina en el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y recursos forestales no maderables en la alimentación animal. *Conocimiento global* , 6 (S2), 134-155.
- Martínez, R. O., Herrera, R. S., & Tuer, R. (2009). Hierba elefante. Variedades Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* Sp). *Revista ACP. Asociación Cubana de Producción Animal*.
- Matulevich Pelaez, J. A., & Garcia Rodríguez, J. (2016). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae). *Scientia et Technica*, 21(3), 269–272. <https://doi.org/10.22517/23447214.13061>
- Montagnini, F., Somarriba, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica. Informe técnico*.
- Motta-Delgado, P. A., Muñoz-Murcia, A. L., & Herrera-Valencia, W. Uso de árboles y arbustos en sistemas ganaderos en el suroccidente del departamento del Caquetá1.
- Muñoz, M. G., Martínez, V. J., & parra, G. A. (2022). caracterización de los sistemas de producción bovinos en el aprovechamiento de los recursos no maderables del bosque (RNMB) y subproductos agroindustriales para la alimentación animal. En *Aprovechamiento de RNMB y subproductos agroindustriales en la alimentación de Bovinos y Porcinos bajo condiciones del trópico húmedo* (pág. 37). Florencia- Caquetá: Universidad de la Amazonia.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654-1663.
- Narváez-Herrera, J. P. (2023). Arbustivas y arbóreas del Piedemonte amazónico colombiano: potencial nutricional y ambiental en sistemas ganaderos. *Redalyc.org*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43774930009>
- Pachauri, R. K., Meyer, L. A., & Stocker, T. (Eds.) (2014). *IPCC 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de evaluación del panel intergubernamental sobre el cambio climático*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/site/assets/>

uploads/2018/02/ SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf.

- Pérez-Ramírez, S., Ramírez, M. I., Jaramillo-López, P. F., & Bautista, F. (2013). Contenido de carbono orgánico en el suelo bajo diferentes condiciones forestales: reserva de la biosfera mariposa monarca, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(1), 157–173. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.06.042>
- Pineda, J. A. (2023). Plantas Leñosas. *encolombia.com*. <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/plantas-lenosas/>.
- Ramírez S, A., & Seré Rabé, C. (1990). *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: adopción y uso en ganadería de doble propósito.
- Restrepo, E. M., Rosales, R. B., Estrada, M. X. F., Orozco, J. D. C., & Herrera, J. E. R. (2016). Es posible enfrentar el cambio climático y producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23-30.
- Rios Moyano, D. K., Conde Pulgarín, A., & Rios Moyano, C. F. (2021). Productividad y sostenibilidad del cultivo de sorgo forrajero como alternativa para la alimentación de rumiantes.
- Riascos-Vallejos, A., R., Reyes-González, J. J., & Aguirre-Mendoza, L. A. (2020). Nutritional characterization of trees from the Amazonian piedmont, Putumayo department, Colombia. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(2), 1–9. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/951/1032>.
- Rivera, JE, Villegas, G., Chará, J., Durango, SG, Romero, MA, & Verchot, L. (2022). Efecto del consumo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Grey sobre la emisión in vivo de metano (CH₄) y la producción de leche en vacas de doble propósito en el piedemonte amazónico colombiano. *Ciencia Animal Traslacional* , 6 (4), txac139.
- Rojas Lopez, T. (2019). MECANISMOS DE NUTRICIÓN ANIMAL PARA REDUCIR EL EFECTO INVERNADERO. *Repository.unad*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25376/tarojasl.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Sánchez Villanueva, B. Y., & Cajamarca Martínez, D. S. (2016). Evaluación de una mezcla de cuatro especies forrajeras en alimentación de ganado cebú comercial en etapa de levante.
- Sotelo, M., Suarez, J. C., Álvarez, F., Castro, A., Calderon, V. H., & Arango, J. (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico. *Vision Amazonia*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/89088>.
- Stuble, K. L., Bennion, L. D., & Kuebbing, S. E. (2021). Plant phenological responses to

experimental warming—A synthesis. *Global Change Biology*, 27(17), 4110-4124. <https://doi.org/10.1111/gcb.15685>

Tapasco, J., Martínez, J., Calderón, S., Romero, G., Ordóñez, D. A., Álvarez, A., ... & Ludeña, C. E. (2015). Impactos económicos del cambio climático en Colombia: Sector ganadero.

Torrijos Rivera, Rafael (2022). *Cifras de Contexto ganadero Caquetá 2022*. Ed. Comité Departamental de Ganaderos del Caquetá. Florencia. Caquetá. Colombia. 32p.

Vanegas, W. L. E. (2018). Los cereales como fuente de alimentación primaria para la humanidad. *Revista multi-ensayos*, 4(7), 47-54. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v4i7.9493>

Vale-Montilla, C. (2019). Efecto de hormonas vegetales en la germinación de semillas de Sombrero (*Clitoria fairchildiana* RA Howard). *Revista Academia*, 18(42) 49–63

Yunga Alava, D. C. (2022). *Rumiantes y emisión de gases de efecto invernadero (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022)*.