

BIOFERTILIZANTES FOLIARES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD *in vitro* DEL PASTO *Megathyrus maximus*

FOLIAR BIOFERTILIZERS IN THE AGRONOMIC PERFORMANCE, CHEMICAL COMPOSITION, AND *in vitro* DEGRADABILITY OF *Megathyrus maximus* PASTURE

Denisse Arana-Sánchez¹, Juan Avellaneda-Cevallos^{1,2}, Carlos Molina-Hidrovo², Diego Mendoza-Zambrano³, Juan Avellaneda-Vázquez¹

¹Programa de Ganadería y Pastos, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), km 5 vía Quevedo-El Empalme. Mocache-Los Ríos Ecuador

²Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, “La María” km 7 vía Quevedo-El Empalme. Mocache-Los Ríos Ecuador

³AgroDiMeZa, vía Santo Domingo, El Carmen-Ecuador

Email: javellaneda@uteq.edu.ec

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
29/03/2024

Aceptado:
30/06/2024

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
15(1):48-53

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i1.497

Esta investigación se realizó en el programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP y en el laboratorio de Rumiología de la UTEQ. Se evaluó la aplicación de biofertilizantes foliares sobre el comportamiento agronómico, composición química y degradabilidad ruminal *in vitro* del pasto Saboya. Se empleó la técnica de digestibilidad *in vitro* de Tilley y Terry, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados indican que la biofertilización foliar no tuvo efectos significativos ($p > 0,05$) en la composición química, excepto en el contenido de fibra detergente ácido (FDA). La biofertilización tampoco mostró efectos claros y concluyentes sobre la degradación ruminal *in vitro* de la materia seca, ya que las variables evaluadas fueron similares entre tratamientos ($p > 0,05$), mientras que la tasa de degradabilidad (kd) y degradabilidad efectiva (DE) presentaron diferencias ($p < 0,05$).

Palabras clave: Biofertilización foliar, degradabilidad, fracciones de fibra

Abstract

This research was conducted in the Livestock and Pasture Program of the Pichilingue Tropical Experimental Station of INIAP and in the Rumiology Laboratory at UTEQ. The study evaluated the application of foliar biofertilizers on the agronomic performance, chemical composition, and *in vitro* ruminal degradability of Saboya grass. The Tilley and Terry *in vitro* digestibility technique was employed, with four treatments and four replications. The results indicate that foliar biofertilization did not have significant effects ($P > 0.05$) on the chemical composition, except for the acid detergent fiber (ADF) content. Foliar biofertilization also did not show clear and conclusive effects on the *in vitro* ruminal degradation of dry matter, as the evaluated variables were similar between treatments ($P < 0.05$), while the degradation rate (kd) and effective degradability (ED) showed differences ($P > 0.05$).

Keywords: Foliar biofertilization, degradability, fiber fractions.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en el Ecuador depende del pastoreo, los pastos a más de constituir el alimento más barato disponible para la alimentación del ganado, ofrecen todos los nutrientes necesarios para un buen desempeño animal, por lo tanto, todo lo que se pueda hacer por

mejorar la tecnología de producción de pastos redundará en forma directa en la producción de carne, leche o lana (León *et al.*, 2018).

Los forrajes representan la fuente más económica para la alimentación de los rumiantes, principalmente en el trópico donde hay grandes extensiones de tierra

dedicadas a la explotación ganadera. En casi todos los países tropicales la expansión de la frontera agrícola llegó a su límite, y el crecimiento actual de la actividad agropecuaria depende en alto grado de la intensificación y tecnificación de la producción (Avellaneda *et al.* 2007).

El uso eficiente de los recursos naturales en la ganadería se debe enfocar en tres áreas: prácticas de eficiencia, manejo de pastizales y manejo del estiércol. Una estrategia de manejo en pasturas es el uso de los fertilizantes para potencializar su producción, y en ella se deben implementar prácticas de eficiencia (Gerber *et al.*, 2013).

La fertilización foliar implica la aplicación de nutrientes directamente a través de las hojas de las plantas, en pastos tropicales, donde el suelo puede ser deficiente en ciertos nutrientes, esta técnica proporciona una vía eficiente para que las plantas absorban elementos esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes (Pérez, 2017).

Según García (2017), a nivel mundial, del 30 a 50 % del rendimiento de los cultivos se atribuye a los nutrientes provistos por fertilizantes, siendo el nitrógeno (N) el más utilizado, seguido del fósforo (P) y el potasio (K). El N es el elemento que más limita los rendimientos en cualquier sistema productivo, y se hace más importante su consideración, cuanto más intensiva se vuelva la producción (Alesandri y Alesandri, 2009, citado por Benalcázar-Carranza *et al.*, 2021).

Los aportes de N a los cultivos se deben realizar buscando una producción sostenible, económica y ambiental. El N es el elemento que más limita los rendimientos en cualquier sistema productivo, y se hace más importante su consideración, cuanto más intensiva se vuelva la producción (Benalcázar-Carranza *et al.*, 2021). Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico, composición química y degradabilidad de la materia seca del pasto Saboya biofertilizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en dos fases, la de campo en el Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), y la de laboratorio en el área de Rumiología y Metabolismo Nutricional de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la Finca Experimental “La María” ubicada en el Km 7 vía Quevedo-El Empalme, entrada al cantón Mocache, en las coordenadas geográficas 79° 27' de longitud Oeste y 01° 06' de latitud Sur 73 msnm. Según el sistema de clasificación de las zonas de vida de

Holdridge, la localidad de Quevedo se encuentra dentro de la zona ecológica Bh-T.

Comportamiento agronómico: La biomasa seca (kg ha⁻¹), relación hoja/tallo, altura de la planta (cm), diámetro del tallo, promedio de hoja por macollo (número), número de macollo (tallos) por planta y número promedio de hojas por planta.

Composición bromatológica: La materia seca (MS) y ceniza, se determinaron según la Asociación of Official Analytical Chemists (AOAC, 2007). La proteína cruda (PC) se determinó como %N x 6.25, según Kjeldahl, descrita por la (AOAC, 2007). La fibra detergente neutro y fibra detergente ácida (FDN y FDA) se analizaron con base en la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991) y de acuerdo con las modificaciones para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM® Technology) y a los procedimientos para el uso del analizador semiautomático de fibras (ANKOM® Fiber Analyzer A200, ANKOM Technology), señaladas en los métodos 5 y 6 para FDN y FDA, respectivamente, descritos por (ANKOM Technology, 2010).

Digestibilidad *in vitro*: La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), se determinó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963), mezclando la saliva de Menke y Steingass (1988) que involucró ocho periodos de incubación de 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h con microorganismos del rumen en un medio buffer. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2010), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 micras.

Tratamientos y diseño experimental: El experimento estuvo conformado por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó un testigo sin fertilización, y tres fuentes nitrogenadas: Nitragua (Fuente nitrogenada *Azolla filiculoides* Lam.), MAXFUN (Extracto de jengibre *Zingiber officinale* Roscoe 15% y aditivos 85%, conformado por, Ácidos fúlvicos 5,24%, Aminoácidos 0,99%, MO 3,89%) y ADMF (Acción Desestresante de Máximo Funcionamiento, constituido por ácido fúlvico total 4,51 %, Aminoácidos 0,72 %, Cloruros 2,28 %, MO 3,16%). Para su análisis, tanto para el estudio de comportamiento agronómico, composición química y degradabilidad ruminal *in vitro*, se empleó un Diseño Completamente al Azar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante PROC GLM del SAS (SAS, 2011) y se utilizó la prueba de Tukey (p<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento agronómico: Los biofertilizantes foliares pueden tener un impacto significativo en el comportamiento agronómico de gramíneas y leguminosas, al provocar mejoras en la absorción de

nutrientes, estimular el crecimiento y desarrollo, aumentar la resistencia a enfermedades y estrés, y mejorar la calidad nutricional. Estos posibles efectos subrayan la importancia de considerar los biofertilizantes foliares como una herramienta clave en la agricultura sostenible y en la producción ganadera, no solo para aumentar la productividad, sino también para preservar el

equilibrio ecológico de los ecosistemas agrícolas. Cabe indicar que, en la presente investigación en ninguna de las variables en estudio (Cuadro 1) se pudo evidenciar ($p > 0,05$) efectos positivos de los tratamientos (T1: Nitragua; T2: Maxfum; T3: ADMF) cuando se los compararon con el testigo (T0: sin aplicación).

Cuadro 1. Biofertilización foliar sobre el comportamiento agronómico del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*)

Variable	Tratamientos (Fuente de biofertilizantes)			EEM	p<	
	T0	T1	T2			
Biomasa seca (kfg ha ¹)	887,06	1032,79	1148,05	924,15	127,04	0,4897
Relación hoja/tallo	1,29	1,52	1,65	1,52	0,24	0,7648
Altura de la planta (cm)	132,85	126,50	126,55	129,55	8,88	0,9494
Diámetro del tallo	6,15	5,34	5,69	5,95	0,35	0,4297
Promedio de hoja por macollo (número)	4,80	4,35	4,50	4,70	0,16	0,2444
Número de macollo (tallos) por planta	20,05	19,20	18,15	15,25	2,30	0,5045
Número promedio de hojas por planta	96,40	81,45	82,05	71,05	12,76	0,5886

T0: Testigo; T1: Nitragua; T2: Maxfum; T3: ADMF, p: probabilidad

Los resultados anteriores, no coinciden con los encontrados por Alvarado (2020), quién observó un desarrollo vegetativo del pasto progresivo en función del aumento en la dosis de fertilizantes, encontrándose rendimientos de 2106,3 y 2748,0 Kg/ha/corte entre el testigo y el tratamiento con mayor dosis de fertilización, lo que demuestra que la suplementación de las deficiencias de nutrientes del suelo con fertilización edáfica o foliar se obtienen excelentes resultados de las especies o variedades de pastos en la región. En el mismo sentido, Erazo (2014), quién realizó una investigación evaluando el comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto Tanzania (*Panicum maximum*) con abonos orgánicos (residuo de mataderos y vermicompost), encontró que las parcelas experimentales a las que se les aplicó residuo de mataderos obtuvieron mayores resultados en altura de planta y peso de forraje a los 75 días, con 161,07 cm y 465,12 g; de la misma forma en las variables peso de hoja y tallo con 263,17 y 153,80 g respectivamente.

En el caso de Díaz (2015), quien midió el efecto de cuatro fertilizantes foliares inorgánicos sobre las características agronómicas y rendimiento del pasto *Panicum maximum* cultivar Tanzania, también encontró efectos positivos de la fertilización foliar, en lo que respecta altura de planta, porcentaje de cobertura de los tratamientos y materia seca, concluyendo que la aplicación de la mayor dosis de nitrógeno, influye directamente en la producción de follaje en el *Panicum maximum* cultivar Tanzania.

Composición química: La implementación de prácticas agrícolas sostenibles se ha vuelto esencial para garantizar la seguridad alimentaria y preservar los recursos

naturales. En este contexto, se menciona que los biofertilizantes foliares han surgido como una opción respetuosa con el medio ambiente para mejorar la producción y calidad de los cultivos, y en el caso específico del pasto Saboya, que es un componente crucial en la industria ganadera por su alta representación en las áreas cultivadas, la aplicación de biofertilizantes foliares tiene un impacto significativo. Este enfoque sostenible no solo beneficia a los agricultores, ya que puede provocar un aumento de la productividad y calidad del forraje, sino que también contribuye a una ganadería más saludable y sostenible. La aplicación adecuada de estos biofertilizantes no solo impacta positivamente en el pasto Saboya, además tiene un efecto cascada en toda la cadena alimentaria, promoviendo así un sistema agrícola más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente.

En este aspecto, y basándose en los resultados presentados en el cuadro 2, se puede evidenciar que no existió efectos significativos de la biofertilización foliar sobre las variables de composición química bromatológica del pasto Saboya, excepto para el contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente ácido (FDA) ($p < 0,05$). En el caso de la FDA, se observó una similitud entre las fuentes de biofertilización foliar, y en su conjunto, estas presentaron diferencias estadísticas cuando se compararon con el testigo, el cual demostró el mayor contenido de esta fracción. Es importante decir que, los pastos tropicales desempeñan un papel vital en la industria ganadera y agrícola en las regiones ecuatoriales del mundo (Pérez y Toranzos, 2004), sin embargo, la calidad de estos pastos está influenciada por varios factores, siendo el contenido de FDA uno de los más significativos (Gaviria et al., 2015).

Cuadro 2. Biofertilización foliar sobre la composición química bromatológica del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*)

Variable (%)	Tratamientos (Fuente de biofertilizantes)				EEM	p<
	T0	T1	T2	T3		
MS	16,34 a	17,42 a	16,63 a	16,27 a	0,84	0,7582
MO	85,64 a	85,25 a	85,12 a	84,96 a	0,45	0,7391
C	14,36 a	14,76 a	14,89 a	15,05 a	0,45	0,7391
PC	8,83 b	9,13 a	9,09 a	9,11 a	0,06	0,0085
FDN	65,87 a	64,59 a	65,66 a	64,94 a	0,41	0,1488
FDA	45,15 a	42,56 b	42,59 b	42,49 b	0,34	0,0003

a,b,c Promedios en la misma fila con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (p>0.05)

T0: Testigo; T1: Nitragua; T2: Maxfum; T3: ADMF

MS: Materia Seca; MO: Materia Orgánica; C: Cenizas; PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Ácida.

Por lo anterior, cabe indicar que el encontrar un contenido menor de FDA en el pasto Saboya biofertilizado, es una respuesta positiva cuando se habla en términos nutricionales, ya que el aumento del contenido de FDA en los pastos tropicales reduce su digestibilidad. La lignina, uno de los componentes de la FDA, es indigerible para muchos animales, lo que dificulta su capacidad para descomponer y absorber los nutrientes presentes en los pastos; esto lleva a una disminución en la eficiencia de la conversión de alimentos y, por ende, en la producción ganadera (Almaraz et al., 2019).

Degradabilidad ruminal in vitro: En la presente investigación, los resultados experimentales no demostraron efectos claros y concluyentes de la biofertilización foliar sobre las variables de degradación ruminal in vitro de la materia seca, según los datos del cuadro 3 a partir de las 6 h de incubación se observan diferencias significativas en la degradación, lo cual coincide con los contenidos más altos de PC y menores

de FDA (Cuadro 3), ya que la fracción soluble (a); fracción insoluble pero potencialmente degradable (b); fracción indegradable (c); degradabilidad potencial (DP), fueron similares entre tratamientos (p>0,05), mientras que en términos generales la tasa de degradabilidad (kd) y degradabilidad efectiva (DE) presentaron diferencias (p<0,05), aunque cuando, se analizó la similitudes entre los tratamientos, el testigo (T0) presentó igualdad de respuesta con Nitragua (T1), y estas diferencias con el T2 y T3, cuando se analizaron las variables al 5 y al 8% de degradabilidad efectiva (DE); estos datos fueron contrarios a los reportados por Avellaneda et al. (2022), quienes reportaron que la fertilización provocó cambios en la biodisponibilidad ruminal (degradación) de Ca, P y Mg del pasto *Pennisetum purpureum* en las diferentes horas de incubación, acción que en la mayoría de los casos afectó la cinética de degradación del pasto en sus diferentes fracciones (Fracción soluble (A), Fracción insoluble pero potencialmente degradable (B), Fracción indegradable (c). Potencial de degradación ruminal (A+B).

Cuadro 3. Biofertilización foliar sobre la degradabilidad ruminal in vitro de la materia seca (%) del pasto Saboya (*Megathyrus maximus*)

Tiempos de incubación (h)	Tratamientos (Fuente de biofertilizantes)				EEM	p<
	T0	T1	T2	T3		
0	17,55 a	16,44 a	17,48 a	16,44 a	0,31	0,0550
3	21,22 a	21,05 a	21,83 a	21,44 a	0,26	0,2156
6	24,57 b	24,99 ab	25,72 a	25,50 ab	0,26	0,0375
12	30,38 b	31,76 a	32,31 a	32,60 a	0,32	0,0018
24	39,22 b	41,73 a	41,80 a	42,52 a	0,42	0,0005
48	49,52 b	52,69 a	51,80 a	52,38 a	0,43	0,0009
72	54,42 b	57,50 a	55,93 ab	56,12 ab	0,49	0,0065
96	56,77 b	59,61 a	57,65 ab	57,55 ab	0,55	0,0201
Parámetros de degradabilidad (%)						
A	17,55 a	16,44 a	17,48 a	16,44 a	0,31	0,0550
B	41,37 a	41,37 a	41,39 a	42,00 a	0,72	0,9038
C	41,08 a	41,08 a	41,06 a	41,56 a	0,70	0,9446
DP	58,92 a	52,92 a	58,94 a	58,44 a	0,70	0,9446
Kd	0,03 b	0,03 b	0,04 a	0,04 a	0,3	0,0008
DE 2%	42,66 b	42,66 b	44,39 ab	44,53 a	0,42	0,0094
DE 5%	33,36 b	33,36 b	35,13 a	35,22 a	0,32	0,0011
DE 8%	29,09 b	29,09 b	30,63 a	30,54 a	0,27	0,0013

a, b, c, Promedios en la misma fila con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (p>0.05)

T0: Testigo; T1: Nitragua; T2: Maxfum; T3: ADMF

A: Fracción soluble; **B:** Fracción insoluble pero potencialmente degradable; **C:** Fracción indegradable; **DP:** Degradabilidad potencial; **kd:** Tasa de degradabilidad; **DE:** Degradabilidad efectiva.

La fertilización foliar ha surgido como una técnica eficaz para mejorar la calidad y productividad de los cultivos. En el contexto de los pastos tropicales, que son vitales para la industria ganadera y agrícola en las regiones ecuatoriales del mundo, el entender el impacto de la fertilización foliar es esencial, ya que el analizar cómo esta técnica puede influir en su disponibilidad de los nutrientes a nivel ruminal, permite conocer su impacto en la sostenibilidad de la producción agrícola y ganadera.

Una absorción óptima de estos nutrientes es fundamental para el crecimiento saludable de los pastos. La fertilización foliar puede aumentar significativamente la productividad de los pastos tropicales. Al proporcionar nutrientes de manera directa y rápida, los pastos pueden crecer más rápidamente y producir más biomasa disponible y digestible. Además, este proceso puede mejorar la calidad del forraje al aumentar el contenido de proteínas y otros nutrientes esenciales, lo que es beneficioso tanto para el ganado como para otros animales que dependen de estos pastizales, ya que en el medio ruminal el adecuado contenido de nitrógeno mejora el desempeño microbiano (Cazzulli, 2010).

La fertilización foliar en pastos tropicales tiene un impacto positivo en la absorción de nutrientes, la productividad del forraje, la resistencia al estrés y la sostenibilidad agrícola. Al adoptar prácticas de fertilización foliar efectivas y sostenibles, los agricultores pueden mejorar significativamente la producción de pastos tropicales, asegurando un suministro constante de forraje de alta calidad (digestible) para el ganado y, al mismo tiempo, contribuir a la conservación del medio ambiente al existir menores cantidad de nutriente excretados en las heces.

CONCLUSIONES

No se evidenció efectos positivos significativos de los tratamientos sobre las variables de comportamiento agronómico, a pesar de la aplicación de diferentes biofertilizantes foliares (Nitragua, Maxfum, ADMF), ninguna de las variables analizadas mostró diferencias significativas en comparación con el grupo testigo, esto sugiere que, en el contexto específico de esta investigación, los biofertilizantes foliares no tuvieron un impacto observable en las propiedades del pasto Saboya. En términos de composición química bromatológica, los biofertilizantes foliares no tuvieron un efecto significativo en la mayoría de las variables analizadas, excepto en el contenido de proteína cruda y de fibra detergente ácido (FDA), aunque hubo similitudes entre las fuentes de biofertilización foliar, todas difirieron significativamente del grupo testigo en términos de

contenido de FDA, siendo el grupo testigo el que presentó el mayor contenido en esta fracción.

Los resultados de la degradación ruminal *in vitro* de la materia seca fueron similares entre los tratamientos si hubo diferencia a partir de las 6 h, sin diferencias significativas en las fracciones de degradabilidad potencial (DP). Sin embargo, se observaron diferencias en la tasa de degradabilidad (kd) y la degradabilidad efectiva (DE) entre los tratamientos. En particular, el grupo testigo mostró similitudes en respuesta con Nitragua, pero diferencias significativas con Maxfum y ADMF, especialmente al analizar las variables al 5% y al 8% de degradabilidad efectiva.

LITERATURA CITADA

- Almaraz, I., Sánchez, P., Torres, N., Herrera, J., Boltini, M., & Rojas, A. 2019. Análisis bromatológico y producción de gas *in vitro* de forrajes utilizados en el trópico seco mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 68(262):260-266.
<https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4145>
- Alvarado, M. 2020. Efectos de fertilizante edáfico y foliar en el comportamiento agronómico del pasto Mombasa (*Panicum maximum* Jacq cv Mombasa) en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos [Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo].<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7985>
- ANKOM Technology. 2010. Operator's manual "Daisy" incubator. ANKOM Technology.
<https://www.ankom.com/product-catalog/daisy-incubator>
- AOAC. 2007. Official methods of analysis (18th Ed). Association of Official Analytical Chemists.
<https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1753366>
- Avellaneda, J., Bazán, G., Arana, D., Bajaña, D., Herrera, R., & Pinargote, L. 2022. Biodisponibilidad ruminal de minerales del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) fertilizado con nitrógeno. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(1):35-40.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v15i1.541>
- Avellaneda, J., González, S., Pinos, J., Hernández, G., Montañez, O., & Ayala, J. 2007. Enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad *in vitro* de cinco ecotipos de *Brachiaria*. *Agronomía Mesoamericana*, 18(1):11-17.
<https://doi.org/10.15517/am.v18i1.5032>

- Benalcázar-Carranza, B., López-Caiza, V., Gutiérrez-León, F., Alvarado-Ocho, S., & Portilla-Narváez, A. 2021. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de cinco pastos perennes en Ecuador. *Pastos y Forrajes*, 44:1-9. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100005
- Cazzulli, G. 2010. Ambiente ruminal y producción de proteína microbiana en terneras según el horario de corte de la pastura consumida. [Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de la República, Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/19872>
- Díaz, E. 2015. Efecto de cuatro fertilizantes foliares inorgánicos sobre las características agronómicas y rendimiento del pasto *Panicum maximum* cultivar Tanzania en Zungarococha- Iquitos - Loreto [Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruna]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3338>
- Erazo, M. 2014. Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto Tanzania (*Panicum Máximum Cv.*) con abonos orgánicos en diferentes estados de madurez en el campo experimental La Playita-La Maná [Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3534/1/T-UTC-00811.pdf>
- García, F. 2017. Manejo sostenible de nutrientes en los sistemas agrarios . IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias . San Lorenzo - Paraguay. [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/9972F6D0989E3DDA84258108000FCD46/\\$FILE/FGarcia%20-%20Conferencia%20IVCNCA_2017.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/9972F6D0989E3DDA84258108000FCD46/$FILE/FGarcia%20-%20Conferencia%20IVCNCA_2017.pdf)
- Gaviria, X., Naranjo, J., & Barahona, R. 2015. Cinética de fermentación in vitro de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética. *Pastos y Forrajes*, 38: 55-63. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000100006
- Gerber, P., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations : <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. 2018. Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pastura. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- Pérez, F. 2017. Nutrición Mineral. Fisiología vegetal. Universidad Nacional de Ucayalí <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf>
- Pérez, P., & Toranzos, M. 2004. Pastos tropicales: Tecnología necesaria para la ganadería regional. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/18-pastos_tropicales.pdf
- SAS. 2011. Statistical Analysis System. Versión 9.3. Procedure guide. SAS Inc. <https://support.sas.com/documentation/onlinedoc/base/procstat93m1.pdf>
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implication in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)