

Caracterización de la producción de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster en pastoreo con caprino

Characterization of the production of *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs and *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster in goat grazing

Miguel Ángel Macay-Anchundia¹ <https://orcid.org/0000-0002-4826-7455>, María José Pesantez-Muñoz¹ <https://orcid.org/0009-0007-3239-7419>, Verónica Carolina Cevallos-López² <https://orcid.org/0000-0001-1234-5678>, Francel Xavier López-Mejía^{2,3} <https://orcid.org/0000-0002-6923-4804>

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen, Ecuador. ²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Investigadora, Quevedo, Ecuador. ³Universidad Técnica Estatal de Quevedo Centro de Posgrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen, Fundación Agroecológica Río Negro. Correo electrónico: miguel.macay@uleam.edu.ec, e1313664839@live.uleam.edu.ec, vcevallosl@uteq.edu.ec, francel.lopez@uleam.edu.ec

Resumen

Objetivo: Caracterizar la producción por unidad de área de los pastos *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster en un sistema de pastoreo racional Voisin con ganado caprino en Manabí, Ecuador.

Materiales y Métodos: El área total de estudio fue de 0,22 ha, dividida en once cuartos de cada pasto, con carga animal de 12 caprinos adultos, agua *ad libitum* y suplementación con bloques nutricionales. Los tratamientos fueron: T1) *M. maximus* y T2) *U. decumbens*. Los datos se analizaron con modelos lineales generales y mixtos. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar, con nivel de significación de 0.05 (Tukey) y se utilizó el programa R. Durante la época seca del 2022, Se midió la producción del forraje verde/ha, los días de recuperación y el remanente.

Resultados: En la producción de forraje verde/ha hubo diferencias ($p=0,0068$) y el pasto *M. maximus* obtuvo los mejores rendimientos (11 800 kg). Este mismo pasto mostró el menor tiempo de descanso (56 días). Se registraron diferencias ($p=0,0036$) para el remanente. El promedio más alto se alcanzó en el pasto *M. maximus* (3 700 kg).

Conclusiones: *M. maximus* y *U. decumbens* mostraron alta producción de forraje verde por unidad de área en el sistema de pastoreo racional Voisin con ganado caprino, aunque el pasto *M. maximus* obtuvo mayores rendimientos, mejor recuperación y mayor remanente durante la evaluación.

Palabras clave: forraje verde, ganancia de peso, rumiante

Abstract

Objective: To characterize the production per area unit of *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs and *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster in a rational Voisin grazing system with goats in Manabí, Ecuador.

Materials and Methods: The total study area was 0,22 ha, divided into eleven quarters of each pasture, with a stocking rate of 12 adult goats, water *ad libitum* and supplementation with nutritional blocks. The treatments were: T1) *M. maximus* and T2) *U. decumbens*. Data were analyzed with general linear and mixed models. A randomized complete block design was applied, with a significance level of 0,05 (Tukey) and the R program was used. During the dry season of 2022, green forage production/ha, days of recovery and remnant were measured.

Results: In green forage production/ha there were differences ($p=0,0068$) and *M. maximus* pasture obtained the best yields (11 800 kg). This same grass showed the shortest resting time (56 days). Differences ($p=0,0036$) were recorded for remnant. The highest average was reached in *M. maximus* (3 700 kg).

Conclusions: *M. maximus* and *U. decumbens* showed high green forage production per area unit in the rational Voisin grazing system with goats, although *M. maximus* obtained higher yields, better recovery and higher remnant during the evaluation.

Keywords: green forage, weight gain, ruminant

Introducción

Lee *et al.* (2017) afirman que los pastos en el trópico constituyen la fuente más abundante y económica, que permite garantizar la alimentación de los rumiantes. El rendimiento de los pastos depende directamente de las condiciones climáticas, mien-

tras que otros factores, como el manejo, condicionan que estos expresen totalmente su potencial productivo (Álvarez-Perdomo *et al.*, 2017). De ahí la importancia del manejo adecuado de las áreas de pastoreo en cada unidad productiva (Costantini *et al.*, 2018).

Recibido: 15 de junio de 2023

Aceptado: 26 de febrero de 2024

Como citar este artículo: Macay-Anchundia, Miguel Ángel; Pesantez-Muñoz, María José; Cevallos-López, Verónica Carolina & Francel Xavier López-Mejía. Caracterización de la producción de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster en pastoreo con caprino. *Pastos y Forrajes*. 47:e03, 2024.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Cuando se usan altas cargas o los períodos de ocupación y descanso de los potreros no son los apropiados, se produce un exceso de pastoreo, que ocasiona degradación de los pastos, siendo necesario aplicar prácticas de manejo que ayuden a mejorar los rendimientos y la rentabilidad del sistema productivo (Cruz *et al.*, 2018). Estos procesos de degradación se evalúan de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal de los pastos, presencia de arvenses y composición florística, asociados a una inapropiada recuperación (Castro-Castillo *et al.*, 2022).

Otros factores, como el uso del fuego, la chapea excesiva y la aplicación de herbicidas también aceleran los procesos de degradación de los pastos. Hernández *et al.* (2002) informaron que, con cargas relativamente bajas (entre 1,29 y 0,89 unidades bovinas por ha), se encontraron niveles de degradación de moderada a severa, debido a estas prácticas agrotécnicas.

La agricultura y la ganadería regenerativa trabajan de forma holística, lo que condiciona los principios del manejo equivalentes al pastoreo racional (PR) (Spratt *et al.*, 2021). En el 2012, Voisin propuso una serie de postulados para el manejo intensivo de los pastos, que respetan el tiempo de reposo de los cuarterones o potreros. Ello permite acumular reservas suficientes en las raíces de los pastos y garantizar un adecuado rebrote. Al respecto, el citado autor enfatizó que se debe utilizar el forraje cuando posee los nutrientes necesarios para alimentar a los rumiantes, lo que permite maximizar la cosecha del forraje y manejar una carga animal alta en un espacio reducido.

Piñeiro *et al.* (2017) y Milera-Rodríguez *et al.* (2019) corroboraron estos estudios y ratificaron que el pastoreo racional intensivo es un sistema ecológicamente sustentable, que proporciona suficiente alimento para el ganado y puede ayudar significativamente en el desarrollo de la biota edáfica, ya que permite tener mayor retención de la humedad y, de esta manera, evitar la compactación del suelo por el pastoreo.

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la producción por unidad de área de los pastos *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, manejados en un sistema de pastoreo racional Voisin (PRV) con ganado caprino en Manabí, Ecuador.

Materiales y Métodos

Localización. El estudio se estableció durante la época seca (junio-diciembre) del año 2022, en

las áreas del proyecto Mejora productiva y ganadería regenerativa con rumiantes menores tropicales, de la Granja Experimental Río Suma, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, del cantón El Carmen, Manabí, Ecuador. Esta granja está situada a los 0°16'00"S de latitud y 79°26'00"O de longitud, en condiciones de trópico húmedo, a altura de 249 msnm.

Características edafoclimáticas. La investigación se desarrolló en un suelo franco arcilloso (Aguilar *et al.*, 2014), con régimen de precipitaciones promedio de 2 659 mm, 86 % de humedad relativa, temperatura promedio de 24 °C y 1 026 horas luz por año (INEC, 2021).

Tratamientos y diseño experimental. Los tratamientos evaluados consistieron en dos especies forrajeras (*M. maximus* Jacq. y *U. decumbens*), con aproximadamente cinco años de establecidas y dos años de manejo, sin fertilización ni uso de herbicidas o plaguicidas químicos o sintéticos. Se dividieron en once parcelas cada una (figura 1) y se manejaron con PRV en dos ciclos de pastoreo, según un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA). El área total de pastoreo fue de 0,22 ha y se trabajó con 12 cabras adultas, de las razas Saanen y Anglo Nubian.

Procedimiento experimental. Previo a la entrada a los potreros, se calculó el aforo (cinco muestras cada vez) por cada especie forrajera. Se utilizó para ello un marco o cuadrante (1 x 1 m), con el fin de conocer la productividad por hectárea de cada tratamiento (Gómez-Villalva *et al.*, 2021). Basado en el aforo, el peso de los animales (33 kg/animal en promedio) y sus requerimientos de consumo (4,3 kg/día/animal), se calculó el área estimada de consumo diario de las cabras (45 m² en promedio). Asumiendo que consumieran el total del área foliar asignada, se manejaron tiempos de ocupación por parcela entre 10 a 15 horas, lo que implicó ampliar o disminuir el área a pastorear, según dichos requerimientos. Esto se realizó mediante la implementación de divisiones en los potreros con la ayuda de mallas metálicas de fácil movilidad. Estas proporcionaron que las cabras permanecieran en pastoreo durante un período de aproximadamente cinco horas en la mañana y cinco en la tarde, que inició entre las 7:00 y las 8:00 a.m. y finalizó entre las 17-18 horas (Mahecha *et al.*, 2002). Posterior al consumo de toda el área foliar asignada y a la salida de los animales, se tomaron muestras con ayuda del mismo cuadrante para calcular el remanente que quedaba en el potrero. Este momento se consideró

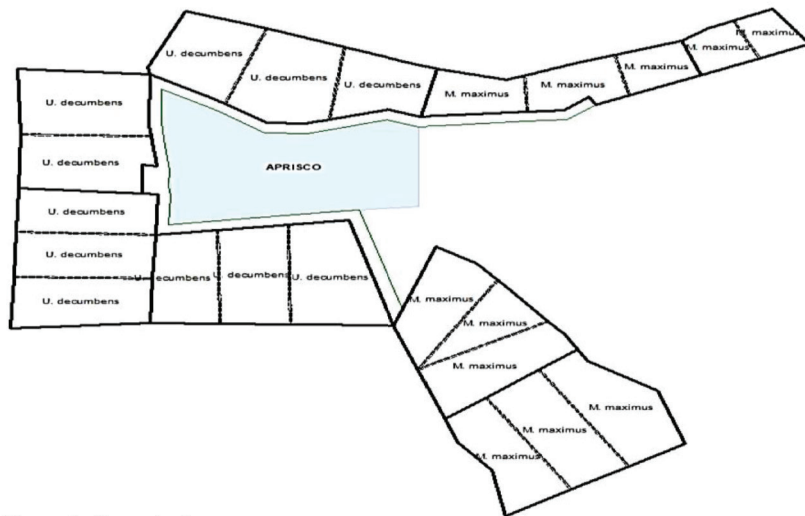


Figura 1. Croquis de campo.

como el día 0 para calcular posteriormente el tiempo de reposo del forraje.

Durante la noche, los animales reposaron en corrales altos, a 70 cm del suelo, acondicionados en el aprisco. Durante la fase de investigación, contaron con agua *ad libitum* y se suplementaron con bloques nutricionales.

El pastoreo se planificó por especie de pasto hasta finalizar la rotación de cada una. Después de consumir todas las parcelas de una especie, se comenzó el pastoreo de la otra, con el fin de determinar si los tipos de pasto influían en la ganancia de peso de los caprinos. Se asumió como punto óptimo para reiniciar el pastoreo de las parcelas, cuando el pasto se encontraba con 10 % de inflorescencia o identificando la tercera hoja basal marchita, de acuerdo con lo informado por Voisin y Lecomte (1968).

Análisis matemático. Se aplicaron modelos lineales generales y mixtos para analizar los datos de las variables producción de forraje verde/ha, remanente (kg/ha), días de recuperación (d), peso de los animales (kg) y consumo de forraje (kg). El análisis de los datos se realizó con el programa R (R Core Team, 2022). Se aplicó la prueba de Tukey 0,5 % de confianza, con nivel de significación establecido en $\alpha = 0,05$.

Resultados y Discusión

Producción de forraje y remanente. Hubo diferencias para la variable producción de forraje verde/ha ($p = 0,0068$) a favor de *M. maximus*, con rendimiento de $11\ 800 \pm 759$ kg de forraje verde/ha, comparado con 8 800 kg en *U. decumbens* (figura 2). Se debe considerar que estos potreros no se fertilizaron, por lo que el aporte de nutrientes se realizó

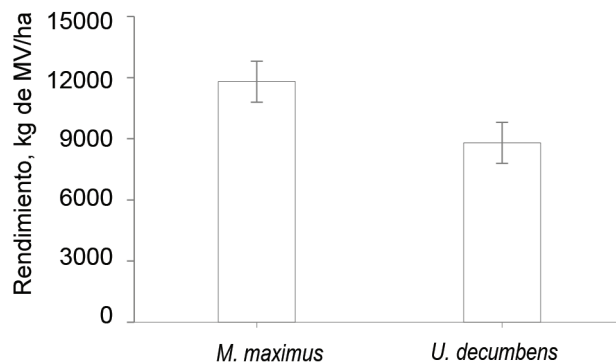


Figura 2. Productividad de los pastos *M. maximus* y *U. decumbens* en función de las rotaciones (kg/ha).

a través de las excretas y la orina, depositadas por los animales durante el pastoreo.

Báez-Lizarazo y Salamanca-Carreño (2022) refieren que la producción de forraje verde/ha de los genotipos de *U. decumbens* es de 4 100 kg/ha y de la *Urochloa humidicola* de 3 250 kg/ha, valores que son inferiores a los de esta investigación. Sin embargo, para *M. maximus* fertilizado, a los 40 días, Gómez-Villalva (2021) informaron rendimientos de 20 300 kg de forraje verde/ha durante un año, superiores al del presente estudio. Esto podría indicar que el pastoreo racional Voisin incrementa la productividad por hectárea en el pasto *U. decumbens*, que parece favorecerse por los cortos tiempos de pastoreo y los períodos de descanso más largos, lo que permite mayor recuperación y mayor productividad (Urón-Castro y Bastos-Alvarado, 2021). Mientras menor es el tiempo de ocupación, se reducen los efectos negativos por compactación en los potreros, lo que propicia el aumento de la capacidad de la pastura para rebrotar y desarrollarse (Gómez, 2017).

En cuanto al remanente (figura 3), hubo diferencias para esta variable ($p= 0,0036$). El pasto *U. decumbens* presentó la media más baja ($2\ 200 \pm 130$ kg/ha), mientras que en *M. maximus* el valor fue de $3\ 700 \pm 130$ kg/ha.

El remanente es la cantidad de pasto que queda después de la defoliación, sea por pastoreo directo o mecánico. Romo-Arias (2019) menciona que el remanente permite asegurar que los pastos o forrajes obtengan su potencial, cuidando el consumo de las vacas y la calidad del bocado.

Reategui *et al.* (2019), en estudios donde se midió la presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje de *U. decumbens*, concluyeron que la presión de pastoreo alta (PBA) registró entre 623 y 223 kg/ha de fitomasa no cosechable. La presión

de pastoreo baja (PPB), entre 637 y 440 kg/ha, indicaría que, a mayor carga animal por unidad de área, menor será la fitomasa no cosechable. Zietsman (2014) propició altas cargas de bovinos con pocos intervalos para estimular mayores consumos de forraje por parte del rumiante y, de esta manera, disminuir la selectividad e incrementar el consumo por área ocupada. Ello permitió dejar suficiente fitomasa no cosechable con reservas de nutrientes necesarios para un rebrote más rápido y eficiente. Estos principios del pastoreo los estableció Voisin y Lecomte (1968).

En este estudio, la carga animal fue alta, pero igual para ambos pastos, por lo que la diferencia en el remanente o rechazo pudiera estar más relacionada con el hábito de crecimiento de las plantas y la accesibilidad a las hojas y tallos más tiernos por parte de los animales. Las cabras son animales racionadores por excelencia, con menos habilidades para el pastoreo profundo y la disposición erecta de los tallos de *M. maximus*, con respecto al hábito decumbente de *U. decumbens*, pudo haber determinado que los animales no pastorearan a mayor profundidad y, por ende, quedara mayor remanente de este pasto erecto.

Nuevamente se reafirma que el PRV en cabras permite cumplir con el propósito de la ley de ocupación propuesta por Voisin, que establece que la ocupación debería ser de un día o menos, y no debería exceder los tres días (Matamoras, 2020) y, por ende, se obtienen resultados satisfactorios en cuanto al rendimiento de los pastos.

Manejo del pastizal. La división y rotación de los potreros (figura 1), con el área dividida en 22 potreros, es una metodología muy practicada y con arraigo en América tropical. Esto se debe a que la mayoría de los ganaderos conservan los pastos como cultivos perennes y su persistencia depende

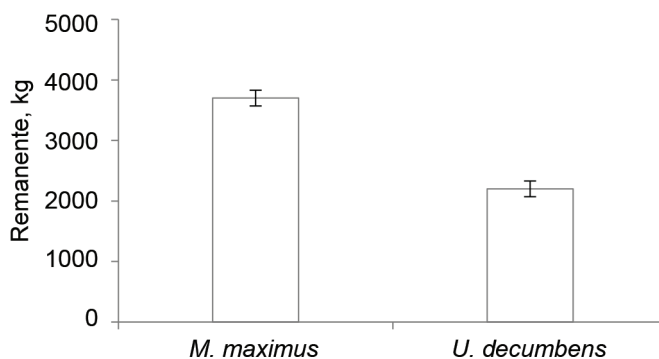


Figura 3. Remanente de los pastos *M. maximus* y *U. decumbens* (kg).

de los tiempos de descanso o recuperación a que se someten (Warren, 2018). En la figura 4 se puede observar que existieron diferencias para la variable días de recuperación de los potreros ($p=0,0032$). El pasto *U. decumbens* necesitó más tiempo para recuperarse, con media de $67 \pm 4,05$ días, mientras que la recuperación de *M. maximus* ocurrió a los $55 \pm 4,05$ días.

Vélez-Mora (2021) planteó que, una vez establecido el período correcto de descanso de los potreros, se debe realizar un buen plan de manejo de rotación que permita obtener producciones entre 60 y 120 kg de MS/ha/día. No obstante, esto va a estar sujeto al tipo de pasto que se utilice, ya que una óptima rotación de los potreros va a depender no solo de los días de descanso, sino del estado fisiológico de los pastos, lo que va a variar entre especies y géneros. El correcto manejo de los tiempos de reposo permitirá mayor persistencia y rendimiento de los pastos y mejores índices de producción en las fincas (Gómez-Villalva, 2021).

Esto se puede lograr con el manejo racional intensivo, que ha tenido una repercusión positiva en diferentes países de Centroamérica y Suramérica (Milera-Rodríguez, 2019). Este sistema de pastoreo, además del incremento de las producciones, permite contribuir al manejo ecológico de los sistemas suelo, planta y animal (Urón-Castro y Bastos-Alvarado, 2021). Al implementar el pastoreo Voisin, se establece un óptimo desarrollo en el tiempo de recuperación de las pasturas, brindando a la ecos-

fera una ganadería baja en emisiones de gases. De esta forma, se ofrecen resultados que representan una opción resiliente ante el cambio climático y una contribución a la autosuficiencia alimentaria de los países (Montoya-Quintero, 2019).

Peso de los animales y consumo de forraje. El lote completo de caprinos se pesó antes de iniciar y al finalizar el pastoreo de cada especie y se compararon sus respectivas ganancias de peso. Con una prueba de t pareada, se comprobó que no existieron diferencias ($p=0,8043$) en la ganancia de peso de los animales, en función de los pastos consumidos (tabla 1). De acuerdo con lo expuesto por Urón-Castro y Bastos-Alvarado (2021), estos resultados se pueden presentar cuando se implementan sistemas de pastoreo como el sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD) o PRV, ya que pueden existir animales que presenten mejor conversión alimentaria que otros. Adicionalmente, el consumo de forraje de los animales fue similar ($p=0,345$), con 2,15 kg para *M. maximus* y 1,85 kg para *U. decumbens*. Esto indicaría que se cumple la ley de rendimientos máximos, propuesta en el PRV, con el desarrollo de pastoreos más eficientes y mejor aprovechamiento de la biomasa disponible (Guevara-Viera *et al.*, 2003).

Conclusiones

M. maximus y *Urochloa* sp. mostraron alta producción de forraje verde por unidad de área bajo el sistema de PRV con ganado caprino. El pasto *M. maximus* presentó la mayor producción de forraje

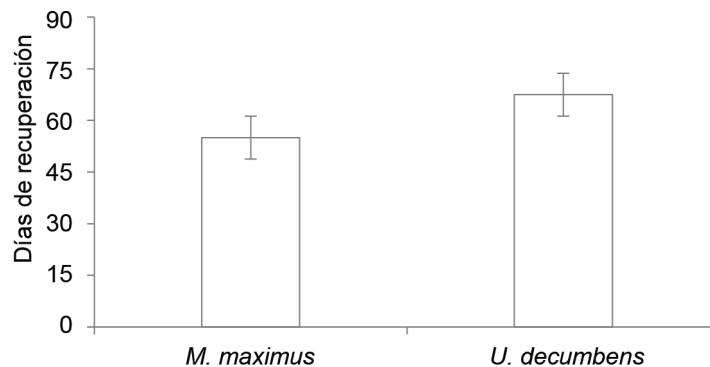


Figura 4. Días de recuperación de *M. maximus* y *U. decumbens*.

Tabla 1. Ganancia de peso y estimación del consumo de pasto.

Especie de pasto	N	Ganancia de peso, kg	Consumo	Valor - P
<i>M. maximus</i>	12	0,96	2,15	0,8043
<i>U. decumbens</i>	12	0,69	1,85	0,3450

verde por hectárea, mayores remanentes después del pastoreo y recuperación más rápida con respecto a *Urochloa* sp.

Agradecimientos

Al proyecto de mejora productiva y ganadería regenerativa con rumiantes menores tropicales, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, por la disponibilidad para el trabajo en campo. Se expresa gratitud también a los revisores pares y a los editores de esta revista por sus comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores afirman que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Miguel Ángel Macay-Anchundia. Presentación de la propuesta y seguimiento del trabajo en campo.
- María José Pesantez-Muñoz. Desarrollo de la fase de campo y trabajo escrito.
- Verónica Carolina Cevallos-López. Análisis de los datos e interpretación de los resultados.
- Francel Xavier López-Mejía. Redacción y edición.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, A.; Figueras, M. A. & Quezada, L. E. Desarrollo de un software para la clasificación de suelos. *Memorias XXVII Reunión Nacional de Profesores de Ingeniería Geotécnica*. Puerto Vallarta, México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, 2014.
- Álvarez-Perdomo, G. R.; Barba-Capote, C.; Velasco-Martínez, A. E.; Samaniego-Armijos, M. C.; Jacho-Macías, T. E.; Muñoz-Cornejo, J. A. *et al.* La especie *Cenchrus purpureus* una alternativa para la producción de forraje. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 18 (4):1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651265006.pdf>, 2017.
- Báez-Lizarazo, J. J. D. & Salamanca-Carreño, A. Productividad y valoración nutritiva de tres especies de *Brachiaria* en el piedemonte del Meta, Colombia. *Congreso Mesoamericano de Investigación*. Villavicencio, Colombia: Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/46750>, 2022.
- Castro-Castillo, Teresita de J.; Pinto-Ruiz, R.; Guevara-Hernández, F.; Raj-Aryal, D.; Camas-Gómez, R. & Avelar-Roblero, J. U. Degradación de praderas en una comunidad rural de área natural protegida. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 13 (7):1295-1306, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i7.2763>.
- Costantini, A.; Perez, M. Gabriela; Busto, Mercedes; González, F.; Cosentino, Vanina; Romaniuk, Romina & Taboada, M. A. Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. *Ciencia e Investigación*. 68 (5):47-54. <http://aargentiniapciencias.org/wp-content/uploads/2018/11/4-Costantini-cei68-5-5.pdf>, 2018.
- Cruz, F.; Arana, M.; Pinto, R.; Guevara, F.; Ley, A.; Venegas, J. & Raj, D. Degradación de potreros en comunidades ganaderas de áreas naturales protegidas de Chiapas. *V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Guanajuato, México. p. 161, 2018.
- Gómez-Villalva, J. C.; Vásquez-Galarza, G.; Torres-Pérez, J. & Moran-Salazar, C. I. Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) con relación a dos frecuencias de corte. *Revista Magazine de las Ciencias*. 6 (2):55-63. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/1251/915>, 2021.
- Gómez, R. *Pastoreo Racional Voisin*. Santa Bárbara, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa-13-2017.pdf>, 2017.
- Guevara-Viera, R.; Guevara-Viera, G. & Curbelo-Rodríguez, L. Pastoreo racional Voisin para la producción bovina sostenible. *Rev. Prod. Anim.* 15 (2):24-31. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=google-scholar&id=GALE|A466298113&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=924aac41>, 2003.
- Hernández, Karen J.; Ibrahim, M.; Detlefsen, G.; Harvey, Celia & Prins, K. Quantification and qualification of degraded pastures incorporating local knowledge of farmers from Calzada Mopan, Dolores, Peten, Guatemala. *Agroforestería en las Américas*. 9 (35-36):62-68. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5999?locale-attribute=es>, 2002.
- INEC. *Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-superficie-produccion-agropecuaria-continua-2021/>, 2021.
- Lee, M. A.; Davis, A. P.; Chagunda, M. G. G. & Manning, P. Forage quality declines with rising temperatures, with implications for livestock production and methane emissions. *Biogeosciences*. 14:1403-1417. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017BGeo...14.1403L/abstract>, 2017.
- Mahecha, Liliana; Angulo, J. & Manrique, L. P. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. colomb. cienc. pec.* 15 (1):80-87. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026068008.pdf>, 2002.

- Matamoros, I. A. *Pastos y forrajes: crecimiento e implicaciones en manejo. Clase de cultivos extensivos y forrajes*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, 2020.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Machado-Martínez, R. L.; Alonso-Amaro, O.; Hernández-Chavez, Marta B. & Sánchez-Cárdenas, Saray. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42(1):3-12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100003&lng=es&tlng=es, 2019.
- Montoya-Quintero, Esneda. *Diseño de un sistema de pastoreo de ultra alta densidad (PUAD) en ganadería regenerativa finca San Pedro municipio de Victoria Caldas*. Tolima, Colombia: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/30701>, 2019.
- Piñeiro, J.; Barragán, L. & Serrato, B. Desarrollo de un sistema para supervisión de pastoreo. *Revista Vínculos*. 14 (1):8-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14483/2322939X.12574>.
- R Core Team. *R: un lenguaje y un entorno para la informática estadística*. Viena: Fundación R para Computación Estadística. <https://www.R-project.org>, 2022.
- Reategui, K.; Aguirre, N.; Oliva, R. & Aguirre, Edith. Presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje *Brachiaria decumbens*. *Scientia Agropecuaria*. 10 (2):249-258, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.10>.
- Romo-Arias, K. D. *Gestión de operaciones en agroecosistemas de producción lechera*. Trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán, Ecuador: Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Universidad Politécnica Estatal del Carchi. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/765>, 2019.
- Spratt, Elisabeth; Jordan, Jane; Winsten, J.; Huff, P.; Schaik, Caroline van; Grimsbo-Jewett, Jane *et al.* Accelerating regenerative grazing to tackle farm, environmental, and societal challenges in the upper Midwest. *J. Soils Water Conserv.* 76 (1):15A-23A, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.2489/jswc.2021.1209A>.
- Urón-Castro, C. A. & Bastos-Alvarado, C. A. Análisis de la implementación de pastoreo de ultra alta densidad con bovinos blanco orejinegro en la granja experimental de la UFPSO. *RCZ*. 7 (12):25-31. <http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/100>, 2021.
- Vélez-Mora, R. A. *Eficacia de alternativas fisionutricionales sobre la capacidad de rebrote y rendimiento del pasto guinea (Megathyrus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.) en secano*. Informe de trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1542>, 2021.
- Voisin, A. & Lecomte, A. *La vaca y la hierba: cómo obtener buenos rendimientos del ganado vacuno*. España: TECNOS. <https://pdfcoffee.com/andre-voisin-la-vaca-y-la-hierbapdf-pdf-free.html>, 1968.
- Warren, Hannah. R. *Impulsores de deforestación y percepción de cambios de uso de suelo en paisajes ganaderos en tres municipios de Campeche, México*. Tesis presentada en opción al grado científico de Maestría en Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica: CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8976>, 2018.
- Zietsman, J. *El hombre, el ganado y la pradera*. Iowa, USA: BEEFpower LLC, 2014.