

# EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO MINERALIZADO EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE FORRAJES PARA PASTOREO

## EFFECT OF THE MINERALIZED LIQUID ORGANIC FERTILIZER IN THE PRODUCTION AND COMPOSITION OF GRAZING FORAGE

<sup>1</sup>**Robinson Felipe Guzmán-Sánchez**, <sup>2</sup>**Jeferson Andrés Beltrán-Perafán**,  
<sup>3</sup>**Consuelo Montes-Rojas**, <sup>4</sup>**María del Socorro Anaya-Florez**

<sup>1</sup>Ingeniero Agropecuario, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

<sup>2</sup>Ingeniero Agropecuario, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

<sup>3</sup>Master en ciencias, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

<sup>4</sup>Especialista, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Popayán, Colombia.

<sup>1</sup>rguzman@unicauca.edu.co; <sup>2</sup>jabeltran@unicauca.edu.co,

<sup>3</sup>cmontesr@unicauca.edu.co; <sup>4</sup>manaya@misena.edu.co

### RESUMEN

**Contextualización:** la producción ganadera en Colombia se desarrolla en gran parte del país y tiene una participación del 53% en el producto interno bruto pecuario, es considerada un renglón socioeconómico de importancia para el progreso del campo. Ocupa una fracción significativa del uso de suelo, donde la mayor parte está destinada a pastos y forrajes para la ganadería bovina. Esta actividad se desarrolla en grandes extensiones y el aumento de la productividad depende del manejo eficiente de los forrajes y de la introducción de especies forrajeras mejoradas que oferten mejor cantidad y calidad alimenticia.

**Vacío de conocimiento:** un problema serio en el manejo de forrajes son los altos costos de producción de los fertilizantes de síntesis

química y la falta de aprovechamiento por parte de los ganaderos de alternativas orgánicas de fertilización.

**Propósito del estudio:** teniendo en cuenta que son pocos los ganaderos que consideran el pasto como un cultivo, que responde a prácticas agronómicas apropiadas, esta investigación tuvo como propósito evaluar la respuesta a la fertilización con abono líquido orgánico fermentado aeróbicamente (ALOFA) en las variables altura, cobertura, vigor, producción de biomasa y composición nutricional de dos especies forrajeras de interés para la ganadería (*Cynodon nlemfuensis* y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo) comparando con biofertilizante comercial y fertilización tradicional.

**Metodología:** se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Se hicieron aplicaciones con intervalos de 10 días según las dosis establecidas por tratamiento. Se realizaron tres evaluaciones cada 40 días y las variables de respuesta fueron altura, cobertura, vigor, infestación de plagas, incidencia de enfermedades, producción de materia seca y calidad nutricional.

**Resultados y conclusiones:** ALOFA al 2,5% presentó el mejor comportamiento en producción de materia seca con *C. nlemfuensis*, superando en 17,55% al testigo; en *B. brizantha cv. Toledo* ALOFA al 2,5% + Inoculante micorrizico (IM) y BP-150 al 0,5% + IM superaron en 35% al testigo, lo cual permite aumentar la carga animal en 0,4 y 1,82 UGG/ha en ambas especies. El mayor porcentaje de MS se obtuvo con el tratamiento T4 y teniendo en cuenta que en contenido de proteína no hay diferencias entre tratamientos, se concluye estos tratamientos no inciden en la calidad nutricional de los forrajes.

**Palabras clave:** Biofertilizante; Carga ganadera; Forraje; Medioambiente; Pastoreo.

## ABSTRACT

**Contextualization:** Livestock production in Colombia is developed in a large part of the national territory, with a 53% share of livestock gross domestic product. It is considered an important socioeconomic line for the field progress. It occupies a significant fraction of land use, destined predominantly to pasture and forage for cattle. This activity is carried out in large areas and increases in productivity depends on the efficient management of forages and the introduction of improved forage species able to offer better quantity and quality of food.

**Knowledge gap:** A serious problem in forage management is the high production costs of

fertilizers chemically synthesized and the fact that farmers do not take advantage of organic fertilization alternatives.

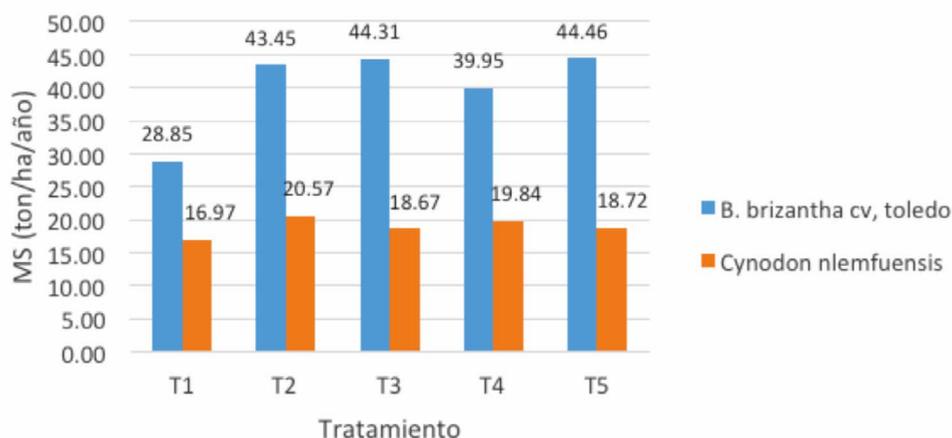
**Purpose:** Taking into account that few farmers consider grass as a crop, in agree with appropriate agronomic practices, this research aimed to evaluate the response of two interesting forage species for livestock (*Cynodon nlemfuensis* and *Brachiaria brizantha cv. Toledo*) to fertilization with aerobic fermented organic liquid fertilizer (ALOFA), with respect to different variables (height, coverage, vigor, biomass production and nutritional composition) in order to compare this commercial biofertilizer with traditional fertilization.

**Methodology:** A complete randomized block design (BCA) with three replications was used. Applications were made with intervals of 10 days according to the doses established by treatment. Three evaluations were carried out every 40 days and the response variables were height, coverage, vigor, infestation of pests, incidence of diseases, production of dry matter and nutritional quality.

**Results and conclusions:** ALOFA at 2.5% showed the best performance in dry matter (DM) production with *C. nlemfuensis*, exceeding the control by 17.55%; *B. brizantha cv. Toledo* ALOFA 2.5% + Mycorrhizal Inoculant (IM) and BP-150 0.5% + IM treatments exceeded the control by 35%, which allows increasing the animal load by 0.4 and 1.82 UGG / ha in both crop species. The highest percentage of DM was obtained with T4 treatment and taking into account that in terms of protein content there are no differences between treatments, it is concluded that these treatments do not affect the nutritional quality of the forages.

**KEYWORDS:** Environment; Forage; Grazing; Livestock density; Organic fertilizers.

## RESUMEN GRÁFICO



Resultados en producción de materia seca de los forrajes como respuesta a los tratamientos.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la producción ganadera se desarrolla en gran parte del país con participación del 53% en el producto interno bruto (PIB) pecuario, 20% en el agropecuario y 1,6% del nacional; por eso, se considera un renglón de importancia para el progreso del campo. Además, ocupa una fracción significativa del uso de suelo (80% del total), y la mayor parte (60,2%) está destinada a pastos y forrajes para la ganadería bovina (Carulla y Ortega, 2016).

La ganadería se desarrolla en grandes extensiones, que han sido deforestadas para establecer pasturas dedicadas a la producción bovina, generando daños importantes en zonas boscosas (Mora M., et al., 2016). Esta reducción ha sido un factor desencadenante de deterioro ambiental, evidenciando la pérdida de biodiversidad, la compactación y erosión de suelos, la ruptura del balance hídrico en las cuencas y el incremento de las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global (Ministerio del medio ambiente y los recursos naturales, 2016). El problema se ha visto exacerbado porque más del 50% de las áreas de pasturas se encuentran hoy en

elevado estado de degradación (Álvarez y Cruz, 2017), poniendo en riesgo la sostenibilidad de los hatos ganaderos a causa de la baja disponibilidad forrajera para la alimentación animal.

El aumento de la productividad en los sistemas ganaderos consiste en el manejo eficiente de fuentes de alimentación existentes en las regiones, así como la introducción de especies forrajeras mejoradas que oferten mejor cantidad y calidad alimenticia, teniendo un enfoque sostenible en el manejo de estos sistemas (Herrero et al., 2015). Asimismo, los planes de mejoramiento en forrajes centran sus esfuerzos en identificar especies eficientes en producción y acordes a las condiciones de cada región; además, imparten información precisa sobre las prácticas por realizar, teniendo como eje fundamental los requerimientos nutricionales de cada especie y, de este modo, instaurar planes de fertilización acertados y confiables en la producción ganadera, en los que no solo se generen buenas producciones de biomasa, sino que lleven consigo un componente de manejo ambiental sostenible (Arango et al., 2016).

Para el sostenimiento de la pastura, se deben hacer fertilizaciones para evitar bajas en la productividad y calidad de los forrajes (Torres et al., 2016). En la actualidad, los abonos orgánicos son una fuente para el suministro de nutrientes a los forrajes, y cubren parte importante de los requerimientos nutricionales de las plantas, haciéndolos disponibles a corto o largo plazo y disminuyendo costos de producción (Garro, 2016).

El uso de abonos orgánicos puede aumentar y mantener los niveles de producción forrajera porque, además de ser una fuente de nitrógeno fósforo y azufre, estos tienen influencia sobre algunas propiedades del suelo como la estructura, porosidad, retención de agua, población de microorganismos y fijación de fósforo. Al mismo tiempo, disminuye notablemente los costos de producción puesto que gran parte de los insumos internos de la finca se aprovecha para su elaboración, creando sinergias funcionales capaces de mejorar el contexto productivo (López et al., 2015).

Actualmente, los biofertilizantes son una alternativa viable para el mantenimiento de las pasturas; presentan ventajas como el aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo, dando un manejo holístico de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, y minimizando la utilización de insumos externos en la unidad productiva (Altieri & Nicholls, 2017). Por su parte, los Biofertilizantes de aplicación foliar ayudan al mantenimiento del cultivo aportando nutrientes esenciales para el metabolismo, gracias a la rápida asimilación por parte de la planta, lo que permite combatir de manera efectiva las deficiencias nutricionales que pueda presentar el cultivo (Restrepo et al., 2017).

Por lo anterior, esta investigación se propuso evaluar una alternativa para la fertilización de

pasturas, aprovechando los recursos de la finca y cuyo costo es muy bajo comparado con los de síntesis química. El objetivo fue evaluar el efecto de un abono líquido orgánico mineralizado fermentado aeróbicamente (ALOFA), en las variables de respuesta altura, cobertura, vigor y producción de biomasa dos especies forrajeras de importancia, para ofrecer a los productores ganaderos una alternativa económica, confiable y ambientalmente amigable de nutrición a sus praderas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca a 2°32'58,2" latitud norte, 76°34'26,1" longitud oeste, a 1720 m.s.n.m, con precipitación promedio anual de 2.000 mm, temperatura promedio de 18°C y humedad relativa del 73%.

**Descripción del Abono Orgánico Líquido Mineralizado (ALOFA):** es un abono líquido orgánico fermentado aeróbicamente que cuenta con una fuente de microorganismos, macro y micronutrientes que estimulan la productividad de las plantas, potencializando las prácticas de fertilización convencionales de manera económica y amigable con el medio ambiente.

Las materias primas y cantidades utilizadas para la elaboración de 20 litros de ALOFA se describen a continuación: *Thitonia diversifolia* y *Boehmeria sp* (5 kg); ácidos húmicos y fúlvicos (100 ml); (100 g de cada uno de los siguientes Sulfatos, cobre, zinc, magnesio, manganeso, potasio, calcio hierro, (100 g) de ácido bórico, (1 kg) de miel de purga, (500 g) de Fosforita Huila, (50 g) de levadura seca, (30 g) de vitaminas) y (5 g) de ácido cítrico.

**Proceso de investigación:** para la investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones y 5 tratamientos. Los

tratamientos fueron: T1=testigo, manejo tradicional, el cual consiste en aplicar 100 kg/ha al voleo cada 3 meses de 21-0-0+11(CaO)+7,5 (MgO) granulado comercial; T2 = ALOFA en dosis de 10 L/ha cada 10 días postpastoreo; T3 ALOFA en dosis de 10 L/ha + Inoculante micorrizicos (IM) , en dosis de 1,6 kg/ha, combinada con 600 cc/ha decoadyuvante cada 10 días postpastoreo; T4= fertilizante orgánico mineral líquido, en dosis de 2 L/ha (dosis recomendada por la casa comercial) cada 10 días postpastoreo y T5 = fertilizante orgánico mineral líquido, en dosis de 2 L/ha +1,6 kg/ha de IM más 600 cc/ha de coadyuvante cada 10 días postpastoreo.

#### **Distribución de tratamientos de campo:**

la evaluación con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*.) se realizó en un área de 850 m<sup>2</sup>, la cual se dividió en 3 bloques iguales: bloque 1, parte alta; bloque 2, parte media y bloque 3, parte baja, por gradiente de fertilidad. Los 5 tratamientos se distribuyeron al azar en cada bloque.

Para *Brachiaria brizantha cv Toledo*, la evaluación se realizó en toda el área sembrada con la especie en la finca, en total se utilizó un área de 437 m<sup>2</sup>, que se dividió en 3 partes iguales para conformar los bloques, en cada bloque se distribuyeron al azar los 5 tratamientos.

**Aplicación de los tratamientos:** el ALOFA y el fertilizante orgánico mineral líquido se aplicaron vía foliar y el IM se aplicó una sola vez inyectado al suelo.

Para dar inicio a la investigación se realizó un pastoreo de un día, 10 días después se hizo la fertilización acorde a los tratamientos, con el objeto de que la planta dispusiera de rebrotes para la absorción del sustrato; este proceso se realizó durante tres ciclos de pastoreo. Se realizaron tres aplicaciones postpastoreo cada

10 días, de acuerdo a los tratamientos, en las primeras horas del día, buscando menor evaporación en la planta, lo que es una condición necesaria para la eficacia de la fertilización.

Teniendo en cuenta que el lote de pasto estrella estaba en etapa de establecimiento, fue necesario aumentar en 20 días el periodo de recuperación hasta la primera evaluación, razón por la cual se realizaron cuatro aplicaciones antes de la primera evaluación, con un intervalo de 12 días entre cada aplicación.

El análisis de suelo muestra una pradera con pH ácido (5.45), adecuado para el desarrollo de las gramíneas investigadas; alto contenido de materia orgánica (10,37%), presentando una relación Ca-Mg de 5.47 lo cual limita la disponibilidad del Ca; deficiencia general de microelementos a excepción del Boro y las cantidades disponibles de N y P son de 60,48 y 9,16 kg respectivamente, los cuales están por debajo de las cantidades requeridas por *C. nlemfuensis* para producir 25 ton/ha/año de materia seca (Fajardo y Solano, 2014); N, P y K están por debajo de las cantidades requeridas por *Brachiaria brizantha cv Toledo* para producir 30 ton/ha/año de materia seca; las anteriores cantidades se presentan como la producción promedio para cada una de las especies.

#### **Variables de respuesta**

Las evaluaciones y la toma de muestras se realizaron un día antes de pastoreo.

**Altura:** se registró la altura en 10 plantas al azar por tratamiento. Se midió la longitud en cm desde la superficie del suelo hasta la hoja bandera de la planta. Los datos se tomaron un día de cada pastoreo.

**Cobertura:** se evaluó de acuerdo a la proporción de área cubierta de la superficie del suelo

por las especies, se asignaron valores dentro del rango de 0 a 100% donde la categoría nula esta entre 0 y 10%; baja entre 11 y 30%; media entre 31 y 55%; media alta entre 56 – 70% y alta entre 71 – 100%.

**Vigor:** se determinó de acuerdo al color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 las plantas más débiles y 5 las más fuertes (Gallego et al., 2015).

**Estado sanitario:** la evaluación de daño causado por insectos fue 1% de la planta afectada = presencia del insecto; 1,1-10% de la planta afectada = daño leve; 10,1-20% de la planta afectada= daño moderado y más del 20% de la planta afectada = daño grave. La escala para evaluar el daño causado por microorganismos fue 5% de la planta afectada = presencia de la enfermedad; 5-20% de la planta afectada = daño leve; 20-40% de planta afectada = daño moderado y más del 40% de la planta afectada =daño severo o grave.

**Producción de biomasa:** con un marco de 50 × 50 cm a una altura de 10 cm del suelo se realizó un aforo por tratamiento en cada repetición, se registró el peso fresco de las muestras, luego se homogenizo el material y se obtuvieron muestras para ser llevadas al horno a temperatura de 70°C durante 72 horas, con el fin de obtener el porcentaje de materia seca por tratamiento.

**Calidad nutricional:** se realizó análisis bromatológico del forraje para cada tratamiento. El contenido de nutrientes (materia seca, proteína bruta, fibra bruta, materia orgánica y cenizas) fue determinado mediante el

método tradicional, conocido en su conjunto como análisis bromatológico, en un laboratorio privado.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de la información se utilizó el programa SPSS statistics 22, se hizo estadística descriptiva y posteriormente se confirmó la normalidad de los datos para realizar un análisis de varianza de dos factores (bloques y tratamientos) con el fin de determinar si había diferencias estadísticamente significativas entre bloques y luego entre tratamientos, dado que la investigación se realizó en una ladera que tiene gradiente de fertilidad, cada bloque representa un gradiente. Para establecer cuáles fueron las diferencias significativas entre tratamientos observadas, se realizó la prueba post hoc de promedios de Duncan.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados del análisis de suelo (Tabla 1) demuestran la necesidad de la planeación del manejo de praderas, donde la fertilización o nutrición del cultivo es indispensable para aportar los nutrientes requeridos por la especie para manifestar su potencial genético y fisiológico. Según (López et al., 2015), el nutriente de mayor asimilación para *C. nlemfuensis* es K, seguido por N, S, P, Ca y Mg. El orden de absorción de los elementos menores indica que el Fe es el nutrimento de mayor absorción, seguido por Mn, Zn, Cu y B. En *B. brizantha* cv. Toledo el nutriente de mayor absorción es el K, seguido por N, Ca, Mg, P y S. En cuanto a menores el Fe es el de mayor consumo, seguido por Mn, Zn, Cu y B según lo reportado por Sáenz et al., (2016).

**Tabla 1.** Resultado análisis de suelo.

Elemento	Cantidad	Unidades
N total	0,52	%
M.O.	10,37	%
P	1,8	ppm
Sat. Al	2,25	%
Al	0,1	meq/100 g
Ca	2,63	meq/100 g
Mg	1,2	meq/100 g
K	0,25	meq/100 g
Na	0,26	meq/100 g
CICe	4,34	meq/100 g
B	0,34	ppm
Cu	0,4	ppm
Fe	6,0	ppm
Mn	6,0	ppm
Zn	2,4	ppm

Fuente: autores

**Calidad de los biofertilizantes.** El ALOFA se caracterizó por su alto contenido de K, pH ácido y buen contenido de microelementos esenciales para todos los cultivos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Composición nutricional del ALOFA.

Parámetro	Resultado	Unidad	Método analítico
Carbono Orgánico Oxidable Total	25.8	g/L	Walkley-Black*
pH	4.86		Potenciométrico
Densidad (20°C)	1.06	g/c.c.	Gravimétrico*
Conductividad Eléctrica (1:200)	0.33	dS/m	Conductímetro
Sólidos Insolubles	4.29	g/L	Gravimétrico*
Nitrógeno Orgánico	3.21	g/L	Micro-Kjeldhal*
Fósforo Soluble	0.45	g/L	Colorimétrico*
Potasio Soluble	11.4	g/L	Abs. Atómica*
Calcio Soluble	1.91	g/L	Abs. Atómica*
Magnesio Soluble	2.33	g/L	Abs. Atómica*
Azufre Soluble	4.32	g/L	Turbidimétrico*
Hierro Soluble	1.3	g/L	Abs. Atómica*
Manganeso Soluble	2793	p.p.m	Abs. Atómica*
Cobre Soluble ABS	527	p.p.m	Atómica*
Zinc Soluble	2018	p.p.m	Abs. Atómica*
Boro Soluble	6.9	p.p.m	Colorimétrico*
Sodio Soluble	0.24	g/L	Emisión de Llama*

\*NTC5167. Fuente: autores

**Fertilizante orgánico comercial:** se destaca su alto contenido de N y P, con ausencia de elementos menores, lo cual implica el uso de otros abonos o fertilizantes para complementar la nutrición de las plantas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Composición abono orgánico comercial BP-150.

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno total (N)	45.05	g/l
Fósforo asimilable (P2O5 )	34	g/l
Carbono orgánico oxidable	53.7	g/l
Densidad a 20°C	1.17	g/ml
pH en solución al 10%	3	
Conductividad eléctrica	37	ds/m
Salmonella sp.	Ausente en 25ml del producto	
Enterobacterias	Menos de 10 UFC/ml de producto	

**Fuente:** Agro biológicos SAFER

De acuerdo con los requerimientos nutricionales de *Cynodon nlemfuensis* y *Bracharia brizantha cv. Toledo* se evidencia que la composición nutricional del ALOFA (Tabla 2) presenta mayor cantidad de elementos nutricionales disponibles comparado con el abono orgánico comercial (Tabla 3), porque cuenta con macro y micro elementos que permiten un desarrollo óptimo del cultivo. En agroecosistemas ganaderos donde prevalecen marcadas deficiencias de nutrientes, la fertilización de recursos forrajeros representa una de las prácticas con mayor impacto, tanto en la productividad como en la rentabilidad del sistema, lo que aumenta la producción de materia seca por unidad de área y calidad del forraje en porcentaje de proteína cruda y

digestibilidad del mismo. Los elementos que limitan en mayor proporción la productividad de los pastos, por presentar deficiencias más acentuadas, son el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Otros elementos que pueden causar este efecto son el potasio, boro y zinc (Sáenz et al., 2016).

El suelo alberga macro y micro nutrientes que se utilizan para el mantenimiento del cultivo; sin embargo, su continua extracción por parte de las plantas puede limitar el rendimiento y producción de la pradera, si no se compensan o se devuelven dichos elementos al suelo; es por esto que se deben realizar planes de fertilización de acuerdo a los requerimientos de cada especie (Altieri & Nicholls, 2017).

En este caso, el potasio (K) es el nutriente que se presenta en mayor proporción en el suelo, brindando los niveles adecuados para el desarrollo de las especies evaluadas, sin embargo, ALOFA cuenta con un aporte significativo en K, siendo un complemento importante en la nutrición de los pastos, porque este se presenta como el nutriente de mayor consumo por parte de las gramíneas.

### Variables agronómicas

***Cynodon nlemfuensis*:** los promedios muestran que el T2 presenta el mejor comportamiento para la mayoría de las variables evaluadas, mientras que el T1 registró los menores valores. El análisis de varianza (Tabla 4) detectó diferencias estadísticas ( $P=0.05$ ) entre bloques para altura, cobertura y producción de materia seca, lo cual se atribuye a la pendiente del terreno que ocasiona una diferencia de fertilidad y entre tratamientos para cobertura, plagas y enfermedades.

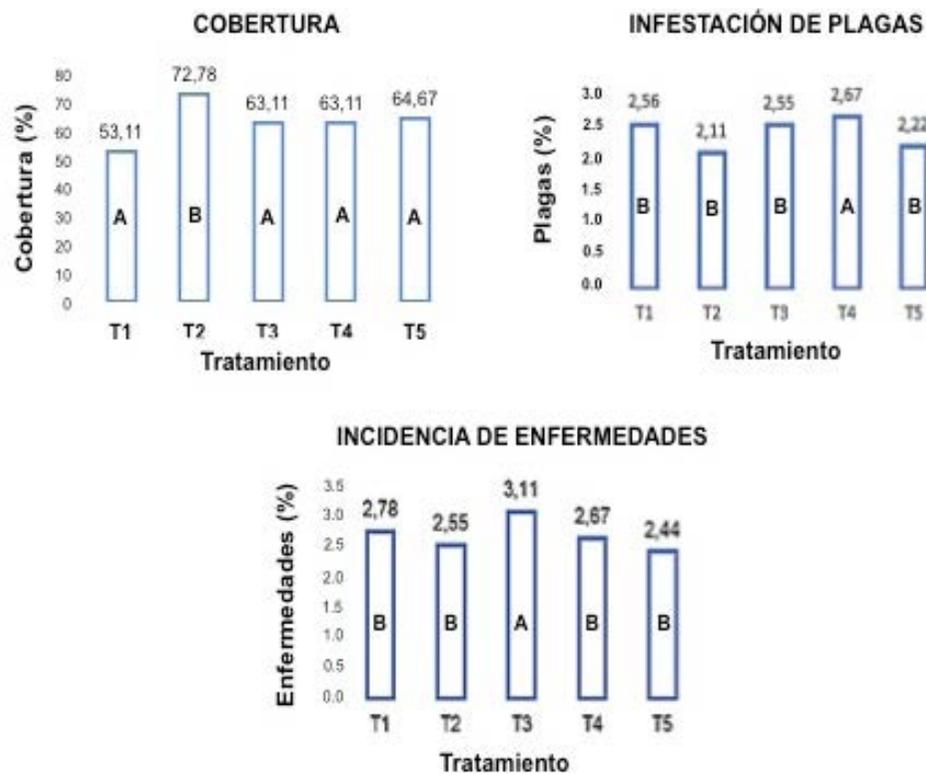
**Tabla 4.** Análisis de varianza para *Cynodon nlemfuensis*.

Fuentes de variación		Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	f	Sig.
Altura	Entre bloques	0,3	2	0.169	73.587,00	0.000*
	Entre tratamientos	0	4	0.01	1.058,00	0,39
	dentro del tratamiento	0,4	40	0.01		
Cobertura	Entre bloques	7412,3	2	3.706.156	25.042,00	0.000*
	Entre tratamientos	1760,1	4	440.022	1.483,00	0.0225*
	dentro del tratamiento	11868,2	40	296.706,00		
Vigor	Entre bloques	0,3	2	0,2	1.815,00	0.175
	Entre tratamientos	0,1	4	0	0,4	0.84
	dentro del tratamiento	3778	40	0,1		
Plagas	Entre bloques	0,3	2	0,2	0,5	0.601
	Entre tratamientos	2089	4	0,5	1.918,00	0,0126*
	dentro del tratamiento	10889	40	0,3		
Enfermedades	Entre bloques	0,6	2	0,3	0,8	0.444
	Entre tratamientos	2356	4	0,6	1.828,00	0,0146*
	dentro del tratamiento	12889	40	0,3		
Producción de materia seca	Entre bloques	865142	2	432.571,00	54.581,00	0.000*
	Entre tratamientos	67539	4	16.885,00	0,6	0.667
	dentro del tratamiento	1130464	40	28.262,00		

\*Diferencias estadísticamente significativas (P= 0.05). **Fuente:** Autores

La prueba de Duncan, formó dos grupos para las tres variables (Figura 1), donde los mejores resultados para cobertura los presenta el T2, que corresponde a ALOFA al 2.5%;

igualmente, presenta la menor infestación por plagas, está en el grupo con menor incidencia de enfermedades y tiene la mayor producción.



**Figura 1.** Prueba de Duncan ( $P=0.05$ ) para *Cynodon nlemfuensis*.

**Fuente:** autores.

En este estudio, la cobertura fue baja y la mejor (72,78%) se obtuvo con la aplicación de ALOFA al 2,5%, valor inferior al reportado por Fajardo y Solano (2014) quienes obtuvieron valores entre 77,08 y 95,42% con aplicaciones de abonos orgánicos líquidos; asimismo Arce et al., (2013) reportaron valores entre 80% y 86,81%, cuyo menor valor lo obtuvieron bajo un manejo convencional, las diferencias se atribuyen al tiempo de establecimiento de las praderas. En la presente investigación, la pradera estaba recién establecida, contrario a los otros estudios donde estaban totalmente establecidas, Sáenz et al., (2016) mencionan que el pasto estrella es una especie de rápido crecimiento con hábito rastrero lo cual le permite buena cobertura cuando se ha establecido totalmente.

Las praderas se afectan principalmente por la variación del clima, la resistencia al pisoteo del ganado y a la presencia de plagas y enfermedades. En este caso, la presencia de plagas fue muy baja y sus valores no implicaron medidas de control. En cuanto a enfermedades, la mayor afectación se presentó en el período lluvioso, entre febrero y mayo, lo que se atribuye a la poca aireación que existe en la pradera y se determina por la arquitectura y el crecimiento de la planta, la cual genera un ambiente óptimo para el desarrollo de enfermedades; no obstante, esta no superó el 3,11% de incidencia (Figura 1).

***Brachiaria brizantha* cv. Toledo:** los promedios evidencian que el mejor comportamiento se presentó con los tratamientos T2, T3 y T5, mientras T1 como testigo registró los menores valores (Tabla 5).

**Tabla 5.** Promedios agronómicos para *Brachiaria brizantha* cv. Toledo.

Tratamiento	Altura (cms)	Cobertura (%)	Vigor (1-5)	Infestación (%)	Incidencia (%)	Producción (ton/ha/año)
T2	0,6	68,3	4,6	2	2,56	43,45
T3	0,57	75,6	4,4	2	2,33	44,31
T4	0,53	72,1	4	2	3	39,95
T5	0,54	75,3	4	2	2,56	44,46

Fuente: autores

El análisis de varianza ( $p=0.05$ ) (Tabla 6) detectó diferencias estadísticas entre bloques para la variable cobertura y entre tratamientos para altura, cobertura, vigor y producción de materia seca.

La prueba de Duncan ( $P=0.05$ ) (Figura 2), formó grupos y el mejor tratamiento en

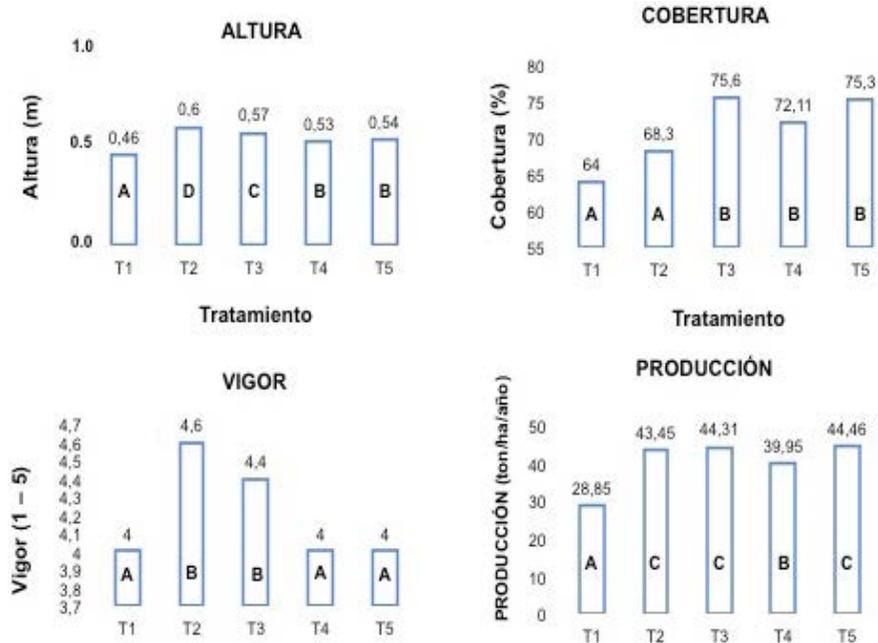
producción de biomasa y comportamiento fue ALOFA al 2,5%, superando al testigo en 24%. Este valor coincide con los resultados obtenidos por (Álvarez et al., 2016), quienes registran alturas de 0,63 m, explicado por el periodo de recuperación, el cual fue de 40 días en los dos estudios.

**Tabla 6.** Análisis de varianza para *Brachiaria brizantha* cv. Toledo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	f	Sig.	
Altura	Entre bloque	0	2	0	0,4	0,67
	Entre tratamientos	0,1	4	0	22865	,000*
	Dentro del tratamiento	0	40	0		
Cobertura	Entre bloques	818533	2	409267	3878	0,028*
	Entre tratamientos	871689	4	217922	1991	0,011*
	dentro del tratamiento	4379111	40	109478		
Vigor	Entre bloques	0	2	0	0	1
	Entre tratamientos	2756	4	0,7	6200	0,001*
	dentro del tratamiento	4444	40	0,1		
Plagas	Entre bloques	30044	2	15022	1966	0,15
	Entre tratamientos	320933	42	7641		
	dentro del tratamiento	24311	4	6078	0,7	0,57
Enfermedades	Entre bloques	0	2	0	0,1	0,94
	Entre tratamientos	2089	4	0,5	1541	0,21
	dentro del tratamiento	13556	40	0,3		
Producción de materia seca	Entre bloques	138683	2	69341	1377	0,26
	Entre tratamientos	1569406	4	392351	22950	,000*
	dentro del tratamiento	683831	40	17096		

\*Diferencias estadísticamente significativas ( $P= 0.05$ ).

Fuente: autores



**Figura 2.** Prueba de Duncan ( $P=0.05$ ) para *Brachiaria brizantha* cv. toledo. **Fuente:** autores.

Los valores de cobertura se encuentran entre el 64 y 75,5%, que son inferiores a los reportados por López et al., (2017), quienes obtuvieron entre el 74 y 90% e indican que esta variable en forrajes para pastoreo está influenciada por factores como la especie, tipo de crecimiento y método de siembra; las diferencias entre los estudios se atribuyen a que la pradera de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo se encuentra establecida bajo un sistema de conservación de surcos en curvas a nivel, lo cual influyó en el bajo porcentaje de cobertura, debido a las zonas desprovistas de material vegetal que quedan entre los surcos.

La especie *B. brizantha* cv Toledo presentó vigor entre 4 y 4,5, donde el mejor resultado fue con ALOFA al 2,5%, similar a lo reportado por Gállego et al. (2015), quienes afirman que el Toledo es una planta vigorosa, puesto que presentó valores entre 4 a 4,5, lo cual refleja la fuerza con que se expresa el crecimiento, desarrollo y sanidad.

La producción de materia seca osciló entre 28,85 a 44,44 ton/Ms/ha/año, donde las

aplicaciones abono orgánico comercial y ALOFA al 2,5% +IM dieron los mejores valores, superando al testigo en un 35%. A su vez, los anteriores valores son superiores a los reportados por Castañeda et al., (2017), (25 a 33 ton/Ms/ha/año), lo que demuestra la respuesta del pasto a la fertilización foliar. Los resultados obtenidos con ALOFA al 2,5% se atribuyen al aporte de micronutrientes que potencializan el desarrollo de la especie.

La diferencia entre bloques se atribuye a la variación en la fertilidad debido al gradiente de la pendiente, donde el bloque 3 presenta mejores características de suelo, al encontrarse en la parte baja, debido a que cuenta con mayor fertilidad por el arrastre de nutrientes, razón por la cual se determinó utilizar un diseño experimental en BCA, dado que la topografía es un factor determinante en las características edáficas que influyen en el crecimiento de las plantas (Pentón et al., 2016).

Los resultados en *Cynodon nlemfuensis* y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, evidencian el

efecto de la fertilidad del suelo complementado con la fertilización foliar en el comportamiento agronómico de los forrajes, donde los mejores resultados se obtuvieron en el bloque 3, que corresponde a la parte baja de la pendiente.

Los mejores resultados se obtuvieron con el T2 en *Cynodon nlemfuensis* y T3 en *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, corroborando la eficiencia del ALOFA al 2,5%. La diferencia del comportamiento de cada especie con respecto a estos tratamientos se atribuye a la capacidad de cada una para crear simbiosis con IM, obteniendo la mayor eficiencia en *Brachiaria brizantha* cv Toledo. Esto concuerda con **González et al. (2015)**, quienes al evaluar varios tipos de forrajes encontraron que las especies de *Brachiaria* cuando se cultivan en suelos ácidos de baja fertilidad, son excelentes hospedantes de micorrizas vesículo - arbusculares (MVA); Plana et al. (2016), evaluaron distintas

cepas de hongos formadores MA, en *Brachiaria*, obtuvieron buenos resultados en la calidad nutricional de los forrajes y en las variables agronómicas luego de 103 días después de la inoculación, explicado por la simbiosis micorriza-planta, por lo cual aumenta la asimilación de nutrientes por parte de la gramínea y se disminuyen los requerimientos externos de fósforo.

### Calidad Nutricional

Como se observa en la Tabla 7, el mayor porcentaje de MS se presenta en T4 superando al testigo en 6.32%; estos valores concuerdan con los reportados por Sánchez *et al* 1998 quienes obtuvieron valores entre 26.2 y 27.9% con aplicación de fertilización química, por se concluye que los tratamientos no inciden en la calidad nutricional de los forrajes. En cuanto al contenido de proteína, este no presenta diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 7.** Porcentaje de materia seca para cada forraje de acuerdo al tratamiento.

Tratamiento	Cynodonn nlemfuensis		B. brizantha cv. Toledo	
	Materia seca %	Proteína (%)	Materia seca %	Proteína (%)
T1	25.62	13,0	25.13	11,9
T2	25.86	13,3	24.49	10,8
T3	26.96	13,0	26.10	11,4
T4	27.35	12,8	26.95	11,4
T5	26.18	13,1	26.75	11,4

Fuente: autores

## 4. CONCLUSIONES

El tratamiento 2, correspondiente a la aplicación de ALOFA al 2,5%, presenta el mejor comportamiento en las variables agronómicas, por lo que se convierte en una alternativa confiable y económica para el mantenimiento de praderas.

La implementación del manejo agronómico en forrajes es una herramienta de potencialización de la producción, traducido en aumentos en la capacidad de carga animal, contribuyendo al incremento en la eficiencia de los sistemas ganaderos.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en los tratamientos 2 y 3 se puede afirmar que el ALOFA es eficiente en el mejoramiento de los parámetros productivos de los forrajes.

*Brachiaria brizantha* cv Toledo presenta comportamiento superior en producción de materia seca por unidad de área con respecto a *Cynodon nlemfuensis*, por ello la especie representa una alternativa óptima para establecer en los sistemas ganaderos de la región y de esta manera mejorar los parámetros productivos.

Con base en los resultados se concluye que la fertilización no incide en la calidad nutricional de los forrajes.

Las inversiones de biofertilizantes en forrajes para pastoreo tienen un impacto positivo en las unidades productivas, satisfacen los requerimientos nutricionales de las praderas y minimizan los impactos ambientales, ayudando al mantenimiento de la biodiversidad del suelo y la capacidad fotosintética de los forrajes.

### CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

**Primer autor:** Metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización. **Segundo autor:** Metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización. **Tercer autor:** Logística, metodología, análisis de datos, conceptualización, escritura – revisión y edición. **Cuarto autor:** Metodología, análisis de datos, revisión y edición.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Cauca, al Servicio Nacional de aprendizaje SENA y al Ingeniero Guido Ary Burbano Certuche por el apoyo en la realización de la investigación.

### LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2017). Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3-4), 231-237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>
- Álvarez A. C., y Cruz, W. A. (2017). Manejo de pastizales en sistemas de producción ganaderos de Nueva Guinea, Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista Ciencia E Interculturalidad*, 10(20), 122-139. <https://doi.org/10.5377/rci.v20i1.4858>
- Álvarez, G. R., García, A. R., Cervantes, X. P., Zamora, D. J., Chabla, G. M., Chacón, E., Garzón, J. W., Ramírez, J. L., y Ramos, Y. (2016). Comportamiento agronómico de la asociación del pasto *Brachiaria decumbens* con dos leguminosas. *RE-DVET* 17(4), 9 12.
- Arango, J., Gutiérrez, J., Mazabel, J., Pardo, P., Enciso, K., Burkart, S., ... Hincapié, B. (2016). Estrategias Tecnológicas para Mejorar la Productividad y Competitividad de la Actividad Ganadera. Palmira: CIAT No. 414. p. 2.
- Arce, J., Villalobos, L., y Wingching, R. (2013). Costos de producción de pastos de piso en finca de asociados de la cooperativa de productores de leche Dos Pinos R.L. Escuela de zootecnia. Universidad de Costa Rica. *Ventana lechera* 21 (7), 9-12.
- Carulla, J. E., y Ortega, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), pp. 83-87.
- Castañeda, L., Olivera, Y., y Wencomo, H. B. (2017). Agronomic evaluation and selection of *Brachiaria* spp. accessions on moderate fertility soils. *Pastos y Forrajes*, 40, (4), 272-276, 2017.
- Fajardo, M.J., y Solano, J.A. (2014). Evaluación de la fertilización foliar con purín la finca mineralizado en producción de forrajes (Tesis pregrado Ingeniería Agropecuaria). Popayán, Cauca, Colombia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca.
- Gallego, L. A., Mahecha, L., y Angulo A. J. (2015). Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. En: Tercer congreso nacional de sistemas silvopastoriles: VIII Congreso internacional de sistemas agroforestales. Argentina. / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. - Santa Cruz: Ediciones INTA, pp. 53-57.

- Garro A., y Jorge E. (2016). El suelo y los abonos orgánicos: acciones climáticas en el sector agropecuario. San José (Costa Rica). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). p.106.
- González, P., Ramírez, J. F., Morgan, O., Rivera, R., y Plana, R. (2015). Contribución de la inoculación micorrízica arbuscular a la reducción de la fertilización fosfórica en *Brachiaria decumbens*. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 135-142.
- Herrero, M., Wirsenius, H. B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlík, P., De Boer, I. y Gerber, P.J. (2015). Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade? *Annual review and environment and resources* 40, 177-202. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503>
- López, M. J., Figueroa, U., Fortis, M., Núñez, G., Ochoa, E., y Sánchez, J. I., (2015). Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (*Zea mays*). *FYTON*, 84, 8-13.
- López, F. A., Miranda, J. A., y Calero, W.A. (2017). Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista Universitaria del Caribe*, 18(1), 83-90.
- López, O., Sánchez, T., Iglesias, J. M., Lamela, L., Soca, M., Arece, J. y Milera, M de la C. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 85-95.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2016). Identificación de las causas de la deforestación y la degradación forestal en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Proyecto Apoyo a la Preparación de la Estrategia para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (ENDE-REDD). Junio. pp. 2-18.
- Mora, M. A., Ríos, L., Ríos, L. y Almario, J. L. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y región*, 17, pp. 1-12. <https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>
- Plana, R., González, P.J., y Soto, F. (2016). Uso combinado de ecomic®, fitomas-e® y fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. Triticosecale Wittmack), cv INCA TT-7. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 76-83. <http://dx.doi.org/10.1234/ct.v37i4.1277>
- Pentón, G., Martín, G.J., y Rivera, R. (2016). Efecto del arreglo espacial y el intercalamiento con *Canavalia ensiformis* micorrizada en la respuesta agroproductiva de *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 92-99.
- Restrepo, S.P., Pineda, E.C. y Ríos, L. A. (2017). Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: una revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 335-351. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:635](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635)
- Sáenz, E., Saucedo, R.A., Morales, C.R., Jurado, P., Lara, C.R., Melgoza, A. y Ortega, J.A. (2016). Efecto del corte y niveles de fertilización de biol en el rendimiento de materia seca y producción de semilla del pasto blando (*Nasella* sp) con riego complementario en la estación experimental choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(3), 48-54.
- Torres E., Ariza, D., Baena, C.D., Cortés, S., Becerra, L., y Riaño, C.A. (2016). Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes*, (39)2, 102-110.

**Conflicto de Intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

**Licencia de Creative Commons**

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

