

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i15.0100>

Bromatología de tres edades de pastos perennes (*Panicum sp.*) y (*Brachiaria cv.*) en la producción animal

Food study of three ages of perennial grasses (*Panicum sp.*) and (*Brachiaria cv.*) in animal production

Lloor-Cevallos Eric José ¹; López-Yugcha Frank Abraham ²; Campozano-Marcillo Gustavo Adolfo ³

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López - ESPAM "MFL". Ecuador. Estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria. Calceta, Ecuador.
Correo: eric.lloor@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5577-1349>.

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López - ESPAM "MFL". Ecuador. Estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria. Calceta, Ecuador.
Correo: frank.lopez@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-003-8642-3599>.

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López - ESPAM "MFL". Ecuador. Docente Tiempo Completo de la carrera de Medicina Veterinaria. Calceta, Ecuador.
Correo: gustavo.campozano@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8969-2856>

Resumen

La producción animal moderna depende en gran medida de la calidad y disponibilidad de los forrajes, siendo *Panicum sp.* y *Brachiaria cv.* especies fundamentales debido a su adaptabilidad y alto aporte nutritivo en zonas tropicales. Estas gramíneas son ampliamente utilizadas en sistemas ganaderos debido a su capacidad de soportar diversas condiciones climáticas y su contribución al rendimiento animal. La composición bromatológica de estos pastos, incluyendo el contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácida, varía considerablemente con la edad de rebrote. A medida que las plantas envejecen, el contenido de proteína cruda disminuye, mientras que los niveles de fibra estructural aumentan, reduciendo la digestibilidad y el valor nutritivo del forraje, lo que impacta negativamente la eficiencia alimenticia de los rumiantes. Estudios recientes han resaltado la importancia de implementar estrategias de manejo como el control del tiempo de rebrote, la fertilización y el pastoreo rotacional, para maximizar el valor nutricional de *Panicum sp.* y *Brachiaria cv.* Además, su integración en sistemas de producción animal sostenibles puede mejorar la productividad y reducir los impactos ambientales. Este análisis destaca el papel estratégico de estas gramíneas en la intensificación sostenible de la ganadería tropical, optimizando el uso de los recursos naturales y mejorando la resiliencia de los sistemas productivos.

Palabras clave: Producción animal, forrajes, proteína bruta, microbiota.

Abstract

Modern animal production relies heavily on the quality and availability of forage, with *Panicum sp.* and *Brachiaria cv.* being key species due to their adaptability and high nutritional value in tropical regions. These grasses are widely used in livestock systems because of their ability to withstand various climatic conditions and their contribution to animal performance. The bromatological composition of these forages, including crude protein content, neutral detergent fiber, and acid detergent fiber, varies significantly with regrowth age. As the plants mature, crude protein content decreases while structural fiber levels increase, reducing forage digestibility and nutritional value, which negatively impacts feed efficiency in ruminants. Recent studies have emphasized the importance of implementing management strategies such as controlling regrowth time, fertilization, and rotational grazing to maximize the nutritional value of *Panicum sp.* and *Brachiaria cv.* Furthermore, their integration into sustainable livestock production systems can improve

2

Fecha de recepción: 04 de octubre de 2024; **Fecha de aceptación:** 11 de diciembre de 2024; **Fecha de publicación:** 09 de enero del 2025.

productivity and reduce environmental impacts. This analysis highlights the strategic role of these grasses in the sustainable intensification of tropical livestock systems, optimizing the use of natural resources and enhancing the resilience of productive systems.

Keywords: Animal production, forages, crude protein, microbiota.

1. Introducción

La producción animal es un componente fundamental de la agricultura moderna, y la alimentación del ganado influye significativamente en la eficiencia productiva y la calidad de los productos obtenidos (Chojnacka et al., 2021). En Ecuador, la superficie de pastos cultivados en 2020 ascendió a 2,067.795 hectáreas, reflejando la relevancia de la ganadería en la producción agropecuaria (Márquez, 2021). Por ello, el conocimiento de las especies forrajeras más adecuadas es fundamental y constituye una rama importante de la zootecnia.

La intensificación de la siembra de diversos cultivares de plantas forrajeras responde a la necesidad de proporcionar forraje de alta calidad durante todo el año (Franco et al., 2021). En este contexto, los pastos perennes como *Panicum* sp. y *Brachiaria* cv. son especialmente relevantes debido a su capacidad para ofrecer forraje nutritivo continuamente (Sollenberger et al.,

2020). La composición bromatológica de estos pastos, que incluye su contenido de nutrientes como proteínas, fibra y minerales, es clave para determinar su valor nutricional y su impacto en la salud y productividad animal (Bantihun et al., 2022).

La correcta selección de forrajes basada en su composición bromatológica puede influir directamente en la productividad, el crecimiento y la salud de los animales, aspectos cruciales en la producción animal moderna, diversos estudios han demostrado que la calidad nutricional de los pastos varía significativamente con la edad de la planta, Pereira et al. (2022) encontraron que el contenido de proteína cruda en *Panicum maximum* disminuye del 15% al 9% a medida que la planta madura. De manera similar, el contenido de fibra aumenta con la madurez, afectando la digestibilidad del forraje y, por ende, la eficiencia alimentaria del ganado (Xu et al., 2023) estas variaciones subrayan la importancia de determinar la edad

óptima de corte para maximizar el valor nutricional del forraje.

Sin embargo, existe problemáticas como mantener una productividad óptima en el desarrollo de los animales herbívoros, debido a un mal manejo en la producción de las especies de forrajeras perennes; en el Ecuador existen especies forrajeras endémicas, otras han sido introducidas, algunas mejoradas para el sistema de pastoreo, no obstante, la calidad de las gramíneas forrajeras depende de muchos factores como: condiciones climáticas, fertilidad del suelo, época del año, intensidad del pastoreo, incidencia de maleza y buen manejo de la misma; sumando ello el bajo rendimiento de las especies forrajeras en el trópico ecuatoriano es ocasionado por una mala selección y preparación del terreno, utilización de semilla no certificada, mal sistema de siembra, exceso de fertilización, uso de riego solo en época de lluvias conduciendo a que no haya abastecimiento de pasto durante todo el año (Arellano, 2022).

La *Brachiaria cv.*, por otro lado, es conocida por su resistencia a condiciones adversas y su capacidad

para proporcionar forraje de alta calidad incluso en suelos pobres (Nilsson et al., 2023). Sin embargo, estudios recientes indican que la calidad bromatológica de *Brachiaria* también está sujeta a cambios con la edad. Un análisis comparativo realizado por Faji et al. (2021) mostró que el contenido de proteína en *Brachiaria decumbens* varió del 12% en la fase vegetativa al 7% en la fase de floración, lo cual impacta directamente en la ganancia de peso y la producción de leche en rumiantes.

Dado el impacto significativo que tiene la edad de los pastos en su composición bromatológica, es crucial realizar una evaluación comparativa detallada de *Panicum sp.* y *Brachiaria cv.* a diferentes edades de crecimiento. Este estudio tiene como objetivo la comparación bromatológica de tres edades de pastos perennes (*Panicum sp.* y *Brachiaria cv.*) con fines en la producción animal.

El objetivo del presente artículo de revisión es realizar un análisis sistemático sobre la bromatología de tres edades de pastos perennes (*Panicum sp.*) y (*Brachiaria cv.*) en la producción animal.

2. Metodología (materiales y métodos)

La presente investigación tendrá un componente de tipo documental y descriptivo, teniendo en cuenta factores estratégicos en la búsqueda y criterios de selección de la literatura científica, se recolectarán datos sobre los factores relacionados con el manejo de forrajes, los niveles nutricionales y fenología de los forrajes.

Se utilizarán bases de datos reconocidas como Scopus, Web of Science, Pubmed, ScienceDirect y Google Scholar. Se tendrán en cuenta artículos publicados en los últimos 10 años (2014-2024), estudios relacionados con bromatología (proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, digestibilidad) de *Panicum sp.* y *Brachiaria cv.* Investigaciones que evalúen al menos tres edades de rebrote o crecimiento. Se excluyen artículos no relacionados con la bromatología de los pastos perennes y la producción animal. Estudios que no incluyen datos específicos y tienden a confundir el propósito de la investigación.

Cabe recalcar que la investigación centra su atención en métodos como el analítico-sintético para encontrar los

principales conceptos teóricos sobre el tema que se está estudiando.

3. Resultados y discusión

Lavayen (2022) en su investigación: Evaluación de la respuesta productiva de vacas mestizas, alimentadas con pasto Tanzania (*Panicum maximun cv. Tanzania*) y suplementadas con caña forrajera (*Saccharum Officinarum*) en el trópico húmedo, menciona que la producción diaria de leche fue mayor (7.39 L/día) cuando las vacas fueron suplementadas con 40% de caña forrajera. Este nivel mostró diferencias significativas en comparación con los tratamientos de 20% (5.89 L/día) y similares al 30% (7.06 L/día).

El consumo de materia verde incrementó con niveles más altos de suplementación, alcanzando 40.78 kg/día con 40% de caña forrajera. El consumo de materia seca también aumentó significativamente, siendo de 11.04 kg/día con 40% de suplementación, frente a 10.64 kg/día en el tratamiento de 20%. No se observaron diferencias significativas en el consumo de materia verde ni en la producción de leche en función de la edad de corte del pasto Tanzania (20, 25

o 30 días). El contenido de materia seca mostró diferencias mínimas, con un leve incremento a los 30 días de edad.

El aumento de suplementación con caña forrajera influyó positivamente en el consumo de materia verde, materia seca y producción de leche. La aceptabilidad del suplemento se relaciona con sus características energéticas y alta digestibilidad, aunque su contenido proteico es bajo. La suplementación con caña es una estrategia viable en períodos secos, como lo respaldan otros estudios que destacan su resistencia al clima y su capacidad de producir biomasa alta. Aunque el consumo y la producción de leche no variaron significativamente según la edad del pasto, se observó un aumento en la lignina a medida que el pasto envejecía, lo que podría afectar la calidad nutricional si se extiende más allá de 30 días. Estudios previos confirman que el pasto Tanzania es altamente palatable y mantiene una buena digestibilidad, atributos que benefician la producción lechera independientemente de la edad de corte dentro del rango evaluado.

Los resultados sugieren que la caña forrajera puede usarse como suplemento en vacas lecheras para

mejorar su productividad, especialmente en sistemas de manejo en el trópico húmedo. El manejo estratégico del pasto Tanzania permite flexibilidad en el corte sin comprometer el rendimiento productivo. La suplementación con 40% de caña forrajera es más efectiva para mejorar la producción de leche y el consumo de materia verde y seca en vacas mestizas. El pasto Tanzania puede utilizarse a edades de corte variables sin afectar significativamente la productividad, siempre que se maneje adecuadamente.

Aguirre et al. (2015) en su investigación: Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, destaca que la variedad *Brachiaria brizantha cv Toledo* alcanzó la mayor altura (139.93 cm) a los 120 días. *Brachiaria brizantha cv Mulato* y *Panicum maximum cv Mombaza* destacaron con 8,353 y 7,903 kg. Así pues, los ovinos mostraron una preferencia significativa por *Panicum maximum cv Mombaza*, con un consumo promedio de 299.43 gramos.

La mayor proteína cruda se encontró en *Panicum maximum cv Tanzania*

(10.68%), seguida de Toledo y Mombaza. Los valores de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida fueron más altos en Mulato y Mombaza, pero Mulato tuvo el contenido más bajo de fibra detergente ácida (40.55%). Las especies Toledo y Tanzania presentaron menor digestibilidad in vitro de la materia seca (64.19% y 56.99% respectivamente), mientras que Mulato y Mombaza destacaron en la producción de gas in vitro (129.12 y 125.04 ml).

Panicum maximum cv Mombaza mostró el mejor balance entre alto rendimiento, calidad nutricional (especialmente proteína cruda y digestibilidad) y preferencia por parte de los animales. Se recomienda como una opción viable para sistemas ganaderos en zonas tropicales debido a su potencial para mejorar la productividad animal. La estacionalidad y las limitaciones de distribución de lluvias en el trópico seco resaltan la importancia de seleccionar especies como Mombaza que puedan mantener el rendimiento y la calidad bajo estas condiciones.

Por otro lado, Philp et al. (2019) en su investigación: Opciones de forrajes para intensificar de manera sostenible los sistemas agrícolas de los pequeños

productores en los suelos arenosos tropicales, recalca que los forrajes se consideran compatibles con los sistemas agrícolas pequeños debido a la creciente presión por mejorar la productividad y reducir la carga de trabajo. Factores limitantes como sequía, acidez del suelo, inundaciones e infertilidad restringen la producción de forrajes. Las especies seleccionadas necesitan tolerar estas condiciones, especialmente en suelos de baja fertilidad.

Se proponen variedades como *Brachiaria* sp. Mulato II, *Panicum maximum*, y *Stylosanthes guianensis* para áreas propensas a sequías y suelos ácidos. *Paspalum atratum* se recomienda para zonas bajas con acceso a riego.

Los beneficios son mayor eficiencia del uso de alimentos en rumiantes durante períodos críticos, como la estación seca, ahorros significativos de mano de obra, hasta 2-7 horas diarias después de la implementación de forrajes perennes, mejora en la fertilidad del suelo mediante fijación de nitrógeno y reducción de erosión. La adopción de forrajes depende de que los beneficios sean inmediatos y tangibles, como un incremento notable en el peso del ganado o en la reducción de insumos

laborales. Es necesario desarrollar estrategias de sensibilización y capacitación para superar la resistencia cultural y el desconocimiento de los beneficios de los forrajes. Los forrajes perennes no solo benefician la producción ganadera, sino que también contribuyen a la sostenibilidad del sistema agrícola mediante mejoras en la salud del suelo y mitigación del cambio climático.

Ítavo et al. (2022) en su investigación: Digestibilidad in vitro de gramíneas *Brachiaria* con líquido ruminal bovino y ovino como inóculo, se observaron diferencias significativas en la producción de masa seca, relación hoja/tallo, crecimiento y material senescente entre las variedades y las edades de rebrote (21 y 42 días). La variedad *Brachiaria ruzizensis* mostró el mayor crecimiento a los 42 días (28.2 cm), mientras que *B. humidicola cv. Común* tuvo el menor crecimiento a los 21 días (11.6 cm). La materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido variaron significativamente según la variedad y la edad de rebrote.

Las variedades *B. decumbens cv. Basilisk* y *B. ruzizensis* mostraron mejor balance

en términos de proteína cruda y fibra detergente neutro, mientras que *B. humidicola* presentó los valores más altos de fibra detergente ácido, lo que podría limitar su digestibilidad. Se observaron diferencias significativas en la digestibilidad de la materia seca y de la fibra detergente neutro según el tipo de inóculo (bovino u ovino). En bovinos, *B. decumbens cv. Basilisk* mostró la mayor digestibilidad in vitro, mientras que, en ovinos, *B. humidicola cv. Tupi* presentó mejores resultados. La edad de rebrote también influyó significativamente: la digestibilidad fue mayor a los 21 días en comparación con los 42 días, debido a una menor lignificación en edades más jóvenes.

Las diferencias observadas en la composición bromatológica y digestibilidad entre variedades destacan la importancia de seleccionar especies específicas para condiciones locales y tipos de rumiantes. La edad de rebrote afecta directamente la calidad del forraje; las edades más tempranas son preferibles para maximizar la digestibilidad y el contenido de proteína.

Los resultados confirman que la fuente de inóculo afecta significativamente las evaluaciones de digestibilidad, con

diferencias claras entre bovinos y ovinos. Esto implica que las evaluaciones de alimentos deben ser específicas para los animales. *B. decumbens* cv. Basilisk es una opción destacada para bovinos por su alta digestibilidad, mientras que *B. humidicola* cv. Tupi es más adecuada para ovinos. La implementación de estas especies debe considerar las edades óptimas de rebrote para maximizar el valor nutricional.

La integración de forrajes como *Brachiaria* puede contribuir a mejorar la productividad ganadera en sistemas de pastoreo en zonas tropicales, particularmente en suelos de baja fertilidad. Es necesario ajustar las prácticas de manejo para optimizar el rendimiento del forraje y su uso eficiente en diferentes especies de rumiantes.

Herrera Pérez et al. (2023) en su investigación: Características químicas y fermentación in vitro de pastos tropicales a diferentes edades de rebrote, destacan que los pastos evaluados mostraron variaciones significativas en contenido de materia seca, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, proteína cruda y cenizas dependiendo de la especie y la edad de rebrote. Con el aumento de los

días de rebrote, se observó un incremento en los contenidos de materia seca, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, mientras que disminuyó el contenido de proteína cruda, lo que refleja el proceso de lignificación y acumulación de celulosa en las gramíneas.

Se midió la producción de biogás acumulada a las 72 horas como indicador de la fermentación. Pangola tuvo la mayor producción de biogás después de 30 días, mientras que Estrella mostró altos valores después de 45 días. A los 60 días, las pasturas Insurgente, Mombaza y Pará destacaron en producción de biogás y metano. La degradabilidad de la materia seca y la degradación de la fibra detergente neutra disminuyeron a medida que los días de rebrote aumentaron, probablemente debido al aumento de la lignificación en las células vegetales. Los valores de pH oscilaron entre 6,19 y 6,69, dependiendo de la pastura y la edad del rebrote. Los niveles de N-NH₃ variaron en relación directa con el contenido de proteína cruda de las pasturas evaluadas.

Los resultados indican que las gramíneas tropicales tienen potencial para

optimizar la nutrición de los rumiantes cuando se selecciona la edad de rebrote adecuada. Pangola y Estrella fueron las más destacadas en términos de calidad nutricional y producción de biogás, recomendándose su uso a edades específicas de rebrote. La disminución en la calidad nutricional de las pasturas con la edad de rebrote refuerza la importancia de manejar estratégicamente los sistemas de pastoreo para maximizar la productividad animal.

Se subraya cómo las características químicas y fermentativas de los pastos tropicales varían significativamente con la edad de rebrote, lo cual es consistente con investigaciones previas. Por ejemplo, Gándara et al. (2017) y Maceda et al. (2019) destacan que el proceso de lignificación durante el desarrollo de las gramíneas aumenta la concentración de fibra estructural, reduciendo así su digestibilidad. Asimismo, Avellaneda et al. (2020) enfatizan la importancia de manejar adecuadamente la edad de rebrote para optimizar el valor nutritivo del forraje.

También confirma los hallazgos de Salado et al. (2019), quienes documentaron que la producción de

biogás y metano in vitro es mayor en etapas iniciales de rebrote debido a una mayor disponibilidad de carbohidratos solubles. De manera similar, Amanzougarene y Fondevila (2020) resaltan que los componentes de la pared celular afectan directamente la fermentación y, por ende, la eficiencia en la producción de energía.

En general, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Buendía et al. (2019) en cuanto a la variabilidad de las características químicas y fermentativas entre distintas especies y edades. Esto subraya la necesidad de implementar estrategias de manejo que consideren estas diferencias para maximizar la productividad y sostenibilidad en sistemas ganaderos tropicales.

4. Conclusiones

La bromatología de pastos perennes como *Panicum sp.* y *Brachiaria cv.* varía significativamente según la edad de rebrote, influyendo de manera directa en su valor nutritivo y su utilidad en la producción animal. A edades más jóvenes (21 días), estos pastos suelen presentar mayores niveles de proteína cruda y una menor concentración de

fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, lo que favorece su digestibilidad y eficiencia alimenticia en rumiantes. Sin embargo, a medida que avanzan las etapas de crecimiento (42 y 63 días), la lignificación de los tejidos aumenta, reduciendo la digestibilidad y el contenido de proteína cruda, aunque incrementa la disponibilidad de materia seca.

Estas dinámicas hacen que las edades de rebrote más tempranas sean ideales para sistemas de producción que priorizan la calidad nutricional, como la ganancia de peso o la producción de leche. Por otro lado, edades más avanzadas son preferibles cuando el objetivo es maximizar la biomasa, como en sistemas de pastoreo continuo o conservación de forraje.

La elección adecuada de la edad de corte debe estar alineada con los objetivos productivos específicos, considerando que una gestión estratégica del rebrote puede optimizar el equilibrio entre calidad y cantidad, promoviendo una producción ganadera más eficiente y sostenible en zonas tropicales.

Agradecimiento

Un agradecimiento al Claustro Docente de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", por su invaluable apoyo para la realización de este trabajo, agradecemos el acceso a recursos académicos, orientación brindada y la disposición para facilitar herramientas clave que contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación.

Bibliografía

- Aguirre, C. A., Flores, C. L., Prado, J. O., Santiago, G. A., Quirarte, A. R., Núñez, O. G., y Cárdenas, J. A. (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los generos *Brachiaria* y *Panicum*. <https://doi.org/10.56369/tsaes.1935>
- Amanzougarene, Z., y Fondevila, M. (2020). Adaptación de la técnica de producción de gases in vitro al estudio de dietas de alta concentración. <https://doi.org/10.3390/ani10101935>
- Arellano, D. A. (2022). "Productividad de las principales especies gramíneas forrajeras mejoradas

- del trópico ecuatoriano en condiciones de secano". <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11346/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000189.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avellaneda, Y. A., Muñoz, E. A., y Martínez, J. D. (2020). Efecto de la edad de rebrote sobre el desarrollo morfológico y la composición química del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto colombiano. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.15.2.2>
- Bantihun, A., Asmare, B., y Mekuriaw, Y. (2022). Evaluación comparativa de especies de gramíneas seleccionadas para el rendimiento agronómico, el rendimiento de forraje y la composición química en las tierras altas de Etiopía. <https://doi.org/10.1155/2022/6974681>
- Buendía, I. A., García, A., Santillán, P. S., Salado, N. T., Pérez, J. H., Luzardo, M. B., y García, A. R. (2019). Análisis bromatológico y producción de gas in vitro de forrajes utilizados en el trópico seco mexicano. <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4145>
- Chojnacka, K., Mikula, K., Izydorczyk, G., Skrzypczak, D., Witek-Krowiak, A., Gersz, A., Korczyński, M. (2021). Materiales innovadores de alimentación proteica de alta digestibilidad que reducen el impacto ambiental mediante una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno en la agricultura sostenible. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112693>
- Faji, M., Kebede, G., Feyissa, F., Mohammed, K., Minta, M., Mengistu, S., y Tsegahun, A. (2021). Evaluación de diez gramíneas forrajeras perennes para biomasa y calidad nutricional. [https://doi.org/10.17138/tgft\(9\)292-299](https://doi.org/10.17138/tgft(9)292-299)
- Franco, J. G., Berti, M. T., Grabber, J. H., Hendrickson, J. R., Nieman, C. C., Pinto, P., Picasso, V. D. (2021). Intensificación Ecológica de la Producción de Alimentos mediante la Integración de Forrajes. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122580>
- Gándara, L., Borrajo, C. I., Fernández, J. A., y Pereira, M. M. (2017). Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú". <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382852189006.pdf>
- Herrera Pérez, J., Hernández González, D., Sánchez Santillán, P., Torres Salado, N., Ayala Monter, M., Saavedra Jiménez, L., y Rosales Martínez, G. N. (2023).

- Características químicas y fermentativas in vitro de pastos tropicales a diferentes edades de rebrote.
<https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i6.2738>
- Ítavo, L. C., Ítavo, C. C., Valle, C. B., Menezes, A. D., Difante, G. d., Morais, M. D., Oliveira, R. L. (2022). Digestibilidad in vitro de gramíneas *Brachiaria* con líquido ruminal bovino y ovino como inóculo.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5294>
- Lavayen, G. C. (2022). Evaluación de la respuesta productiva de vacas mestizas, alimentadas con pasto tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) y suplementadas con caña forrajera (*Saccharum officinarum*) en el trópico húmedo.
<https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5178>
- Maceda, A., Hernández, M. S., Valdivia, C. B., Trejo, C., y Terrazas, T. (2019). Diferencias en la composición química estructural del xilema primario de las cactáceas: una perspectiva topoquímica.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01497>
- Márquez, J. (2021). Boletín Técnico, Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2020.
<https://www.ecuadorencifras.go>
- b.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- Nilsson, M. S., Fiorio, P. R., Takushi, M. R., Oliveira, A. K., y Garcia, A. C. (2023). Efecto de diferentes tasas de fertilización nitrógena sobre la respuesta espectral de *Brachiaria Brizantha* cv. Marandú leaves.
<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43n3e20220008/2023>
- Pereira, M. d., Difante, G. d., Ítavo, L. C., Rodrigues, J. G., Gurgel, A. L., Dias, A. M., Monteiro, G. O. (2022). Potencial de producción y calidad de cultivares de *Panicum maximum* establecidos en un ambiente semiárido.
<https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.3.308>
- Philp, J. N., Vance, W., Bell, R. W., Chhay, T., Boyd, D., Phimpachanhvongsod, V., y Denton, M. D. (2019). Opciones de forrajes para intensificar de manera sostenible los sistemas agrícolas de los pequeños productores en suelos arenosos tropicales. Una revisión.
<https://doi.org/10.1007/s13593-019-0576-0>
- Salado, N. T., Santillán, P. S., García, R. A., Buendía, I. A., Pérez, J. H., Vázquez, I. R., y Mendoza, F. J.

(2019). Producción de gas in vitro y características fermentativas de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfala de agua (*Bubalus bubalis*) y vaca suiz-bu. <https://agrocienca-colpos.org/index.php/agrocienca/article/view/1775>

Sollenberger, L. E., Vendramini, J. M., Pedreira, C. G., y Ríos, E. F. (2020). Pastos de estación cálida para zonas húmedas. <https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch18>

Xu, Z., Heuschele, D. J., Lamb, J. F., Jung, H. J. G., y Samac, D. A. (2023). Mejora de la calidad del forraje en alfalfa (*Medicago sativa* L.) mediante selección para aumentar la digestibilidad de la fibra del tallo. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030770>