

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda en dos pastos de corte, King Grass y Camerún en y sin asocio con *Leucaena leucocephala* cv Cunningham

Availability of biomass and crude protein content in two cutting grass species, King grass and Camerun with and without *Leucaena leucocephala* cv Cunningham

Álvaro José González Martínez¹, María de la Concepción Siézar Martínez², José Ramón Guido Álvarez³

¹ MSc. Docente Titular, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4194-2363> / algonzalez.inves@uniav.edu.ni

² Ing. Asistente de Investigación, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-6731> / mariasiezar@uniav.edu.ni

³ Ing. Trabajador Administrativo, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8435-0287> / joseramonguidoalvarez079@gmail.com

Universidad Internacional Antonio de Valdivieso – UNIAV, Nicaragua

Autor de correspondencia: algonzalez.inves@uniav.edu.ni



RESUMEN

Una de las alternativas de alimentación bovina que se reviste de importancia ante la variabilidad climática dentro de la planificación forrajera son los pastos de cortes. Desde este contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de dos frecuencias de cortes (45 días y 65 días) en King Grass (*Pennisetum purpureum*) y Camerún (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en y sin asocio con *Leucaena leucocephala* – Lam de Wit) cultivar Cunningham sobre la disponibilidad y contenido de proteína cruda de la biomasa, en la finca Santa María de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas), en el periodo de mayo 2021 a septiembre 2022. Se utilizó un arreglo factorial completamente al azar, con ocho tratamientos y dos repeticiones, en cada unidad experimental se ubicaron seis sitios de muestreo de un metro lineal cada uno, y se seleccionó al azar una planta para la medición de las variables. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias por diferencias mínimas significativas Fisher al 95 % de confiabilidad. King Grass + *Leucaena* a los 65 días en periodo lluvioso, presentó la mayor altura total, cantidad de nudos, hojas y área foliar, y en periodo seco King Grass + *Leucaena* a los 45 días registró mayor altura total, diámetro basal

ABSTRACT

One of the alternatives for bovine feeding that is important in the face of climate variability within forage planning is cut grass. From this context, the objective of this research was to evaluate the influence of two cutting frequencies (45 days and 65 days) in King Grass (*Pennisetum purpureum*) and Cameroon (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), both with and without association with *Leucaena leucocephala* – Lam de Wit) cultivar Cunningham, on the availability and crude protein content of biomass. The study was conducted at Santa María Farm of the Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas) from May 2021 to September 2022. A completely randomized factorial design was used, with eight treatments and two replications. Within each experimental unit, six linear meter sampling sites were established, and a random plant was selected for variable measurements. An analysis of variance and comparison of means using Fisher's Least Significant Difference at 95 % confidence level were performed. During the rainy season, King Grass + *Leucaena* at 65 days exhibited the highest total height, number of nodes, leaves, and leaf area. In the dry season, King Grass + *Leucaena* at 45 days showed greater total height, basal diameter, and length between the

Recibido: 21 de noviembre del 2023
Aceptado: 10 de junio del 2024



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

y longitud entre el tercer y cuarto nudo. Camerún + Leucaena en ambas épocas a los 65 días, presentó mayor promedio de kg MS ha⁻¹, este mismo resultado lo presenta King Grass en período lluvioso; en periodo seco su disponibilidad de biomasa es similar en y sin asocio. En contenido de proteína cruda, en hojas y tallos de los pastos fue superior en los sitios asociados y con 45 días. Leucaena presentó similar crecimiento en ambos pastos, en la época lluviosa a los 65 días presentó mayor altura total y diámetro de copa, y en periodo seco, aunque prevalece una mayor altura total a los 65 días, en las demás variables fue mayor en los tratamientos a los 45 días. La mayor disponibilidad de biomasa en hojas en ambas épocas se registró con el pasto King Grass a los 45 días y con Camerún en ambas edades de corte, y en tallos tiernos el mayor valor lo presentó con el pasto King Grass a los 65 días, en hojas y tallos tiernos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas.

Palabras clave: King Grass, pasto Camerún, Leucaena, crecimiento, biomasa y proteína.

third and fourth nodes. Cameroon + Leucaena at 65 days in both seasons had a higher average dry matter yield (kg DM ha⁻¹). King Grass also showed similar results during the rainy season; in the dry season, its biomass availability was comparable with and without association. Regarding crude protein content, leaves and stems of the associated grasses were higher at 45 days. Leucaena showed similar growth in both grasses. In the rainy season, Leucaena at 65 days had greater total height and crown diameter. In the dry season, although total height prevailed at 65 days, other variables favored the 45-day treatments. The highest biomass availability in leaves occurred with King Grass at 45 days in both seasons, and in tender stems, King Grass at 65 days had the highest value. For tender leaves and stems, the 45-day treatments yielded better results.

Keywords: King Grass, Cameroon grass, Leucaena, growth, biomass and protein.

Según el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA, 2004), La ganadería en Nicaragua utiliza extensivamente el pastoreo como fuente de alimentación (pastos y forrajes) que aporta los nutrientes requeridos por los hatos ganaderos; el 90 % de las ganaderías son de doble propósito, o según como se encuentre la demanda del mercado. Los principales departamentos ganaderos en Nicaragua son: Boaco, Chontales, Matagalpa, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, León y Chinandega. Esta actividad aporta a la economía nacional al exportar carne y comercializar leche USD 500 millones al año; además genera alrededor de 600 000 empleos directos e indirectos en el sector rural, contribuyendo a la seguridad alimentaria al utilizarse en el consumo del hogar y como venta local [Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua (FAGANIC, 2020)].

En sistemas de pastoreo el consumo de materia seca de las vacas lecheras de media y alta producción en inicio de lactancia, suele verse comprometida luego del parto, porque el consumo voluntario de materia seca no es suficiente para cubrir los requerimientos energéticos, causando un balance energético negativo; en estas situaciones, la energía necesaria para la producción de leche se obtiene a partir del alimento consumido y de la movilización de reservas corporales, lo que implica que de una condición corporal ideal de 5, cuando consume forraje fresco, pasa a ser 2 o 3 cuando solo consume materia seca (Gringera y Bardo, 2005).

Según Percy Chacón (s.f), los pastos de corte aportan un alimento equilibrado y un contenido aceptable de proteínas que aumenta la formación de sangre y por

consiguiente incrementa la producción de leche, proporcionan carbohidratos que aumentan la energía necesaria para realizar las actividades diarias propias de la ganadería.

En Perú, Passoni *et al.* (2018), evaluaron el efecto de intervalos de corte en *Panicum maximum* Jacq, y la carga animal adecuada para la nutrición de bovinos, los resultados indicaron que, tanto en verano como en invierno, la producción de forraje disponible fue ascendente conforme avanzaba la edad de corte. En Colombia, Pérez *et al.* (2015), evaluaron capacidad de rebrote, biomasa, resistencia y adaptación a sequías en las especies *Albizia saman*, *Cordia dendata*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Enterolobium cyclocarpum*, indicando que todas ellas tienen potencial forrajero en zonas secas. Gutiérrez y Mendieta (2018), indican que, en tres municipios de Rivas, Nicaragua, predominan pastos naturales y naturalizados, que presentan una aceptada producción de alimento durante la época lluviosa, disminuyendo en la época seca, por lo que recurren al suministro de minerales para solucionar las demandas nutricionales y energéticas. Madriz y Hernández (2017), evaluaron en Managua, Nicaragua, la alimentación con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* Shumach, 1827) en régimen estabulado, obteniendo un incremento en la producción de leche de 22.2 % y una ganancia de peso vivo de 62 % en comparación al régimen de pastoreo libre y semi-estabulado con pasto natural. Espinoza y Vargas (2014), afirman, que el 100 % de los productores de los municipios de Matagalpa, Nicaragua, utilizan el pastoreo con pastos naturales y un 70.5 % de estos usan pastos de corte como Taiwán (*Pennisetum purpureum*), caña japonesa (*Saccharum sinense*), entre otros.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Rodríguez *et al.* (2015), expresan que, pese a la importancia económica de la ganadería en Nicaragua, su crecimiento ha sido moderado debido a la baja productividad, causada por la deficiencia en la alimentación y variabilidad climática, que afecta la producción de alimento, el bienestar y la productividad animal, así como la economía en general. Estas deficiencias han causado bajos rendimientos de leche (2.4 L por vaca día⁻¹), valor por debajo de la media nacional que es 2.5 litros por vaca por día; intervalo entre parto y parto superior a 24 meses y muertes hasta de 1 193 cabezas de ganado en los departamentos de Madriz y Nueva Segovia.

Ante la vulnerabilidad que ocurre en Nicaragua, por los efectos de las sequías, sobre la disminución de la disponibilidad de la oferta forrajera y calidad de la alimentación en época seca, referida al decrecimiento del contenido de proteína, elemento importante en la formación de sangre y energía respectivamente, se planteó como objetivo evaluar la disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda, en dos especies de pastos de corte en y sin asocio de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit) cultivar Cunningham, para la toma de decisiones en lo referido al aprovechamiento de la biomasa de estos pastos en asocio o no con *Leucaena*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Es de enfoque cuantitativo, experimental y longitudinal (Barrantes, 2002), se evaluaron 11 ciclos, seis correspondientes a los tratamientos con frecuencia de corte de 45 días y cinco con frecuencia de corte de 65 días.

Ubicación y descripción del área del estudio. Este estudio se realizó en el periodo de mayo del 2021 a septiembre del 2022, en la finca Santa María, propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), ubicada en la comarca La Chocolata, en el municipio de Rivas en las coordenadas geográficas de 11°22'56" de latitud Norte y 85°50'42" latitud Oeste, con una elevación de 55 msnm

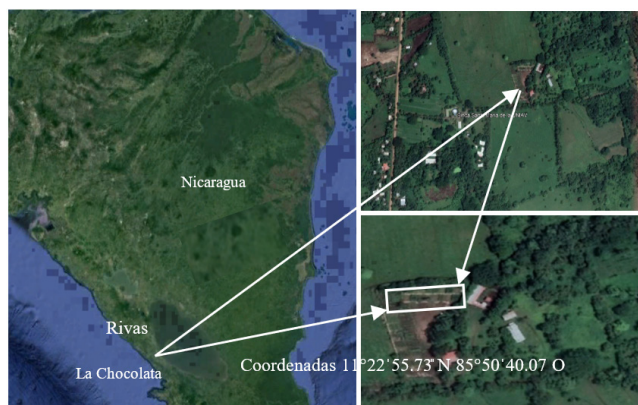


Figura 1. Ubicación del área del experimento.
Fuente: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

(Figura 1). Las condiciones climáticas durante el período 2021-2022, según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2023), presentaron una temperatura media anual de 27.1 °C, con precipitación promedio igual a 3 237 mm, vientos de 2 m S⁻¹ y humedad relativa igual a 77.5 %. El tipo de suelo texturalmente corresponde a franco arcilloso.

Área experimental. El área experimental fue de 1 123.5 m² (53.5 m x 21 m). La distancia entre bloques fue 2 m y la distancia entre parcela de 1.5 m; el tamaño de cada parcela o unidad experimental fue de 40 m² (8 m de largo y 5 m de ancho).

Tamaño de la muestra. A partir de la longitud total de las cuatro hileras de cada unidad experimental (20 metros lineales), se determinó el tamaño de la muestra a través de la fórmula propuesta por Munch y Ángeles (1990), lo que permitió definir una longitud de muestreo de seis metros con seis sitios de muestreo; estos sitios se seleccionaron en los surcos centrales de cada parcela. Considerando la metodología del Instituto Nacional Tecnológico (INATEC (2018), en cada sitio de muestreo se seleccionó al azar una planta de cada componente asociado (pasto de corte y *Leucaena*) y no asociado (pasto de corte), para el registro de las variables, lo que representa un total de 48 plantas muestreadas por cada bloque.

Tratamientos. Se evaluaron ocho tratamientos que resultaron de la combinación de los niveles de los tres factores: tipo de pasto [King Grass (Ki) y Camerún (Ca)], tipo de asocio [con *Leucaena* (CL) y sin *Leucaena* (SL)], así como la frecuencia de corte de 45 días y 65 días (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos según tipo de pasto, asocio y frecuencia de corte

Tratamiento	Descripción			
Ki+CL+45	King Grass	+	Leucaena	+ 45 días
Ki+CL+65	King Grass	+	Leucaena	+ 65 días
Ki+SL+45	King Grass	---	---	45 días
Ki+SL+65	King Grass	---	---	65 días
Ca+CL+45	Camerún	+	Leucaena	+ 45 días
Ca+CL+65	Camerún	+	Leucaena	+ 65 días
Ca+SL+45	Camerún	---	---	45 días
Ca+SL+65	Camerún	---	---	65 días

Diseño experimental. Se utilizó un arreglo factorial en diseño completo al azar (BCA), con ocho tratamientos y dos repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales de 40 m² cada una. En el Cuadro 2 se describen las variables respuestas y sus unidades de medida (indicadores).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 2. Variables e indicadores para pasto y Leucaena

Variables de respuesta	Indicadores
Altura total de pasto y Leucaena	cm
Diámetro basal de pasto y Leucaena	mm
Cantidad de hojas en pasto	Unidad
Longitud y ancho de hojas en pasto	cm
Longitud entre tercer y cuarto nudo del tallo en pasto	cm
Estimación biomasa	
<u>En pasto</u>	
Hojas y cogollos	
Tallos	
<u>En Leucaena</u>	
Hojas	kg MS ha ⁻¹
Tallos tiernos	
Tallos Leñosos	
En pasto + Leucaena	
Parte comestible (hojas y tallos tiernos de Leucaena y biomasa total de pastos)	
Parte no comestible (tallos leñosos de Leucaena)	
<hr/>	
Proteína cruda en pasto y Leucaena	%
Diámetros de copa en Leucaena	cm
Cantidad de rebrotes en Leucaena	Unidad

Establecimiento del ensayo. La Leucaena se estableció en semillero en bolsas de polietileno de 15 cm x 20 cm calibre 200 y se utilizó como sustrato compost + arena + granza + tierra; se aplicó riego dos veces al día y se trasplantaron a campo cuando alcanzaron una altura de 45 cm. Para la siembra del pasto se utilizó semilla vegetativa, colocándose horizontalmente nueve esquejes de 40 cm cada uno por metro lineal, a una profundidad de 15 cm; los esquejes fueron extraídos de plantaciones de 115 días de edad (Moreno y Molina, 2007). Se realizaron cuatro aplicaciones del insecticida botánico: Feracrisa Pirex® (Piretrinas 2% - EC) a razón de 100 ml, más 50 ml por bombada de 20 litros de capacidad del insecticida biológico: Bionsect® (*Bacillus thuringiensis*), con el objetivo de manejar a las poblaciones de cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E Smith); para el manejo de zompopos (*Atta cephalotes* Linnaeus 1758) en Leucaena, se aplicó en dos momentos (a los ocho y 15 días después de la siembra) 50 g de Sulfluramid 0.3 % directamente en los nidos. Se realizaron 14 limpiezas mecánicas de malezas durante el periodo de evaluación, el primero a los 15 días después de la siembra de los pastos y el resto después de cada evaluación y corte. Se realizó una fertilización química (según resultados del análisis del suelo) después de cada evaluación o corte de los pastos y Leucaena, aplicando 312.5 kg ha⁻¹ de urea al 46 %.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos. La información se registró en bases de datos usando hojas de

Microsoft Excel, y se aplicó análisis de varianza (ANDEVA) a través de la comparación de medias por Diferencias Mínimas Significativas (DMS) de Fisher con un $\alpha=0.05$, usando el programa estadístico INFOSTAT® (2004).

Para estimar la diferencia porcentual entre los tratamientos, se utilizó una regla de tres simple a partir de las relaciones establecidas entre los mejores tratamientos y el tratamiento de menor rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en pastos según época, edad de corte y tipo de asocio. En la época lluviosa los tratamientos difieren estadísticamente entre sí; King Grass + Leucaena a los 65 días de edad, en cuatro de las seis variables de crecimiento presentó los mejores promedios; en altura total superó en más del 11 % a los tratamientos King Grass sin Leucaena y a Camerún + Leucaena de 65 días que registraron el segundo mejor promedio y en más del 83 % a Camerún + Leucaena de 45 días, quién obtuvo el menor valor. En relación con la cantidad de hojas y área foliar, también superó a King Grass sin Leucaena de 65 días en más del 14 % y 50 % respectivamente, y a Camerún + Leucaena de 45 días en más de 55 % y 200 %.

Durante la época seca, se presentan diferencias estadísticas en diámetro basal y cantidad de hojas, siendo King Grass + Leucaena a los 45 días los de mayor valor; en este mismo período pero a los 65 días de corte, Camerún + Leucaena y King Grass sin Leucaena son lo que registran mayor diámetro basal, en cambio la mayor cantidad de hojas se logran con King Grass sin Leucaena y con King Grass + Leucaena, los cuales no difieren estadísticamente entre sí y superaron en más del 36 % en diámetro basal a los demás tratamientos, en lo referido a la cantidad de hojas, Camerún + Leucaena y King Grass sin Leucaena ambos a los 65 días superaron en más del 23 % al resto de los tratamientos.

Es importante señalar que la altura total (115.9 cm) del King Grass más Leucaena a los 45 días, superó al promedio de 114 cm estimado por Alvarado y Medal (2018), quienes evaluaron el pasto King Grass sin Leucaena con una frecuencia de corte de 50 días en Juigalpa, Chontales, Nicaragua. Con relación al diámetro basal, King Grass + Leucaena a los 45 días superó en más del 17 % y a Camerún + Leucaena a los 45 días, quienes presentaron los segundos mejores promedios, y a Camerún sin Leucaena a los 65 días en más del 48 %, quién registró el menor promedio (Cuadro 3).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 3. Variables de crecimiento en pastos de corte en y sin asocio de Leucaena cv Cunningham según época y edad de corte

Tratamientos	Época	Edad de corte (días)	Altura (cm)	Cantidad / nudos tallo ⁻¹	Diámetro basal (mm)	Longitud del 3 ^{er} al 4 ^{to} nudo (cm)	Cantidad de hojas	Área foliar (m ²)	
Camerún	Lluviosa	45	121.8 ab	4.6 a	15.3 abc	5.8 a	8.9 a	0.1 a	
Camerún + Leucaena			116.9 a	4.3 a	13.3 a	5.2 a	8.7 a	0.1 a	
King Grass			137.8 c	4.5 a	16.9 cd	9.5 b	9.5 ab	0.1 a	
King Grass + Leucaena			136.6 bc	4.4 a	17.5 d	7.2 ab	10.0 bc	0.1 a	
Camerún			174.3 d	6.5 b	14.1 ab	12.5 c	10.3 bc	0.2 b	
Camerún + Leucaena			198.5 e	7.4 b	13.6 a	14.4 c	10.8 c	0.2 b	
King Grass		192.4 e	8.5 c	14.9 abc	14.1 c	11.8 d	0.2 b		
King Grass + Leucaena		214.6 f	9.7 d	15.8 bcd	13.4 c	13.5 e	0.3 c		
Camerún		45	65	94.9 ab	3.6 a	11.9 ab	5.1 a	8.1 a	0.1 a
Camerún + Leucaena				102.2 ab	4.3 a	12.6 bc	5.7 a	8.6 ab	0.1 a
King Grass				96.2 ab	3.8 a	11.8 ab	4.5 a	8.9 ab	0.1 a
King Grass + Leucaena				115.9 ab	4.1 a	14.8 d	6.8 a	9.2 bc	0.1 a
Camerún	90.5 ab			3.1 a	10.0 a	4.1 a	8.2 ab	0.1 a	
Camerún + Leucaena	111.6 ab			3.9 a	14.9 d	4.4 a	10.0 cd	0.1 a	
King Grass	Seca	65	111.8 ab	4.0 a	14.9 d	4.5 a	10.5 d	0.1 a	
King Grass + Leucaena			106.2 ab	3.8 a	13.6 cd	5.0 a	10.2 d	0.1 a	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05), DMS de Fisher.

Crecimiento de Leucaena cv Cunningham según asocio, edad de corte, época, tipo de pasto, y época. La edad de corte tuvo un efecto significativo en dos de las tres variables en la época lluviosa y en las tres variables en la época seca (Cuadro 4); en la época lluviosa, la altura total de las plantas de Leucaena en asocio con ambos pastos a los 65 días, no difirieron estadísticamente y fueron mayor a la altura de las plantas a los 45 días de corte, superándolas en más 31 %. En número de rebrotes, las plantas no difirieron entre sí y en diámetro de copa, a pesar de haber diferencia estadística, Leucaena + Camerún a los 65 días supera a Leucaena + King Grass y a Leucaena + Camerún a los 45 días. En la época seca, la diferencia más precisa se observa en el número de rebrotes de Leucaena + Camerún y Leucaena + King Grass a los 45 días, superan en más del 126 % a las de 65 de edad de corte. En altura total y diámetro de copa a pesar de haber diferencia estadística, ésta no es muy marcada.

Al comparar la altura total promedio de las plantas de Leucaena (242 cm y 245 cm) de los dos mejores tratamientos en la época lluviosa, estos superan a los 202 cm (60 cm de altura de corte más 142 cm de altura de rebrote) estimado por Bacab *et al.* (2012), quienes evaluaron a los 45 días el efecto de la altura de poda en Leucaena y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*.

Disponibilidad de biomasa (kg ha⁻¹) en pastos y Leucaena, según asocio, edad de corte y época. La edad de corte y el nivel de asocio según la época tuvo un efecto significativo tanto en el contenido de biomasa de las hojas, tallos tiernos y tallos leñosos de la Leucaena como en la biomasa total de los pastos (hojas y cogollos + tallos). En la época lluviosa, el rendimiento de las hojas de la Leucaena fue mayor en los pastos de Camerún a los 45 y 65 días y en King Grass más Leucaena a los 45 días, en los que no hay diferencias estadísticamente entre sí, y superan en más del 34 % a King Grass más Leucaena a los 65 días; en tallos tiernos el mejor rendimiento se registró en el pasto King Grass más Leucaena a los 65 días superando en más de 203.0 % al resto de los tratamientos; en tallos leñosos los mejores valores se presentaron en Camerún más Leucaena y King Grass más Leucaena a los 65 días, los cuales no difieren estadísticamente entre sí y superan en un 78.6 % a los de más tratamientos.

Cuadro 4. Altura total, número de rebrotes y diámetros de copa de Leucaena cv Cunningham asociados con pastos y según época y edad de corte

Tratamientos	Edad de corte (días)	Época	Altura total (cm)	Número de rebrotes	Diámetro de copa (cm)	
Leucaena + Camerún	45	Lluviosa	192.0 a	13.0 a	123.8 a	
	65		242.0 b	13.5 a	148.8 b	
Leucaena + King Grass	45		183.8 a	13.3 a	114.6 a	
	65		245.1 b	13.8 a	132.7 ab	
Leucaena + Camerún	45		Seca	131.5 a	36.5 b	85.5 ab
	65			164.3 b	14.6 a	77.3 a
Leucaena + King Grass	45	145.3 ab		33.1 b	94.1 b	
	65	160.5 b		14.8 a	82.1 ab	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05), DMS de Fisher.

En la época seca los mayores valores en hojas se registraron en Camerún a los 65 días de corte y en King Grass

CIENCIA DE LAS PLANTAS

a los 45 y 65 días, y superan en más 44 % a las plantas de Leucaena establecidas con el pasto Camerún a los 45 días. En relación con los tallos tiernos el mejor promedio se registró en King Grass más Leucaena a los 65 días y superó en más del 69 % a las plantas de Leucaena asociada con Camerún y evaluada a los 65 días como el segundo mejor promedio, en tallos leñosos los mayores valores los presentaron Camerún y King Grass de 65 días, que no difieren estadísticamente entre sí y superan en un 146.6 % a los demás tratamientos (Cuadro 5). La disponibilidad de biomasa total de la Leucaena con ambos pastos, frecuencias de cortes y época no registro diferencias estadísticas entre los tratamientos. No obstante, al comparar el promedio de King Grass sin Leucaena a los 45 días, fue inferior en 143 % a lo determinado por Alvarado y Medal (2018) en Juigalpa, Chontales con frecuencia de corte de 50 días.

Al comparar el rendimiento de la biomasa total de los pastos en y sin asocio con Leucaena en relación a la influencia de la edad del corte según la época (Cuadro 5), se determina que la disponibilidad de biomasa total fue mayor en todos los tratamientos con la frecuencia de corte de 65 días, superando a los tratamientos con frecuencia de corte de 45 días en más del 124 % en la época de lluviosa y en 32.1 % en la época seca, es oportuno indicar que el rendimiento de la biomasa de los pastos asociados siempre con 65 días, también fue superior, su incremento en la época lluviosa correspondió a 186 % y en los tratamientos sin asocio fue 63.6 %, en la época seca el incremento de la biomasa en los pastos en y sin asocio fue de 44.9 % y 19.4 % respectivamente. Considerando el comportamiento del rendimiento de biomasa total de los pastos según edad de corte por época, se puede observar que a los 45 días de corte el pasto Camerún sin asocio fue el mejor tratamiento e incluso no difiere estadísticamente con el mismo pero evaluado a los 65 días, sin embargo, en la época seca fue

uno de los pastos con el menor rendimiento. Con la edad de corte de 65 días a pesar de haber diferencia estadística, ésta no es tan clara entre los mejores tratamientos respecto a los tratamientos con rendimientos intermedios; Camerún y King Grass con Leucaena fueron los tratamientos con los mejores valores en la época lluviosa y aunque no difieren estadísticamente con King Grass sin asocio en la época seca también fueron los tratamientos con los mejores promedios. Los promedios de King Grass y Camerún sin Leucaena en la época lluviosa, fueron inferior a lo estimado por Araya y Boschini (2005) en Cartago, Costa Rica con frecuencia de corte de 70 días, en el caso de King Grass, fue superado en más 41 % y Camerún en un 7.7 %. A pesar de la condición climática y la edad del corte entre los estudios, la diferencia no fue muy alta en Camerún.

El asocio, la edad de corte y la época tuvo una influencia significativa sobre la parte comestible de ambos componentes (Leucaena: hojas y tallos tiernos más la biomasa total de pasto: hojas y cogollos más tallos). En la época lluviosa Camerún y King Grass asociados con Leucaena con intervalos de corte de 65 días presentaron los mejores promedios de biomasa comestible (Cuadro 5), superando en más 50 % a Camerún y King Grass sin asocio con la misma frecuencia de corte que registraron los segundos mejores promedios. En la época seca Camerún más Leucaena, King Grass más Leucaena y King Grass sin asocio con intervalos de 65 días superaron en más del 86 % al resto de los tratamientos. El aporte de la Leucaena (hojas y tallos tiernos) a la biomasa total de la parte comestible de los componentes asociados, según la edad de corte por época, dada la dinámica de crecimiento de ambos componentes, fue mayor con el intervalo de corte de 45 días, registrando un aporte de 34.1 % en la época lluviosa y 16.4 % en la época seca, en cambio con la edad de corte de 65 días, el aporte fue de 15.1 % en la época lluviosa y 13.4 % en la época seca.

Cuadro 5. Valores promedios de rendimientos productivos de biomasa (kg MS ha⁻¹) según componente, tipo de asocio, edad de corte y época

Tratamientos	Edad de corte	Época	Rendimiento de biomasa kg MS ha ⁻¹									
			Leucaena cv Cunningham				Pastos de cortes			Biomasa total de los dos componentes		Biomasa total
			Hojas	Tallos tiernos	Tallos leñosos	Biomasa total	Hojas y cogollos	Tallos	Biomasa Total	Parte comestible	Parte no comestible	
Camerún			-	-	-	-	1943.5 bc	1889.7 b	3833.2 b	3833.2 bc	-	3833.2 b
Camerún + Leucaena	45	Lluviosa	1046.8 b	154.3 a	506.5 a	1707.6 a	1504.0 ab	770.6 a	2274.6 a	3475.6 abc	506.5 a	3982.2 b
King Grass			-	-	-	-	1457.6 ab	1052.8 a	2510.4 a	2510.4 a	-	2510.4 a
King Grass + Leucaena			920.6 b	153.5 a	404.1 a	1478.3 a	1311.7 a	820.0 a	2131.7 a	3205.8 ab	404.1 a	3609.9 ab
Camerún			-	-	-	-	2132.8 c	2452.9 bc	4585.7 bc	4585.7 cd	-	4585.7 bc
Camerún + Leucaena	65	Lluviosa	944.1 b	149.4 a	749.8 b	1843.4 a	2214.9 c	3592.0 e	5806.9 de	6900.5 e	749.8 b	7650.3 d
King Grass			-	-	-	-	2269.2 c	2939.1 cd	5208.3 cd	5208.3 d	-	5208.3 c
King Grass + Leucaena			683.3 a	452.7 b	721.7 b	1857.7 a	3526.3 d	3222.6 de	6748.9 e	7884.9 e	721.0 b	8606.6 d
Camerún			-	-	-	-	1093.1 a	629.9 a	1723.0 a	1723.0 a	-	1723.0 a
Camerún + Leucaena	45	Seca	303.1 a	24.3 a	92.7 a	420.1 a	1502.4 bc	1082.8 ab	2585.1 bc	2912.5 a	92.7 a	3005.2 bc
King Grass			-	-	-	-	1420.1 ab	1095.9 ab	2515.9 abc	2515.9 ab	-	2515.9 ab
King Grass + Leucaena			502.2 b	21.2 a	137.6 a	661.0 a	1078.6 a	836.2 ab	1914.8 ab	2438.2 ab	137.6 a	2575.8 ab
Camerún			-	-	-	-	1060.3 a	857.4 b	1917.7 a	1917.7 a	-	1917.7 a
Camerún + Leucaena	65	Seca	437.1 b	34.3 b	228.6 b	700.0 a	1588.9 bc	1755.2 c	3344.2 c	3815.5 c	228.6 b	4044.2 d
King Grass			-	-	-	-	1853.7 c	1353.7 bc	3207.4 c	3207.4 bc	-	3207.4 bcd
King Grass + Leucaena			456.9 b	58.1 c	264.5 b	779.4 a	1715.6 bc	1354.2 bc	3069.8 c	3584.7 c	264.5 b	3849.2 cd
Camerún			-	-	-	-	1060.3 a	857.4 b	1917.7 a	1917.7 a	-	1917.7 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS Fisher.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda en pastos Camerún y King Grass asociado con Leucaena

Tratamiento	Época	Edad de rebrote (días)	Contenido de proteína cruda (%)				
			Hojas de pastos	Tallos de pastos	Hojas de Leucaena	Tallos tiernos de Leucaena	
Camerún	Lluviosa	45	10.6 a	8.1 a	-	-	
		65	8.5 a	3.8 a	-	-	
Camerún + Leucaena		45	12.2 ab	9.7 ab	25.0 a	16.1 a	
		65	8.8 a	5.3 a	23.4 a	11.0 a	
King Grass		45	10.7 a	6.2 a	-	-	
		65	6.9 a	3.5 a	-	-	
King Grass + Leucaena		45	12.2 ab	8.3 a	23.1 a	16.5 a	
		65	7.6 a	4.2 a	21.2 a	10.9 a	
Camerún		Seca	45	8.9 a	6.7 bc	-	-
			65	8.4 a	6.5 bc	-	-
Camerún + Leucaena	45		11.5 ab	7.3 c	22.3 a	12.1 a	
	65		8.7 a	6.7 bc	20.5 a	13.7 a	
King Grass	45		8.4 a	5.6 abc	-	-	
	65		7.4 a	4.5 a	-	-	
King Grass + Leucaena	45		8.5 a	5.3 ab	20.2 a	12.3 a	
	65		7.5 a	5.4 ab	19.8 a	12.7 a	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$), DMS de Fisher.

El contenido de proteína cruda no difiere estadísticamente en ambas épocas en ninguno de los componentes tanto de los pastos como en la Leucaena en y sin asocio, no obstante, se puede observar de forma general que matemáticamente los porcentajes en todos los tratamientos decayeron conforme aumenta la edad de corte (Cuadro 6). El promedio general del valor de proteína en las hojas de Leucaena fluctuó entre 21.2 % y 25 % en la época lluviosa y entre el 19.8 % y 22.3 % en la época seca; el decrecimiento del contenido de proteína de la época de lluvias a la época seca fue de 11 %. En relación con el contenido de proteína en tallos tiernos, este fluctuó entre 10.9 % al 16.5 % en la época lluviosa y entre 12.1 % y 13.7 % en la época seca, para un decrecimiento en la época lluviosa de 7.1 %. Comportamientos similares en los pastos de Camerún y King Grass se evidencian en el estudio realizado en Cartago – Costa Rica por Araya y Boschini (2005), donde el contenido de proteína disminuyó al aumentar la edad de corte y en Leucaena Sánchez y Farias (2008), determinaron que aun cuando el contenido de proteína cruda disminuyó a los 84 días de edad de corte, este mostró estabilidad para el resto de los períodos evaluados a pesar del efecto perjudicial de la sequía y el extenso período de evaluación (168 días), lo que produjo como resultado de estos cambios, una pérdida de 12.4 puntos porcentuales con respecto al inicio.

CONCLUSIONES

La inclusión de Leucaena en los dos pastos de cortes evidencian su potencial como recurso forrajero, ambos componentes (pastos y Leucaena) responden favorablemente en su crecimiento en las dos épocas y mejora la oferta forrajera al hacer un aporte complementario importante, tanto con la biomasa de hojas y tallos tiernos, como también por su contenido de proteína cruda.

La disponibilidad de biomasa se incrementó al aumentar la edad de corte en ambas épocas, efecto contrario pasó con el contenido de proteína cruda, la que disminuye al aumentar la edad de corte, sin embargo, mostró estabilidad en el resto de los períodos evaluados según la época, aspectos importantes que deben ser considerados en la planificación forrajera.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV) por la confianza y apoyo en la aprobación del financiamiento para la investigación. A Luís Leónidas Campos Landero, por su participación en el levantamiento de datos en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Figueroa, W. E. y Meda Garrido, R. A. (2018). *Efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016* [Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3783/1/tmf04a472e.pdf>

Araya Mora, N. y Boschini Figueroa, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716106>.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Bacab, H. M., Solorio, F. J. y Solorio, S. B. (2012). Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(1), 65-77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83723442005>
- Barrantes Echavarría, R. (2002). *Investigación un camino al conocimiento: Un enfoque cualitativo y cuantitativo*. EUNED.
- Espinoza Ruiz, D. A. y Vargas Espinoza, Y. P. (2014). *Alternativas alimenticias utilizadas en el ganado bovino, época seca en el municipio de San Ramón-Matagalpa* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/6988/1/6522.pdf>
- Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua. (2020). *Contexto actual del sector ganadero en Nicaragua: Crecimiento Ganadero con cero deforestaciones*. <https://funides.com/wp-content/uploads/2020/01/FAGANIC-ContextoActual.pdf>
- Gringera, J. y Bardo, F. (2005). *Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. El Sitio de la Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/09-cc_lecheras.pdf
- Gutiérrez, C. y Mendieta, B. (2018). Caracterización de sistemas ganaderos en seis municipios de Rivas y Carazo, Nicaragua. *La Calera*, 18(30), 14-25. <https://lactalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/325/377>
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (2004). *Cadena Agroindustrial: Carne Bovina*. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6556/BVE30468017e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2023). *Tablas climáticas de resumen mensuales. Estación Meteorológica, Rivas, Nicaragua*. INETER.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2018). *Manual del Protagonista: Cultivos Agroindustriales*. <https://www.tecnacional.edu.ni/media/AGROINDUSTRIALES.compressed.pdf>
- Madriz Bonilla, H. F. y Hernández Betanco, M. A. (2017). *Evaluación del pasto Maralfalfa sobre el ganado bovino en el corredor seco de Nicaragua* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. <https://ribuni.uni.edu.ni/1681/1/JM00015.pdf>
- Moreno Osorio, F. y Molina Restrepo, D. (2007). *Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13487/44223_56472.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Munch, L. y Ángele, E. (1990). *Métodos y técnicas de investigación*. https://etrillas.mx/libro/metodos-y-tecnicas-de-investigacion_3469
- Passoni Telles, F. J., Arias Carbajal, J. y Vilcara Cárdenas, E. A. (2018). Disponibilidad de forraje en el pasto castilla (*Panicum maximum* Jacq.) según intervalos de corte y crecimiento estacional en una zona costera. *Anales Científicos*, 79(1), 178-181. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1160>
- Percy Chacón, C. (s.f). *Cultivo de pastos: Manual de Pastos Cultivados*. SN Power. https://www.academia.edu/36422151/CULTIVO_DE_PASTOS_Manual_de_Pastos_Cultivados?auto=download
- Rodríguez, S. A., Rodríguez, G. R., Marín, Y. E. y Rodríguez, D. (2015). *Alimentación de ganado. Alimentación bovina en épocas críticas de verano en la zona seca de Las Segovias, Nicaragua*. Catholic Relief Services. <https://hdl.handle.net/10568/97434>
- Pérez, N., Rojas, C., Criollo, D., Moreno, J y Guzmán, L. (2015). *Rasgos de especies forrajeras basados en diversidad funcional asociados a la producción de biomasa que contribuyen a la decisión de ganaderos en zonas secas*.
- Sánchez Gutiérrez, A. y Faria Mármol, J. (2008). Efecto de la edad de la planta en el contenido de nutrientes y digestibilidad de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical*, 26(2), 133-139. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000200007&lng=es&tlng=es