

Artículo Científico

Desempeño de dos accesiones de *Urochloa humidicola* manejadas bajo pastoreo rotacional en el Nordeste Antioqueño (Colombia)

Performance of two accessions of Urochloa humidicola managed under rotational grazing in the Antioquian Northeast (Colombia)

JULIÁN ROBERTO MEJÍA SALAZAR¹, DIANA MARCELA VALENCIA ECHAVARRÍA² Y MARIO S. PINILLA-GALLEGÓ¹

¹Centro de Investigación El Mira, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), Tumaco, Nariño, Colombia. www.agrosavia.co/

²Centro de Investigación El Nus, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), San Roque, Antioquia, Colombia. www.agrosavia.co/

Resumen

La actividad ganadera en el neotrópico se desarrolla mayormente en suelos ácidos y de baja fertilidad, y la *Urochloa humidicola* es una alternativa de pasto tropical perenne para esas condiciones. El objetivo de este estudio fue comparar la respuesta forrajera y animal de las accesiones *U. humidicola* CIAT-16886 versus CIAT-679, bajo un sistema de pastoreo rotacional en el Nordeste Antioqueño colombiano. Entre agosto 2016 y octubre 2017, en el Centro de Investigación El Nus (Agrosavia), en un área de 5 ha por accesión, se evaluó la biomasa, altura de planta (AL), cobertura (CO), contenidos de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), asignación de forraje (AF), y ganancia de peso acumulada (GPA) y por ciclo de pastoreo (GPC), utilizando ganado de raza Blanco Orejinegro (BON). Se utilizaron modelos lineales generalizados mixtos para analizar los datos. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre las accesiones de forraje para las variables AL, biomasa, CO, PC, y AF, mientras que no hubo diferencias entre ellas para las variables FDN y DISMS. Para la GPA, se observó significancia ($P = 0.033$) para la interacción Accesoión \times Sexo, donde las hembras pastoreando la accesión CIAT-679 presentaron una mayor ganancia de peso, mientras que en el caso de los machos no se observaron diferencias significativas entre accesiones. La accesión CIAT-679 presentó mejor desempeño en variables agronómicas y ganancia de peso, por lo cual podrá seguir siendo recomendada para su uso en sistemas de manejo racional del pastoreo en condiciones similares a las de este estudio.

Palabras clave: Biomasa forrajera, bovinos de carne, calidad nutritiva, ganancia de peso, raza Blanco Orejinegro (BON).

Abstract

Livestock activity in the neotropics is carried mainly on soils characterized as acidic and of low fertility, and *Urochloa humidicola* is a perennial tropical grass option for use in such conditions. The objective of this study was to compare the forage and animal performance of the accessions *U. humidicola* CIAT-16886 versus CIAT-679 managed under rotational grazing systems in the northeastern region of Antioquia, Colombia. Between August 2016 and October 2017, at El Nus Research Center (Agrosavia), in a 5 ha area for each accession, biomass availability, plant height (PH) and cover (CO), the contents of crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF), the *in situ* dry matter digestibility (ISDMD), the forage allocation (FA), and the cumulative (CLWG) and by cycle (LWGpC) live weight gain were measured, using cattle of the local Blanco Orejinegro (BON) breed. Generalized linear mixed models were used

Correspondencia: Julian Roberto Mejia Salazar. C.I. El Mira, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), Km 38 vía Tumaco-Pasto, Nariño, Colombia.
Correo electrónico: jmejia@agroavia.co

for data analysis. Significant differences ($P < 0.05$) between both grass accessions were detected for forage biomass availability, PH, CO, CP and FA; whereas no differences between accessions were detected for NDF and ISDMD. A significant interaction between Accessions \times Sex ($P = 0.033$) was observed for CLWG, with females showing a higher LWG when grazing the CIAT-679 accession, while no significant differences between accessions were detected with males. Accession CIAT-679 showed a better performance for several agronomic variables and cattle live weight gain; hence, it could still be recommended for rational grazing systems under similar conditions to the ones of this study.

Keywords: Beef cattle, BON breed, forage biomass, live weight gain, nutritive value.

Introducción

Muchas de las ganaderías de carne en el trópico están caracterizadas por establecerse en suelos con pH ácido, niveles altos de aluminio en todos los horizontes del suelo, y baja disponibilidad de nutrientes y materia orgánica debido a la alta solubilidad del aluminio presente en estos suelos. Esto, sumado a un deficiente manejo de las praderas y baja persistencia de las especies forrajeras introducidas, resulta en una baja productividad animal ([Cruz-López et al. 2011](#)).

Una de las estrategias utilizadas para incrementar la ganancia de peso por animal y por hectárea, es el uso de forrajes mejorados y agrónomicamente adaptados a los diferentes sistemas ganaderos, capaces de aumentar la masa forrajera y proporcionar mayor valor nutricional. Los pastos del género *Urochloa*, principalmente la especie *Urochloa humidicola*, se presentan como alternativas para estos suelos ácidos y de baja fertilidad ([Bastidas et al. 2023](#)).

U. humidicola es una especie que ha mostrado excelente capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, buen rendimiento (7–34 ton/ha/año), mediano valor nutricional en términos de proteína cruda (PC) (5–13%) y digestibilidad de la materia seca (DMS) (51–67%), lo cual es dependiente del manejo que se le dé a la pastura ([Reyes-Purata et al. 2009](#); [Avella 2018](#); [Rincón et al. 2018](#)). Además, *U. humidicola* puede soportar alta carga animal en época lluviosa y seca (3.6 y 2.0 UA/ha, respectivamente) ([Montenegro et al. 1995](#)). El aporte de biomasa de esta forrajera es dependiente de la frecuencia de corte y época de cosecha ([Pérez y Lascano 1992](#); [Keller-Grein et al. 1996](#); [Borgues et al. 2012](#)).

Aunque la respuesta en productividad animal con *U. humidicola* no ha sido la más sobresaliente, mayormente debido a su bajo contenido de proteína con relación a otras especies del mismo género,

las características de crecimiento y adaptación a condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad le confieren la capacidad de desarrollar alta cobertura y mayor enraizamiento, ayudando a prevenir la erosión del suelo, factor prevalente en los sistemas ganaderos manejados en condiciones de ladera ([Canchila et al. 2011](#); [Hernández y Cruzate 2020](#)). Es más, el comportamiento de la especie estará influenciado por condiciones tales como la carga animal (1.7–4.0 animales/ha), frecuencia de pastoreo (21–90 días), época de evaluación (seca vs lluviosa), método de pastoreo (e.g. rotacional, continuo, alterno, racional), el asocio con leguminosas y el tipo de animales que pastorean, sean estos de cría, levante o ceiba ([González et al. 1997](#); [Villegas et al. 2022](#)).

En evaluaciones agronómicas de diferentes accesiones de *U. humidicola*, realizadas en la región Santandereana y el Magdalena Medio de Colombia sobresalieron las accesiones CIAT-16867, CIAT-16888 y CIAT-16886, destacando esta última por presentar un rendimiento de materia seca alto, mayor proporción de hojas y buen contenido de proteína cruda, por lo que se considera un pasto atractivo para sistemas ganaderos del trópico colombiano medio y bajo ([Canchila et al. 2011](#)).

Se ha realizado estudios en la sabana del piedemonte llanero para la accesión CIAT 679 de *U. humidicola* (pasto aguja) en términos de respuesta animal con bovinos de levante ([Bastidas et al. 2023](#)), y con frecuencia ha sido empleada como testigo comercial en varios estudios, reportado ganancias diarias de peso (GDP) entre 150–740 g/animal, y niveles de productividad entre 200 y 700 kg de carne/ha/año.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar la productividad forrajera y animal de la accesión *U. humidicola* CIAT-16886 identificada como promisoría en estudios agronómicos previos versus el testigo *U. humidicola* CIAT-679 (pasto aguja), manejados bajo condiciones de pastoreo rotacional en ladera en el Nordeste Antioqueño.

Materiales y Métodos

Localización

El experimento se realizó entre los meses de agosto del 2016 y octubre del 2017, en un área experimental denominada “Himalaya” dentro del Centro de Investigación (C. I.) El Nus de Agrosavia, en San Roque, Antioquia, Colombia ($6^{\circ} 29' 0.677634''$ N $74^{\circ} 50' 34.066002''$ W), en selva tropical (AF, clasificación internacional de Köppen). Esta región tiene una precipitación media anual de 2,200 mm, temperatura media de 24.1 ± 7.1 °C, y altitud de 842 m.s.n.m. Los meses de mayor precipitación son mayo, junio, agosto, septiembre, octubre, mientras que el periodo seco se presenta en los meses de enero, febrero, abril, y cada mes corresponde en su orden a un ciclo de pastoreo relacionado (julio 2016–primer ciclo, hasta septiembre 2017–15° ciclo) (Figura 1).

Descripción de las condiciones experimentales iniciales

La accesión CIAT-679 de *U. humidicola* se utilizó como testigo comercial en comparación con la accesión CIAT-16886. El establecimiento de las parcelas se realizó en el año 2015, en un área experimental de 10 ha para las dos accesiones. El área experimental presentó una pendiente promedio del 45%, con suelos de textura arcillo-arenosa (Ar-A) y franco-arenosa (38, 18 y 45% para arcilla, limo y arena, respectivamente), pH ácido (4.9), con saturación de aluminio del 15%,

concentración de P menor a 3.5 ppm y Ca, Mg y K de 2.2, 1.0 y 0.14 cmol/kg, respectivamente, y un contenido promedio de MO de 2.6%.

Se establecieron dos parcelas de 5 ha cada una, conteniendo las accesiones CIAT-679 y CIAT-16886. Ambas se sembraron de manera simultánea con una densidad de 40.000 plantas por hectárea, realizando una fertilización de establecimiento con roca fosfórica (200 kg/ha), y una corrección edáfica con cal dolomítica de 500 kg/ha. Después de un año del establecimiento, las 5 ha de cada accesión fueron divididas en 15 franjas de aproximadamente 3.300 m² cada una. Para el control de *Aeneolamia* sp. se utilizó Enge[®] (Tiametoxam y Lambdacihalotrina) a 200 ml/ha. Para las arvenses de hoja ancha se usó Tordon[®] (Aminopyralid + 2.4-D) (400–3000 ml/ha) y Roundup[®] (glifosato) (1.5–5 L/ha) para las arvenses de hoja angosta.

Animales y su manejo

El experimento tuvo una duración de 405 días, correspondiente a 15 ciclos de pastoreo (CP), bajo un sistema de pastoreo rotacional de 26 días de descanso (PD) y 2 días de ocupación (PO) en ambas accesiones evaluadas. Para cada accesión se utilizó 5 novillos y 8 hembras de la raza Blanco Orejinegro (BON), con edad y peso inicial promedio de 17.4 ± 1.5 meses y 221.6 ± 23 kg, resultando en una carga animal inicial promedio por sistema de 572 ± 4.52 kg PV/ha y terminando el periodo experimental la carga fue de 884 ± 9.47 kg PV/ha para ambos sistemas.

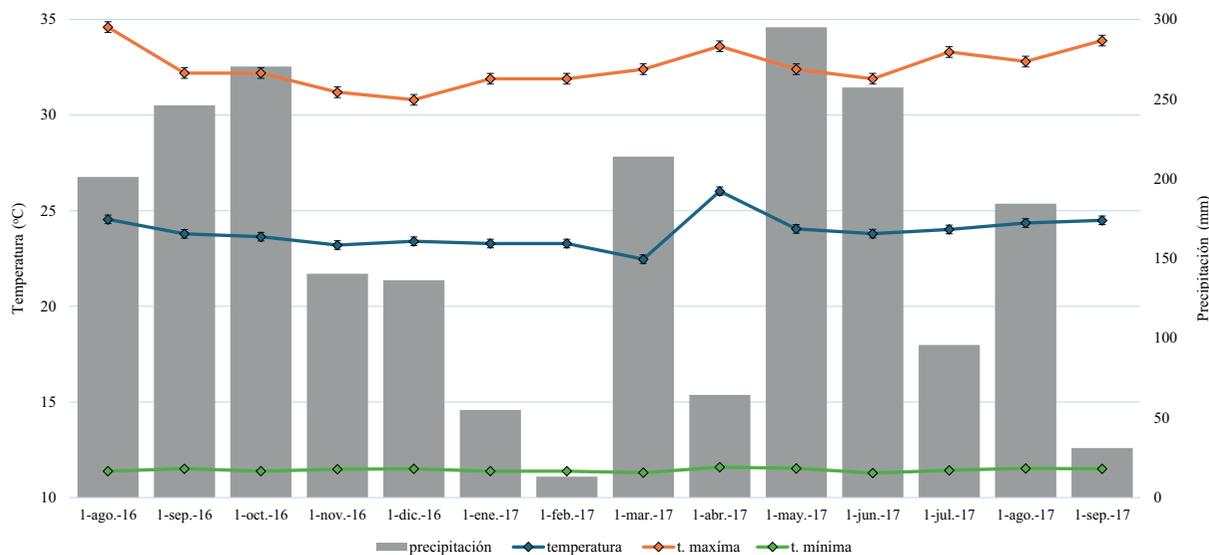


Figura 1. Precipitación y temperaturas registradas durante la ejecución del experimento en el lote Himalaya, Centro de Investigación El Nus de Agrosavia, en San Roque, Antioquia, Colombia.

Variables del forraje

Para cada ciclo de pastoreo, el día anterior al ingreso de los animales, se estimó la masa de forraje en kg de forraje verde (FV) y materia seca (MS) por hectárea, utilizando el método de rendimiento comparativo descrito por Haydock y Shaw (1975). Se utilizaron 5 cuadrantes de 0.25 m² definidos como puntos de referencia (SP) y un rango de 40 cuadrantes definidos como puntos visuales (VP), acorde a lo descrito por Valencia-Echavarría et al. (2022). El corte del forraje se realizó a 5 cm sobre el suelo. La estimación de la disponibilidad de forraje verde en kg MS/ha se realizó a partir de un modelo de regresión lineal entre SP y VP (Balehgn y Berhe 2016). Luego, se estimó la biomasa seca de forraje (kg MS/ha) a partir del contenido promedio de materia seca (%MS) determinado en muestras tomadas en cada SP, utilizando para el secado de las muestras una estufa de aire forzado a 60 °C, durante 72 horas.

Para determinar la cobertura (CO) en por ciento de las especies presentes en cada sistema evaluado, se evaluó la composición botánica, tanto en los puntos de referencia (SP) como en los puntos visuales (VP), utilizando el método del rango en peso seco (Mannetje y Haydock 1963). La altura del dosel vegetal (AL) fue medida utilizando un “sward stick”, siguiendo el procedimiento descrito por Valencia-Echavarría et al. (2022) con 150 mediciones por potrero dentro de cada sistema.

El nivel de asignación de forraje (AF) en cada ciclo de pastoreo (CP) fue estimado como la relación a la masa de forraje seco disponible (MF) y la carga animal (CA), ambos expresados en kilos por hectárea, utilizando la ecuación descrita por Savian et al. (2014) con algunas modificaciones: $AF (kg MS/100 kg PV) = (MF/CA) \times 100$

Al finalizar cada ciclo se tomó una submuestra seca de aproximadamente 500 g de cada accesión para el análisis de proteína cruda (PC) y fibra en detergente neutro (FDN), la cual fue cuantificada usando NIRS con ecuaciones desarrolladas con muestras de forrajes de uso común en Colombia (Ariza-Nieto et al. 2018). La digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) se determinó utilizando la técnica de la bolsa de nailon (Giraldo et al. 2008), en un período de incubación en rumen de 48 horas. Esas determinaciones se hicieron usando 4 novillos fistulados de la raza Romosinuano, los cuales eran alimentados con forrajes tropicales similares a los evaluados.

Productividad animal

El peso vivo de cada animal fue medido con una báscula digital al inicio y final de cada ciclo de pastoreo, en cada pastura bajo evaluación. La medición siempre fue realizada en horas de la mañana, sin ayuno previo, permitiendo que los animales tuvieran un reposo de 60 minutos. Esta información se usó para calcular la ganancia de peso diaria (GDP) y por ciclo (GPC), así como la ganancia de peso acumulada (GPA).

Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron en R versión 4.3.0 (R Core Team 2021). Para comparar las variables evaluadas en los pastos (AL, biomasa, CO, PC, FDN, DISMS y AF), así como cambios ocurridos a través del tiempo, se utilizaron modelos lineales generalizados con distribución normal, utilizando la función “lm” en R. Para cada variable se creó un modelo de rendimiento, el cual incluyó la accesión de forraje, el ciclo de pastoreo y la interacción entre ambos factores, así como la precipitación total durante cada ciclo de pastoreo.

Para evaluar el efecto del tipo de forraje sobre la ganancia de peso del ganado por ciclo (GPC) y acumulada (GPA), se utilizó modelos lineales generalizados mixtos (GLMM) con distribución normal utilizando el paquete glmmTMB (Brooks et al. 2024). Se crearon modelos para cada variable de ganancia de peso, en donde el modelo completo incluyó como efectos fijos la accesión de forraje, sexo de los animales y CP, así como la interacción de dos vías entre factores. Para tener en cuenta el diseño de mediciones repetidas del experimento, se incluyó un intercepto aleatorio para la identidad de los individuos y pendiente aleatoria para el ciclo de pastoreo (CP).

Para todos los modelos se evaluó la significancia de los términos con una prueba de razón de verosimilitud de X², utilizando la función “Drop1” en R. Se removieron los términos no significativos (P>0.05) y se comparó el ajuste del modelo completo y el reducido usando los valores AIC. Se realizaron contrastes post-hoc para los factores del modelo con ajuste de Tukey HSD utilizando la función “emmeans” del paquete emmeans (Lenth et al. 2024). Para revisar los supuestos de los modelos se usaron gráficas QQ de los residuales y residuales versus predichos usando el paquete DHARMA (Hartig y Lohse 2022).

Resultados

Rendimiento del forraje

El nivel de precipitación aparentemente no afectó las variables de rendimiento y calidad nutritiva, por lo que esta variable no se incluyó en los modelos finales.

El modelo con mejor ajuste para altura de planta (ALT) incluyó los efectos fijos de la accesión de forraje y el ciclo de pastoreo, los cuales fueron significativos (Cuadro 1). Ambas accesiones mostraron una tendencia a disminuir en altura a medida que avanzaba el experimento, pero la accesión CIAT-679 mostró una altura promedio mayor que la CIAT-16886 ($t=3.98$, $DF=27$, $P=0.0005$) a lo largo del experimento (Fig. 2A).

El modelo con mejor ajuste para la biomasa disponible incluyó los efectos fijos de la accesión de forraje y el ciclo de pastoreo (CP), así como la interacción entre ambos factores (Cuadro 1). En ambas accesiones, la biomasa disponible (kg MS/ha) tendió a incrementar a lo largo del experimento, sin embargo, la tasa de incremento fue

significativamente mayor para la accesión CIAT-679 (55% por ciclo) que para la CIAT-16886 (31% por ciclo) ($t=3.20$, $DF=26$, $P=0.0003$) (Fig. 2B).

En cuanto a la cobertura (CO) del pasto, el modelo con mejor ajuste incluyó únicamente el efecto de la accesión (Cuadro 1), indicando que la cobertura de cada forraje prácticamente no cambió a lo largo del experimento, siendo la accesión CIAT-16886 la que mostró mayor cobertura ($F=26.11$, $DF=1$, $P<0.0001$) (Fig. 2C).

Para el contenido de proteína cruda (PC), el modelo que mejor se ajustó incluyó únicamente el efecto del ciclo de pastoreo, sin diferencias significativas entre accesiones (Cuadro 1). Esta variable mostró una tendencia a disminuir en ambos tipos de forraje a lo largo del experimento, con un promedio de reducción del 12% en cada ciclo con respecto al ciclo anterior (Fig. 1D). A su vez, para la fibra detergente neutro (FDN) el modelo con mejor ajuste incluyó únicamente el efecto de la accesión de forraje; sin embargo, no se detectó significancia para el efecto de las accesiones (Cuadro 1, Fig. 2E).

Cuadro 1. Resumen de los resultados de los modelos con mejor ajuste para las variables de rendimiento, calidad nutricional de forraje, y ganancia de peso para el ganado.

Variables	Efectos fijos retenidos en el modelo final	Prueba estadística, valor de P
Rendimiento y calidad nutritiva del forraje		
Altura (ALT)	Accesión de forraje	$F_1 = 15.84$, $P=0.0005$
	Ciclo de pastoreo (CP)	$F_1 = 4.22$, $P=0.049$
Biomasa disponible	Accesión de forraje	$F_1 = 17.69$, $P=0.0002$
	Ciclo de pastoreo (CP)	$F_1 = 56.67$, $P<0.0001$
	Accesión de forraje \times ciclo de pastoreo (interacción)	$F_1 = 4.25$, $P=0.049$
Cobertura (CO)	Accesión de forraje	$F_1 = 26.11$, $P<0.0001$
Proteína cruda (PC)	Ciclo de pastoreo	$F_1 = 6.56$, $P=0.016$
Fibra en detergente neutro (FDN)	Accesión de forraje	$F_1 = 3.51$, $P=0.071$
Digestibilidad in situ (DISMS)	Accesión de forraje	$F_1 = 3.28$, $P=0.08$
Asignación de forraje (AF)	Accesión de forraje	$F_1 = 9.41$, $P=0.004$
Ganancia de peso acumulada del ganado		
Ganancia de peso acumulada (GPA)	Accesión de forraje	$X^2_1=19.56$, $P<0.0001$
	Sexo individuos	$X^2_1=1.454$, $P=0.228$
	Ciclo de pastoreo	$X^2_1=1303.2$, $P<0.0001$
	Accesión de forraje \times Sexo individuos (interacción)	$X^2_1=4.55$, $P=0.033$
Ganancia de peso por ciclo (GPC)	Accesión de forraje	$X^2_1=0.775$, $P=0.379$
	Sexo individuos	$X^2_1=0.268$, $P=0.604$
	Ciclo de pastoreo	$X^2_1=0.284$, $P=0.594$
	Accesión de forraje \times ciclo de pastoreo (interacción)	$X^2_1=6.766$, $P=0.009$

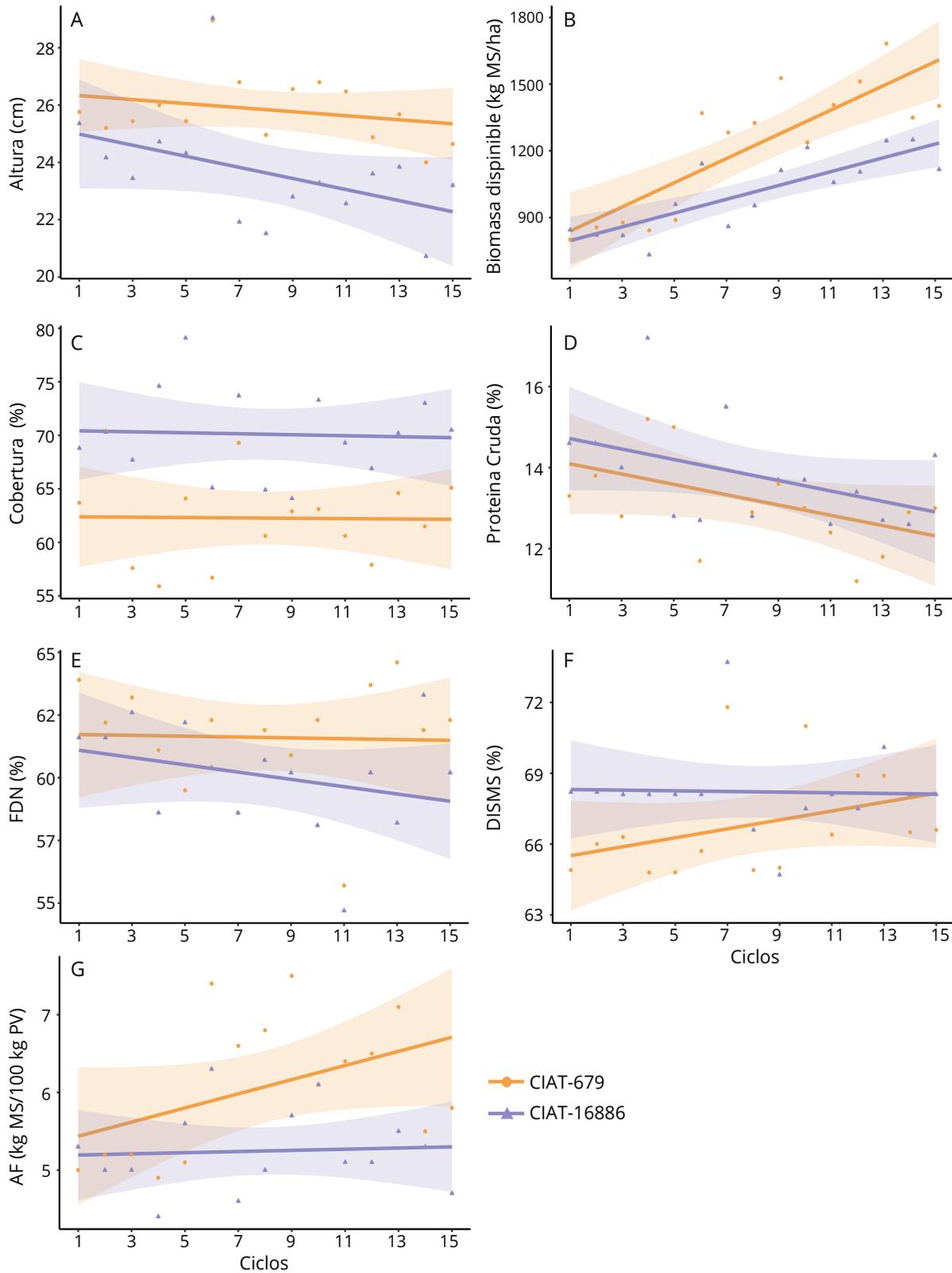


Figura 2. Variables de rendimiento de las dos accesiones de *U. humidicola*. **(A)** Altura del forraje; **(B)** Biomasa disponible; **(C)** Cobertura; **(D)** Proteína cruda; **(E)** Fibra detergente neutro (FDN); **(F)** Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS); **(G)** Nivel de asignación de forraje (AF).

Con relación a la digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS), el modelo con mejor ajuste incluyó únicamente el efecto de la accesión de forraje (Cuadro 1), sin que llegara a ser significativo ($P=0.08$). Esta variable tampoco cambió de manera significativa a lo largo del experimento (Fig. 2F). Para la asignación de forraje (AF), el modelo con mejor ajuste incluyó únicamente el efecto de la accesión (Cuadro 1), donde la CIAT-679 mostró valores de AF significativamente mayores que la CIAT-16886 ($F=9.41$, $DF=1$, $P=0.004$) (Fig. 2G). A pesar que los valores de AF para la accesión CIAT-679 tendieron a incrementar a lo largo del experimento, el efecto de los ciclos de pastoreo no se retuvo en el modelo final, indicando que este factor no tuvo un efecto significativo sobre la variable AF.

Efecto sobre la ganancia de peso del ganado

El modelo con mejor ajuste para la ganancia de peso acumulada (GPA) incluyó el efecto de la accesión, el sexo del individuo, CP, y la interacción entre la accesión

y el sexo del individuo (Cuadro 1); sin embargo, el efecto simple del sexo no alcanzó significancia ($P=0.228$). Al explorar la interacción entre la accesión de forraje y el sexo de los individuos, se encontró que las hembras tienen una GPA significativamente mayor con la accesión CIAT-679 en comparación con la accesión CIAT-16886 ($t=4.727$, $DF=381$, $P<0.0001$), mientras que para los machos no se presentaron diferencias significativas en GPA entre accesiones de forraje ($t=1.35$, $DF=381$, $P=0.1778$) (Fig. 3A-B).

En cuanto a la ganancia de peso por ciclo (GPC), el modelo con mejor ajuste incluyó la accesión, el ciclo de pastoreo (CP), el sexo de los individuos y la interacción accesión \times ciclo de pastoreo (Cuadro 1); pero de todos estos, solamente la interacción fue significativa ($P=0.009$). Al explorar esta interacción, se encontró que la GPC tendía a incrementar con los ciclos de pastoreo en la accesión CIAT-16886, mientras que ocurrió lo opuesto con la accesión CIAT-679. Este efecto fue más evidente en el caso de las hembras (Fig. 3C-D).

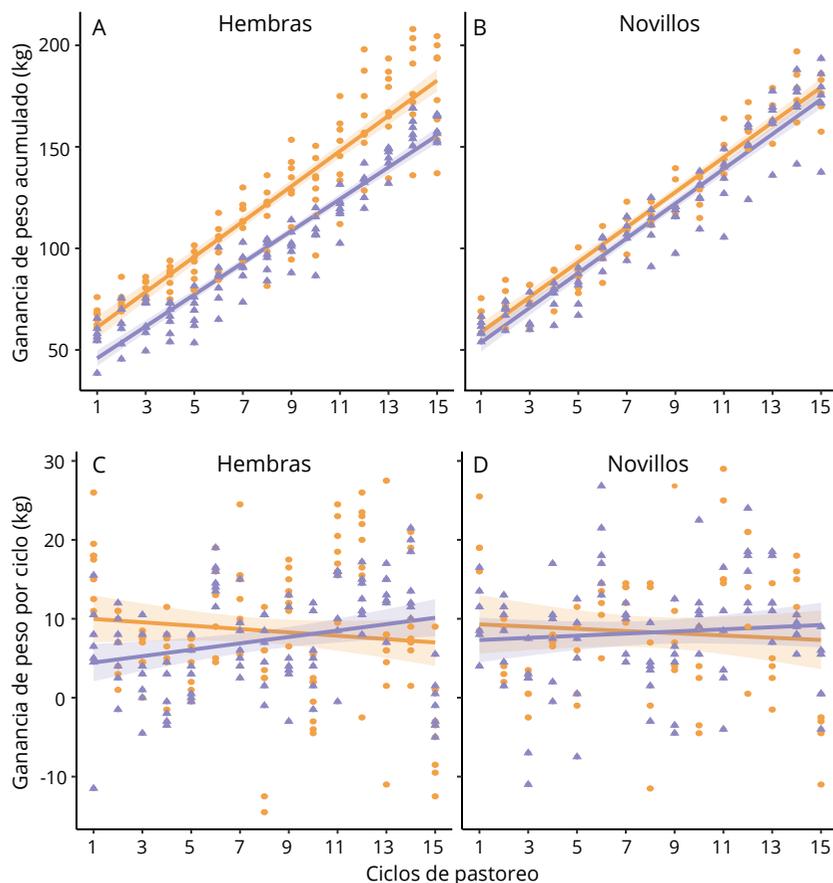


Figura 3. Ganancia de peso acumulada (GPA) para hembras (A) y novillos (B); ganancia de peso por ciclo (GPC) para hembras (C) y novillos (D) de ganado Blanco Orejinegro manejados en rotación en potreros de las accesiones CIAT-679 y CIAT-16886 de *U. humidicola*.

Discusión

A la hora de escoger el forraje a utilizar en un sistema de pastoreo rotacional, es determinante tener en cuenta factores tales como su desempeño agronómico, así como el tiempo e intensidad de defoliación al cual será sometida la pastura. Además, es importante considerar los atributos relacionados con la composición química y la digestibilidad del forraje, ya que estos definen la calidad nutritiva del forraje ([Avela 2018](#); [Gomes et al. 2018](#)).

Las pasturas de *U. humidicola* bien manejadas ofrecen un aporte constante de biomasa y estabilidad de la cobertura a través del tiempo, a pesar del desgaste que puede causar la defoliación frecuente ejercida por el ganado en sistemas de pastoreo rotacional ([Rincón 2011](#); [Laiton-Medina et al. 2021](#)). En el caso particular de este estudio, la altura de ambas accesiones tendió a disminuir con los ciclos de pastoreo (Figura 2A) y la cobertura tendió a permanecer constante (Figura 2C); en cambio, la disponibilidad aumentó con el tiempo (Figura 2B), y eso resultó en un incremento constante en la ganancia de peso acumulada (GPA) por los animales (Figura 3A), lo cual confirma que el manejo rotacional aplicado en las pasturas fue adecuado.

Cabe anotar que los ciclos de pastoreo en que se presentaron los mayores niveles de disponibilidad correspondieron primero al mes con mayor temperatura (abril, ciclo 10°), seguidos de meses con mayor precipitación (mayo y junio, ciclos 11° y 12°), (Figura 1). Si bien se reconoce que la especie *U. humidicola* se adapta a condiciones extremas de sequía y anegamiento ([González et al. 1997](#); [Borgues et al. 2012](#); [Guevara 2022](#)), eso no quita que la mayor temperatura y buenas condiciones de humedad favorezcan su crecimiento ([Cruz-Hernández et al. 2017](#)).

La composición nutricional y la cantidad de biomasa aportada por forrajes es altamente influenciada por las condiciones ambientales y el manejo que se aplica a las pasturas ([Jarma-Orozco et al. 2014](#); [Torres Salado et al. 2020](#); [Guevara 2022](#)). Por ejemplo, el contenido de proteína cruda (PC) tiende a ser más alta en los periodos húmedos, pero bajo las condiciones del estudio parece ser que la precipitación no fue limitante (Figura 1), y por eso la disminución en el contenido de PC a lo largo del ensayo fue relativamente pequeña (Figura 2D); es más, los valores de PC observados se consideran altos para la especie ([Jarma-Orozco et al. 2014](#)).

Los valores de FDN fueron altos, en promedio de 66.8% y 68.1% para CIAT-679 y CIAT-16886 respectivamente, lo cual es esperado en el caso de

gramíneas tropicales ([Lee 2018](#)). Otros estudios realizados en condiciones similares con *U. humidicola* ([Jarma-Orozco et al. 2014](#); [Avela 2018](#); [Villegas et al. 2022](#)) reportan valores de FDN ligeramente menores (entre 64–66%), pero en dichos estudios los pastos fueron manejados bajo corte. En contraste, Vergara-López y Araujo-Febres (2006) encontraron valores más altos de FDN en *U. humidicola*, con edades de rebrote superiores y bajo condiciones de bosque seco tropical.

Las ganancias diarias por animal obtenidas para *U. humidicola* CIAT-679 y CIAT-16886 (315 y 258 g/animal/día, respectivamente), fueron inferiores a las reportadas en otro estudio realizado bajo condiciones similares en los Llanos Orientales de Colombia ([Laiton-Medina et al. 2021](#)), quienes obtuvieron una ganancia diaria de 643 g/animal en *U. humidicola* spp, pero la mayor diferencia con respecto a este estudio fue que ellos emplearon una carga animal más baja, lo que favoreció un mayor nivel de asignación de forraje (AF), lo que permite una mayor selectividad y posiblemente un mayor consumo de alimentos ([Hill et al. 2009](#)).

Algunos estudios ([Cruz-López et al. 2011](#); [Villegas et al. 2022](#)) muestran que *U. humidicola* CIAT-679 presenta buena producción de materia seca en comparación con otros cultivares de la misma especie en diferentes ambientes. En este estudio la accesión CIAT-679 tuvo un mejor desempeño frente a CIAT-16886 con respecto a la disponibilidad de biomasa, altura de plantas, digestibilidad in situ, y asignación de forraje (Figura 2 A, B, E, F, G) y un buen comportamiento en general, lo que coincide con lo reportado para esta accesión por otros autores ([Reyes-Purata et al. 2009](#); [Cruz-López et al. 2011](#)).

Es posible que la mayor altura, biomasa, digestibilidad in situ de la materia seca (DISMIS) y mayor asignación de forraje (AF) de CIAT-679 (figura 2 A, B, F, G) hayan contribuido a la mayor GPA especialmente en el caso de las hembras (Figura 3). No encontramos una explicación clara del por qué las hembras mostraron una mayor diferencia en GPA en la accesión CIAT-679, y valores muy similares en la CIAT-16886, en comparación con los machos castrados, pues incluso en animales de la raza Blanco Orejinegro (BON), los machos han mostrado mayores ganancias que las hembras, lo cual se ha atribuido a diferencias hormonales y de dimorfismo sexual ([Londoño-Gil et al. 2023](#)). Lo mismo se ha observado en bovinos de raza Reyna y Jersey pastoreando pasto Estrella Africana (Vargas-Rodríguez 2008), en Charolais × Simmental alimentados con forrajes de zona templada ([Bureš y Bartoň 2012](#)) y en los de raza

Pirenaica en dietas a base de concentrados ([Blanco et al. 2020](#)). Además, en el estudio de Blanco et al ([2020](#)), las ganancias en machos fueron superiores a las de novillos y hembras, pero con pequeñas diferencias entre estos dos últimos, las cuales se relacionaron con diferencias en la concentración de las hormonas de crecimiento tipo insulina IGF-1 e IGFBP-3.

El nivel de consumo de materia seca explica un 70% de la variación en el desempeño productivo de los rumiantes ([Waldo 1986](#); [Velásquez et al. 2018](#)), y en varios estudios las variaciones en estos explican las diferencias en GDP entre machos enteros, novillos y hembras ([Bureš y Bartoň 2012](#); [Puzio et al. 2019](#); [Blanco et al. 2020](#)), pero esa variable no se midió en el presente estudio.

Según observación, la ganancia de peso por ciclo (GPC) para CIAT-679 tuvo un leve decrecimiento con el paso de los ciclos de pastoreo, lo cual no concuerda con el aumento en el nivel de asignación de forraje (Figura 3), a menos que la calidad del pasto haya declinado en los pastoreos posteriores. Esto último parece ser cierto desde el punto de vista del contenido de PC, pero, por el contrario, la DISMS mostró la tendencia opuesta (Figura 2). En contraste, en el caso de la accesión CIAT-16886, la GPC tendió a aumentar con el pasar de los ciclos de pastoreo, especialmente en el caso de las hembras (Figura 3), posiblemente en respuesta a una mayor disponibilidad de forraje (Figura 2), pues ninguna de las variables de calidad nutritiva mostró una tendencia a mejorar a medida progresaron los ciclos de pastoreo.

Conclusiones

Bajo condiciones de pastoreo rotacional en ladera en el Nordeste Antioqueño, la accesión CIAT-679 de *U. humidicola* es una mejor opción que la CIAT-16886 en términos agronómicos y de productividad ganadera, por lo que se considera es un forraje óptimo para promocionar su uso. Sin embargo, se recomienda continuar las evaluaciones de estas accesiones en condiciones similares a las de este estudio, incluyendo variables como el consumo de forrajes, que ayuden a explicar posibles diferencias en ganancia de peso.

Consideraciones éticas

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia (Aprobación FUA no.2016.X.17.015).

Agradecimientos

Los autores expresan gratitud por el apoyo financiero y logístico para realizar esta investigación en el marco de la agenda dinámica corporativa de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por el material vegetal proporcionado para la realización del experimento.

Referencias

(Nota de los editores: enlaces verificados el 11 de septiembre de 2024).

- Ariza-Nieto C; Mayorga OL; Mojica B; Parra D; Afanador-Tellez G. 2018. Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 26(1):44–52. doi: [10.1177/0967033517746900](https://doi.org/10.1177/0967033517746900)
- Avella L. 2018. Análisis de la composición nutricional de *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria Toledo* en el Pie de Monte Llanero. Tesis de Pregrado. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/343/
- Balehegn M; Berhe K. 2016. Training reduced subjectivity of comparative yield method of estimation of grassland biomass. *Grass and Forage Science* 71(3):482–489. doi: [10.1111/gfs.12194](https://doi.org/10.1111/gfs.12194)
- Bastidas M; Ospina L; Rao IM; Montoya A; Villegas DM; Sotelo M; Bravo AM; Urrea-Benítez JL; Jaramillo G; Cardoso JA; Paez JD; Jaramillo D; Aguiar A; Arango J. 2023. Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones—un caso exitoso en la altillanura colombiana. Manual Técnico, Volumen 1. Publicación CIAT No. 545. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p. hdl.handle.net/10568/126708
- Blanco M; Ripoll G; Delavaud C; Casasús I. 2020. Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Science* 240:104156. doi: [10.1016/j.livsci.2020.104156](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104156)
- Borgues JA; Barrios M; Sandoval E; Millán K; Sánchez D; Bastardo Y; Márquez O. 2012. Aspectos agronómicos y productivos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) en el estado Yaracuy. *Mundo Pecuario* 8(2):132–138. [handle/123456789/35473](https://hdl.handle.net/123456789/35473)
- Brooks M; Bolker B; Kristensen K; Maechler M; Magnusson A; McGillicuddy M; Skaug H; Nielsen A; Berg C; van Benthem K; Sadat N; Lüdtke D; Lenth R; O'Brien J; Geyer CJ; Jagan M; Wiernik B; Stouffer DB. 2024. glmmTMB: Generalized linear mixed models using template model builder. R package (Version 1.1.9). doi: [10.32614/CRAN.package.glmmTMB](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.glmmTMB)

- Bureš D; Bartoň L. 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science* 57(1):34–43. doi: [10.17221/5482-CJAS](https://doi.org/10.17221/5482-CJAS)
- Canchila ER; Soca M; Wencomo HB; Ojeda F; Mateus H; Romero E; Argüello G; Ruiz R; Canchila N. 2011. Comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes* 34(2):155–166. bit.ly/3B527hq
- Cruz-Hernández A; Hernández-Garay A; Chay-Canul AJ; Mendoza-Pedroza SI; Ramírez-Vera S; Rojas-García AR; Ventura-Ríos J. 2017. Componentes del rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria humidicola* cv Chetumal a diferentes estrategias de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(3):599–610. doi: [10.29312/remexca.v8i3.34](https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.34)
- Cruz-López PI; Hernández-Garay A; Enríquez-Quiroz JF; Mendoza-Pedroza SI; Quero-Carrillo AR; Joaquín-Torres BM. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(2):123–131. doi: [10.35196/rfm.2011.2.123](https://doi.org/10.35196/rfm.2011.2.123)
- Giraldo LA; Tejido ML; Ranilla MJ; Ramos S; Carro MD. 2008. Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet. *Journal of Animal Science* 86(7):1617–1623. doi: [10.2527/jas.2007-0343](https://doi.org/10.2527/jas.2007-0343)
- Gomes FK; Oliveira MDBL; Homem BGC; Boddey RM; Bernardes TF; Gionbelli MP; Lara MAS; Casagrande DR. 2018. Effects of grazing management in brachiaria grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. *Journal of Animal Science* 96(9):3837–3849. doi: [10.1093/jas/sky236](https://doi.org/10.1093/jas/sky236)
- González R; Anzúluez A; Vera A; Riera L. 1997. Manual de pastos tropicales para la Amazonia ecuatoriana. Manual No 33. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador. 66 p. [handle/41000/2432](https://hdl.handle.net/41000/2432)
- Guevara D. 2022. Análisis de estabilidad fenotípica paramétrica de híbridos apomíticos de *Brachiaria humidicola* en múltiples ambientes. Tesis Magister Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. [handle/unal/83197](https://hdl.handle.net/unal/83197)
- Hartig F; Lohse L. 2022. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package (Version 0.4.6). doi: [10.32614/CRAN.package.DHARMA](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.DHARMA)
- Hernández A; Cruzate CI. 2020. Evaluar el rendimiento de la *Brachiaria humidicola* en sistema rotacional comparándola con pastos colosoana (*Botriocloa pertusa*), Tanzania (*Megathyrus maximus*), Pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum*, Jacq) en un sistema de pastoreo tradicional. Proyecto de investigación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Córdoba, Colombia. [handle/10596/38914](https://hdl.handle.net/10596/38914)
- Hill JO; Coates DB; Whitbread AM; Clem RL; Robertson MJ; Pengelly BC. 2009. Seasonal changes in pasture quality and diet selection and their relationship with liveweight gain of steers grazing tropical grass and grass-legume pastures in northern Australia. *Animal Production Science* 49(11):983–993. doi: [10.1071/EA06331](https://doi.org/10.1071/EA06331)
- Jarma-Orozco A; Maza-Angulo L; Pineda-Pérez A; Hernández-Ciodaro J. 2014. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 7(1):87–98. bit.ly/3zoSk1x
- Keller-Grein G; Maass BL; Hanson J. 1996. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. En: Miles JW; Maass BL; do Valle CB; Kumble V, eds. *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT Publication no. 259. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC). Cali, Colombia. p. 16–42. hdl.handle.net/10568/54362
- Laiton-Medina JF; Hurtado-Nery VL; Granados-Moreno JE. 2021. Evaluación de tres especies de *Brachiaria* spp con pastoreo rotacional para ceba bovina. *Orinoquia* 25(1):15–22. doi: [10.22579/20112629.652](https://doi.org/10.22579/20112629.652)
- Lee MA. 2018. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. *Journal of Plant Research* 131(4):641–654. doi: [10.1007/s10265-018-1024-y](https://doi.org/10.1007/s10265-018-1024-y)
- Lenth RV; Bolker B; Buerkner P; Giné-Vázquez L; Herve M; Jung M; Love J; Miguez F; Piaskowski J; Riebl H; Singmann H. 2024. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package (Version 1.10.2). doi: [10.32614/CRAN.package.emmeans](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.emmeans)
- Londoño-Gil M; Rincón-Flórez JC; Saldarriaga-Saldarriaga A; López-Herrera A; González-Herrera LG. 2023. Características de crecimiento del ganado criollo Blanco Orejinegro y efectos ambientales responsables de su variación. *Acta Agronómica* 71(2):171–177. doi: [10.15446/acag.v71n2.99435](https://doi.org/10.15446/acag.v71n2.99435)
- Mannetje L; Haydock KP. 1963. The dry-weight rank method for the botanical analysis of pasture. *Grass and Forage Science* 18(4):268–275. doi: [10.1111/j.1365-2494.1963.tb00362.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00362.x)
- Montenegro R; Pinzón B; Argel P. 1995. Evaluación de *Brachiaria humidicola* (CIAT 6369) bajo pastoreo en condiciones de Gualaca, Panamá. *Ciencia Agropecuaria* 8:137–148. bit.ly/3B2wHIt
- Pérez BR; Lascano CE. 1992. Pasto Humidicola (*Brachiaria Humidicola*) Rendle Schweickt. Boletín técnico no. 181. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 20 p. hdl.handle.net/10568/69586
- Puzio N; Purwin C; Nogalski Z; Białobrzewski I; Tomczyk Ł; Michalski JP. 2019. The effects of age and gender (bull vs steer) on the feeding behavior of young beef cattle fed grass silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 32(8):1211–218. doi: [10.5713/ajas.18.0698](https://doi.org/10.5713/ajas.18.0698)

- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.R-project.org/
- Reyes-Purata A; Bolaños-Aguilar ED; Hernández-Sánchez D; Aranda EM; Izquierdo-Reyes F. 2009. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola (*Brachiaria humidicola*, Rendle). Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo 25(3):213–224. doi: [bit.ly/3MFL1t1](https://doi.org/10.15517/3MFL1t1)
- Rincón A. 2011. Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp. en el piedemonte Llanero de Colombia. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria 12(2):107–112. doi: [10.21930/rcta.vol12_num2_art:219](https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num2_art:219)
- Rincón A; Flórez H; Ballesteros H; León LM. 2018. Efectos de la fertilización en la productividad de una pastura de *Brachiaria humidicola* cv. Llanero en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales 6(3):158–168. doi: [10.17138/TGFT\(6\)158-168](https://doi.org/10.17138/TGFT(6)158-168)
- Savian JV; Neto AB; de David DB; Bremm C; Schons RMT; Genro TCM; Amaral GA do; Gere J; McManus CM; Bayer C; Carvalho PCF. 2014. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: Implications for integrated crop-livestock system. Agriculture, Ecosystems and Environment 190:112–119. doi: [10.1016/j.agee.2014.02.008](https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.008)
- Torres N; Moctezuma M; Rojas AR; Maldonado MA; Gómez A; Sánchez P. 2020. Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11(Especial 24):35–46. doi: [10.29312/remexca.v0i24.2356](https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356)
- Valencia-Echavarría DM; Granja-Salcedo YT; Nieto-Sierra DF; Martínez-Oquendo PY; Restrepo-Castañeda GJ; Cano-Gallego LE; Mayorga-Mogollón OL. 2022. Effect of botanical composition calibration on the accuracy of undisturbed sward height and comparative yield method techniques for herbage mass estimation in tropical heterogeneous pastures. African Journal of Range and Forage Science 41(2):142–146. doi: [10.2989/10220119.2022.2125578](https://doi.org/10.2989/10220119.2022.2125578)
- Vargas-Rodríguez CF. 2008. Comparación de ganancias de peso en bovinos Reyna-Jersey y Jersey, durante la etapa de desarrollo. Agronomía Mesoamericana 19(2):227–232. doi: [10.15517/am.v19i2.5004](https://doi.org/10.15517/am.v19i2.5004)
- Velásquez AV; Silva GG da; Sousa DO; Oliveira CA; Martins CMMR; Santos PPM dos; Balieiro JCC; Rennó FP; Fukushima RS. 2018. Evaluating internal and external markers versus fecal sampling procedure interactions when estimating intake in dairy cows consuming a corn silage-based diet. Journal of Dairy Science 101(7):5890–5901. doi: [10.3168/jds.2017-13283](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13283)
- Vergara-López J; Araujo-Febres O. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en el bosque seco tropical. Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia 16(3):239–248. bit.ly/4elpfqq
- Villegas DM; Arévalo A; Sotelo M; Nuñez J; Moreta D; Rao I; Ishitani M; Subbarao GV; Arango J. 2022. Phenotyping of *Urochloa humidicola* grass hybrids for agronomic and environmental performance in the Piedmont region of the Orinoquian savannas of Colombia. Grass and Forage Science 78(1):119–128. doi: [10.1111/gfs.12582](https://doi.org/10.1111/gfs.12582)
- Waldo DR. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. Journal of Dairy Science 69(2):617–631. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80446-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80446-5)

(Recibido para publicación 11 marzo 2024; aceptado 22 agosto 2024; publicado 30 de septiembre 2024)

© 2024



Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales una revista de acceso abierto publicada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).