

# CIENCIA DE LAS PLANTAS

## Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda de cuatro especies de pasto asociadas con *Leucaena leucocephala* cultivar Cunningham en sistema de pasturas en callejones

### Biomass availability and crude protein content of four grass species associated with *Leucaena leucocephala* cultivar Cunningham in alley pasture system

Álvaro José González Martínez<sup>1</sup>, Erick Alexander Gutiérrez Rosales<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc. en Agroforestería tropical, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4194-2363> / [ajgonzalez75@gmail.com](mailto:ajgonzalez75@gmail.com)

Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, Rivas (UNIAV), Nicaragua.

<sup>2</sup> Técnico Superior en Ciencias Agropecuarias, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3305-0608> / [punkerog@gmail.com](mailto:punkerog@gmail.com)

Autor para correspondencia: [ajgonzalez75@gmail.com](mailto:ajgonzalez75@gmail.com)



#### RESUMEN

La disponibilidad de biomasa con alto contenido de proteína es esencial en la nutrición animal, la que puede ser obtenida combinando especies de pasto con leguminosas forrajeras. El objetivo de esta investigación fue evaluar la disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda en cuatro especies de pastos y en *Leucaena leucocephala*, ambos componentes asociados en un sistema silvopastoril de pasturas en callejones. El estudio se desarrolló en la finca Santa María, La Chocolata, en el departamento de Rivas, Nicaragua, en un área de 3.2 ha dividida en ocho potreros, bajo un diseño experimental de parcelas apareadas, las plantas de *Leucaena leucocephala* se establecieron a una distancia de 3 m entre callejón, 1 m entre hilera doble y 0.5 m entre planta. Se evaluarán siete ciclos de pastoreo con una frecuencia promedio de 47 días de descanso en la época lluviosa y 55 días en la seca. La disponibilidad de biomasa y composición botánica se evaluó con la técnica de doble muestreo Botanal un día antes del pastoreo. La altura de corte para la estimación de biomasa fue de 80 cm en *Leucaena leucocephala*, 20 cm en pastos macolladores (Mombaza y Gamba) y 5 cm en los pastos rastreros (Estrella y Tansvala). Se realizó un análisis de varianza y separación de medias con diferencias mínimas significativas de Fisher al 5 % de margen de error. No se encontró diferencias estadísticas en las variables evaluadas en *Leucaena leucocephala* en las diferentes pasturas. La sobrevivencia de *Leucaena leucocephala* se valora de buena a muy buena, en ambas épocas, aportó un 47 %

#### ABSTRACT

The availability of biomass with high protein content is essential in animal nutrition, which can be obtained by combining grass species with forage legumes. Biomass availability and crude protein content were evaluated as main variables in four grass species and in *Leucaena leucocephala*, both associated components in a silvopastoral system of alley pastures. The study was developed on the Santa María farm, La Chocolata, in the department of Rivas, Nicaragua, in an area of 3.2 ha divided into eight pastures, under an experimental design of paired plots, the *Leucaena leucocephala* plants were established at a distance 3 m between alleys, 1 m between double rows and 0.5 m between plants. Seven grazing cycles were evaluated with an average frequency of 47 days of rest in the rainy season and 55 days in the dry season. Biomass availability and botanical composition were evaluated with the Botanal double sampling technique one day before grazing. The cutting height for biomass estimation was 80 cm in *Leucaena leucocephala*, 20 cm in tillering grasses (Mombaza y Gamba) and 5 cm in creeping grasses (Estrella y Tansvala). An analysis of variance and separation of means with Fisher's minimum significant differences (5%) was performed. No statistical differences were found in the variables evaluated in *Leucaena leucocephala* in the different pastures. The survival of *Leucaena leucocephala* is rated as good to very good; in both seasons, it contributed 47% of edible

Recibido: 10 de enero del 2023

Aceptado: 4 de noviembre 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](mailto:donald.juarez@ci.una.edu.ni)

© Copyright 2024. Universidad Nacional Agraria (UNA).

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

de biomasa comestible en la oferta forrajera en todas las pasturas. *Panicum maximum* cv Mombaza fue el pasto con mejor promedio de biomasa total de 739.2 kg MS ha<sup>-1</sup> en la época seca y 2 890.2 kg MS ha<sup>-1</sup> en la lluviosa, superando en más de 65 % y 240 % a *Andropogon gayanus* (Gamba) y a los pastos rastreros respectivamente. El contenido de proteína cruda en hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* se incrementó en más del 8 % y 4 % en la época lluviosa y en los pastos entre 13.2 % y 44.6 %, *Digitaria decumbens* cultivar Transvala presentó el mejor valor con 11.7 %.

**Palabras clave:** Biomasa seca comestible, crecimiento, silvopastoril, leguminosa arbórea.

biomass to the forage supply in all pastures. *Panicum maximum* cv Mombaza was the grass with the best average total biomass of 739.2 kg MS ha<sup>-1</sup> in the dry season and 2 890.2 kg MS ha<sup>-1</sup> in the rainy season, surpassing *Andropogon gayanus* (common) by more than 65 and 240%. and creeping grasses respectively Improve wording. The crude protein content in leaves and tender stems of *Leucaena leucocephala* increased by more than 8% and 4% in the rainy season and in pastures between 13.2 and 44.6%, *Digitaria decumbens* cultivar Transvala presented the best value with 11.7%.

**Keywords:** Edible dry biomass, growth, silvopastoral, tree legume.

**E**n América la ganadería surgió del aprovechamiento de los ecosistemas de sabanas naturales presentes en varias regiones del Caribe, la Orinoquia y la Pampa Argentina, y luego fue avanzando poco a poco acompañado de los desmontes de los bosques en los ecosistemas secos y húmedos, así como las laderas de las montañas y los altiplanos (Murgueitio, 2003).

Bellido *et al.* (2001) y Quero *et al.* (2007) plantean que los sistemas extensivos de pastoreo implementados para la producción animal han afectado marcadamente los ecosistemas tropicales y áridos con problemas como la deforestación, degradación del suelo, escasez del agua, alteraciones en el clima, uso limitado de los avances tecnológicos, baja productividad por animal y por hectárea de superficie para los pastizales. Nicaragua no escapa de esta realidad dado que se han transformado desde un enfoque extensivo grandes áreas de bosques en áreas de pastos o de cultivos agrícolas, generando un conflicto en el uso del suelo. La forma que surgieron y se manejaron los pastos desde un enfoque extensivo, desafortunadamente trajo como consecuencia en diversos niveles la degradación de estos sistemas lo que concuerda con Szott *et al.* (2000) quienes plantean que se estima que en esta situación se encuentra alrededor de la mitad de las pasturas en Centro América. Stocking & Murnaghan (2001), plantean que por degradación de las pasturas debe entenderse como la reducción temporal o permanente de la capacidad productiva de la pastura.

Nicaragua, al ser un país altamente agropecuario y de importancia en la producción ganadera, sus derivados son considerados productos destinados para la dieta alimenticia de la población y también como fuente de ingresos (Mejía, 2004). Según Palma (2006), la ganadería tiene como base alimentaria

producción de biomasa, pero en forma estacional. Dejando en evidencia, la necesidad de transformar el modelo ganadero tradicional con base únicamente en pastos y con poca consideración sobre sus efectos ambientales. A ello hace referencia el termino Reconversión Ganadera que se refiere a la transformación del modelo ganadero tradicional en una ganadería eficiente en términos de producción de carne y leche, que genere riqueza y prosperidad para la comunidad y que además conserve los recursos naturales (Zapata *et al.*, 2010).

Estudios realizados en Costa Rica, Cuba, México y otros países han demostrado que hay potencial en la producción de biomasa forrajera bajo un enfoque silvopastoril asociando los pastos, ya sean naturales o mejorados con *Leucaena leucocephala* sembradas en hileras dobles o sencillas, sin embargo, en Nicaragua se han realizado pocos estudios acerca de este tema. El objetivo de esta investigación fue aportar información del efecto del asocio de cuatro pastos con *Leucaena leucocephala* sobre el crecimiento, la disponibilidad de biomasa y el contenido de proteína cruda de la oferta forrajera de ambos componentes, bajo un sistema silvopastoril de pasturas en callejones.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en la finca Santa María propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, ubicada en la comunidad La Chocolate a 5 km al Suroeste del departamento de Rivas. Se encuentre entre las coordenadas geográficas 11°22'58.2" de latitud Norte y 85°50'33.0" de longitud Oeste (Google Maps, 2023).

En el Cuadro 1 se indican las condiciones climáticas del departamento de Rivas según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2023).

**Cuadro 1.** Condiciones climáticas promedio y precipitación anual del departamento de Rivas

Temperatura °C			Humedad Relativa %	Precipitación mm año <sup>-1</sup>	Evaporación mm mes <sup>-1</sup>	N. Bajas Nh	vientos (m s <sup>-1</sup> )			Altitud msnm
Máx	Min	media					Máx	Min	media	
32.0	24.8	27.9	77.6	731.3	6.3	2.7	3.4	4.9	2.4	70.0

N. Bajas: Nubes bajas, Nh: Cantidad de nubes bajas, msnm: metros sobre el nivel del mar, Máx: máximo, Min: mínimo, mm: milímetros, m s<sup>-1</sup>: metros por segundo.

los pastos, estos tienen un potencial extraordinario para la

## CIENCIA DE LAS PLANTAS

El área total del experimento fue de 3.2 ha divididas en ocho potreros de 0.4 ha, el tipo de suelo se clasifica como arcillo-limoso (40.1 % arcilla, 46.1 % de limo y 13.8 % de arena), con una inclinación de 6.3 % clasificada según la FAO (2009) como una gradiente inclinada, pH de 6.4, materia orgánica del 3.9 %, 38.6 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 43.3 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo. En promedio cada potrero tenía 20 árboles dispersos con un porcentaje de sombra directa de 23.6 %. Se establecieron cuatro potreros con las especies de pastos macolladoras *Andropogon gayanus* (Gamba) y *Panicum maximum* cv. Mombaza y los otros cuatro potreros con las especies de pastos rastreras: *Digitaria decumbens* cv. Transvala y *Cynodon plectostachyus* (Estrella), todos asociadas con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. El área de cobertura neta promedio de los componentes *Leucaena leucocephala* y pastos en cada potrero es del 86.4 % y el área de ronda representa el 13.6 %. La relación de la cobertura entre las especies de pastos y *Leucaena leucocephala* corresponde al 79.9 y 20.1 % respectivamente.

El levantamiento de información se realizó a partir de diciembre de 2014 hasta noviembre 2015, evaluándose siete ciclos de pastoreo, dos de ellos en la época seca y cinco en la lluviosa. El periodo de descanso y ocupación brindado a las pasturas en la época lluviosa fue de 42 a 55 días y de 3.0 a 5.2 días respectivamente y en la época seca de 54 a 57 días y de 1.3 a 3.0 días (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Periodo promedio de descanso y ocupación de las pasturas durante los siete ciclos evaluados según época

Ciclo/ Pastoreo	Época	Pasturas							
		Transvala		Estrella		Mombaza		Gamba	
		DDD	DDO	DDD	DDO	DDD	DDO	DDD	DDO
1	Lluviosa	44.0	4.5	55.0	3.0	47.0	6.5	48.0	5.0
2	Seca	65.0	2.5	58.0	1.5	66.0	4.0	60.0	2.0
3		42.0	1.5	50.0	1.0	48.0	2.0	49.0	1.0
4		47.0	1.5	-	-	47.0	2.0	-	-
5	Lluviosa	35.0	5.5	-	-	35.0	7.0	-	-
6		46.0	2.5	-	-	46.0	3.5	-	-
7		39.0	4.5	-	-	39.0	7.0	-	-
Promedio/ época	Seca	54.0	2.0	54.0	3.0	57.0	3.0	54.0	1.5
	Lluviosa	42.0	3.7	55.0	1.3	43.0	5.2	48.0	5.0

DDD: Días de descanso, DDO: Días de ocupación.

La investigación es del tipo experimental de corte transversal prospectivo, se estableció bajo un diseño de parcelas apareadas, el levantamiento de datos de las variables se realizó en el área total de cada pastura de acuerdo con la metodología propuesta en la medición de las mismas.

Los tratamientos evaluados surgieron de la combinación de dos factores, pasto con cuatro niveles PE (Pasto Estrella), PM (Pasto Mombaza), PG (Pasto Gamba) y PT (Pasto Transvala) y leñosa arbustiva con un nivel (*Leucaena leucocephala*). Se realizó un análisis de varianza para medidas repetidas en el tiempo.

En Excel se crearon un total de ocho bases de datos, información exportados y analizados estadísticamente con el programa InfoStat mediante análisis de varianza y prueba de medias por diferencias mínimas significativas de Fisher con un 95 % de confiabilidad. Las variables analizadas fueron: disponibilidad de biomasa, porcentaje de sobrevivencia, altura total, número de rebrotes, diámetro de copas, y contenido de proteína cruda para el caso de *Leucaena leucocephala* y, para los pastos, el porcentaje de cobertura vegetal, composición botánica, altura total, disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda.

Para la estimación de la variable de biomasa en ambos componentes se aplicó la fórmula de regresión lineal propuesta por Haydock y Shaw (1975).

$$y = x + b(mv - mr)$$

Dónde:

y = Producción estimada de materia seca por unidad de muestreo (1 m<sup>2</sup> o 0.25 m<sup>2</sup>)

x = Producción promedio en base seca de muestras reales de 1 a 5

mv = Promedio de las muestras visuales (usando la escala de 1 a 5)

mr = Promedio de los niveles de las escalas reales (usando la escala de 1 a 5)

b = Coeficiente de regresión entre observaciones visuales y valores obtenidos para la cantidad de materia seca (MS) en las muestras reales tomadas.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Porcentaje de sobrevivencia de *Leucaena leucocephala*.

Las plantas de *Leucaena leucocephala* en las diferentes pasturas presentaron una sobrevivencia

aceptable y no difirieron estadísticamente entre sí. Es importante indicar que *Leucaena leucocephala* después de 2 o 3 años de establecida, presentaron una sobrevivencia de muy buena en el asocio con el pasto Transvala y de buena en los demás socios, según Centeno (1993), a pesar de la edad de las plantas y el proceso continuo de defoliación a través del pastoreo directo, esta valoración coincide con lo estimado por López (2001) quien encontró 98 % de sobrevivencia en una plantación forestal de *Leucaena leucocephala* con 12 meses de establecido en León-Nicaragua, lo que indica que esta especie dada su buena capacidad de rebrote y respuesta a la defoliación tiene un gran potencial como recurso forrajero en sistema de pastoreo.

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

La sobrevivencia de las plantas asociadas con Estrella y Mombaza en las dos épocas, fue menor en la época seca en la pastura del tipo rastrero (Estrella), en cambio en la pastura de tipo macollador (Mombaza) fue más afectada en la época lluviosa, es importante mencionar que este pasto tiene un excelente crecimiento tanto en altura y diámetro de macolla superior al de las plantas de *Leucaena leucocephala* lo que generó un mayor estado de competencia (Cuadro 3).

En relación con el diámetro de copa y cantidad de rebrotes a pesar de que se mantiene la misma tendencia de la altura total, la respuesta no es muy clara en todos los ciclos, en particular en la época seca, donde en promedio, el diámetro de copa de las plantas de *Leucaena leucocephala* en las cuatro pasturas decrece hasta un 70.6 % con respecto a la época lluviosa, igualmente sucede en tres de las cuatro pasturas con la cantidad de rebrote, la que disminuye en un 15.2 %.

**Cuadro 3.** Porcentaje de sobrevivencia promedio de las plantas de *Leucaena leucocephala* según pastura y época

Ciclo	Época	Porcentaje de sobrevivencia de <i>Leucaena leucocephala</i> según asocio			
		Transvala	Estrella	Mombaza	Gamba
1	Lluviosa	83.5	74.9	76.7	77.8
2	Seca	81.7	72.0	75.5	76.7
3		81.5	69.0	75.4	76.1
4		81.0	-	74.7	-
5	Lluviosa	80.4	-	74.1	-
6		80.0	-	73.7	-
7		79.4	-	69.1	-
Promedio		Seca	81.6	75.5	76.4
	Lluviosa	80.9	73.5	77.8	74.9

**Altura total, diámetro de copa y cantidad de rebrotes de *Leucaena leucocephala*.** La altura total, diámetro de copa y cantidad de rebrotes de las plantas de *Leucaena leucocephala* con los cuatro tipos de pastos (Cuadro 4), no difirieron estadísticamente. La altura de planta de *Leucaena leucocephala* en los pastos macolladores, particularmente asociada con Gamba, superaron en 3 % (época seca) y 15 % (época lluviosa) a las plantas de *Leucaena leucocephala* asociadas Mombaza, sin embargo, la altura total de 1.76 m de las plantas de *Leucaena leucocephala* con 48 días de descanso (DDD) en Gamba en la época lluviosa fue menor a los 2.02 metros estimada por Bacab *et al.* (2012) que evaluó el asocio del pasto Tanzania con *Leucaena leucocephala* en la misma época, bajo un sistema de pastoreo, altura de poda de 60 cm y con 45 DDD.

**Altura total de los pastos asociados con *Leucaena leucocephala*.** La altura total de los pastos asociados con *Leucaena leucocephala*, difieren estadísticamente. Los pastos Gamba y Estrellas en dos de los tres ciclos comparados en ambas épocas superaron a los pastos Mombaza y Transvala respectivamente. En el caso del pasto Gamba su altura total fue superior en más del 33 % y 34% al del pasto Mombaza tanto en la época lluviosa como en la época seca respectivamente, esta misma tendencia presentó el pasto Estrella quien superó en más del 12 % y 21% al pasto Transvala en las mismas épocas (Cuadro 5). Esta diferencia porcentual en ambos pastos indica que tienen una mejor adaptación a la época seca.

**Cuadro 5.** Altura de los pastos en asocio con *Leucaena leucocephala*

Tratamientos	Variables	Datos promedios por ciclo según época								
		Lluviosa				Seca				
		1	2	3	4	5	6	7	Seca	Lluviosa
<i>L. leucocephala</i> + Estrella		29.0 a	11.2 a	8.9 a	-	-	-	-	10.1	29.0
<i>L. leucocephala</i> + Transvala	Altura	25.8 a	12.8 a	7.3 a	8.1 a	26.3 a	18.4 a	39.5 a	10.1	23.6
<i>L. leucocephala</i> + Gamba	total (cm)	161.6 c	40.3 b	41.0 b	-	-	-	-	40.7	161.6
<i>L. leucocephala</i> + Mombaza		120.9 b	46.5 b	30.5 b	28.4 b	86.8 b	67.3 b	115.6 b	38.5	83.8

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 4.** Altura total, diámetro de copa y cantidad de rebrotes de *Leucaena leucocephala* en asocio con cuatro especies de pasto

Tratamientos	Variables	Datos promedios por ciclo según época								
		Lluviosa				Seca				
		1	2	3	4	5	6	7	Seca	Lluviosa
<i>L. leucocephala</i> + Transvala		142.6	113.7	97.7	99.6	122.8	99.4	140.8	105.7	121.0
<i>L. leucocephala</i> + Estrella	Altura total (cm)	147.4	114.9	97.5	97.9	137.2	99.9	134.3	106.2	147.4
<i>L. leucocephala</i> + Mombaza		149.2	114.9	95.4	97.9	137.2	99.9	134.3	105.1	123.7
<i>L. leucocephala</i> + Gamba		176.5	116.7	99.8					108.2	176.5
<i>L. leucocephala</i> + Transvala		95.5	57.0	47.0	52.4	72.4	57.2	96.6	52.0	74.8
<i>L. leucocephala</i> + Estrella	Diámetro de copa (cm)	88.9	52.9	44.2					48.5	88.9
<i>L. leucocephala</i> + Mombaza		91.6	57.7	40.8	43.4	67.4	51.0	71.6	49.2	65.0
<i>L. leucocephala</i> + Gamba		109.4	51.7	46.3					49.0	109.4
<i>L. leucocephala</i> + Transvala		26.0	24.0	22.5	28.5	14.0	29.0	28.5	23.3	25.2
<i>L. leucocephala</i> + Estrella	Cantidad de rebrotes	18.5	23.0	18.0					20.5	18.5
<i>L. leucocephala</i> + Mombaza		22.7	27.0	19.8	28.8	9.1	25.9	43.0	23.4	25.9
<i>L. leucocephala</i> + Gamba		28.7	21.1	24.3					22.7	28.7

**Cobertura vegetal y composición botánica en la época seca de las cuatro especies de pastos en asocio con *Leucaena leucocephala*.** Desde el natural efecto de la variación climática (época seca) sobre la dinámica de la cobertura vegetal y composición botánica de los pastos, se puede observar, que los cambios estructurales son más marcados en la pastura Estrella y Gamba, quienes son superados en cobertura vegetal por Transvala y Mombaza en más del 49 % y 96 % respectivamente. A pesar de la baja cobertura vegetal promedio tanto en la época seca (17.5 %) como lluviosa (54 %), es importante mencionar que la composición botánica de los pastos

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

a excepción del Gamba registró un porcentaje aceptable de cobertura con más del 71 % en la época seca y más del 62 % en la época lluviosa, lo que permitió mantener una fluctuación promedio de cobertura de arvenses entre 14 % y 38.5 % en la época seca y del 24 % al 41.5 % en la época lluviosa. No se encontró diferencia estadística significativa tanto en la cobertura vegetal ni en la composición botánica entre los pastos macolladores (Mombaza y Gamba) y rastreros (Estrella y Tansvala) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Cobertura vegetal y composición botánica en la época seca de las cuatro especies de pastos en asocio con *Leucaena leucocephala*

Variables evaluadas	Datos promedio por ciclo por pastura en la época seca								Promedio				
	2				3								
	T	E	M	G	T	E	M	G	T	E	M	G	
Porcentaje de cobertura vegetal (0-100)	21.3 ab	14.7 a	29.4 b	16.4 a	16.2 ab	10.5 a	22.0 b	9.8 a	18.7	12.6	25.7	13.1	
Porcentaje de composición botánica (0-100)	Pasto	79.7 b	72.9 ab	88.7 b	44.6 a	89.6 a	70.5 a	85.0 a	57.5 a	84.7	71.7	86.9	51.1
	Hoja ancha	17.1 a	20.9 a	7.4 a	50.2 b	9.8 ab	25.8 ab	8.1 a	41.4 b	13.5	23.4	7.8	45.8
	Ciperáceas	0.1 a	0.1 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.1	0.1	0.0	0.0
	Otras gramíneas	3.1 a	6.1 a	3.9 a	5.2 a	0.6 a	3.7 a	6.9 a	1.1 a	1.9	4.9	5.4	3.2

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), T: Transvala, E: Estrella, M: Mombaza, G: Gamba.

**Cobertura vegetal y composición botánica en la época lluviosa de las cuatro especies de pastos en asocio con *Leucaena leucocephala*.** Al valorar la cobertura vegetal y la composición botánica según Barcellos (1986) citado por Álvarez y Cruz (2017), entre los pastos con el mismo tipo de crecimiento, se determinó que dado los cambios estructurales y la degradación severa de los pastos Estrella y Gamba, se dejaron de evaluar durante el periodo de la época lluviosa. En relación con el efecto de la variación climática sobre la dinámica de la cobertura vegetal de los pastos Transvala y Mombaza su incremento porcentual fue similar, ambos en promedio aumentaron su cobertura en más del 36 %, en el caso del primero, pasó de un 18.8 % en la época seca a 56.9 % en la lluviosa y en el segundo, de 25.7 % a 60.6 %. Al comparar la cobertura vegetal y composición botánica en el ciclo uno no se encontró diferencia estadística entre los pastos macolladores y los rastreros (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Cobertura vegetal y composición botánica en la época lluviosa de las cuatro especies de pastos en asocio con *Leucaena leucocephala*

Variable evaluada	Datos promedio por ciclo por pastura en la época lluviosa														Promedio			
	1				4				5				7					
	T	E	M	G	T	M	T	M	T	M	T	M	T	E	M	G		
Porcentaje de cobertura vegetal (0-100)	50.8 a	39.2 a	61.4 a	59.3 a	12.2 a	19.1 b	80.4 a	76.0 a	55.1 a	64.8 a	85.9 a	81.4 a	56.9	39.2	60.5	59.3		
Porcentaje de composición botánica (0-100)	Pasto	75.7 a	62.9 a	87.7 a	53.9 a	66.0 a	94.0 b	49.0 a	81.5 a	72.7 a	81.3 a	69.4 a	79.9 a	66.6	62.9	84.9	53.9	
	Hoja ancha	16.2 ab	22.2 b	5.9 a	25.7 b	31.5 b	5.8 a	13.8 a	13.0 a	7.0 a	11.8 a	14.6 a	12.9 a	16.6	22.2	9.9	25.7	
	Ciperáceas	0.0 a	0.1 a	0.0 a	0.1 a	0.0 a	0.1 a	0.2 a	1.3 a	0.0 a	1.0 a	0.1 a	0.4 a	0.1	0.1	0.6	0.1	
	Otras gramíneas	8.1 a	14.8 a	6.4 a	20.3 a	2.5 b	0.1 a	37.0 a	4.2 a	20.3 a	5.6 a	15.9 a	6.8 a	16.8	14.8	4.6	20.3	

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). T: Transvala, E: Estrella, M: Mombaza, G: Gamba.

**Disponibilidad de biomasa comestible, no comestible y total (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Leucaena leucocephala* y los pastos en la época seca.** Al comparar el efecto del tipo de asocio de los pastos sobre la disponibilidad total de biomasa de la *Leucaena*

*leucocephala* tanto en pastos rastreros como en macolladores en la época seca, no se encontró diferencia estadística (Cuadro 8). No obstante, el promedio de la biomasa en los ciclos de esta época la *Leucaena leucocephala* asociado con el pasto Gamba aumentó en más del 35 % que en Mombaza y en el caso de los pastos rastreros Transvala aumentó en más de 19 % en relación con Estrella. En relación con la biomasa total de los pastos, Mombaza superó en más del 69 % a Gamba, y Transvala en más del 74 % al pasto Estrella. En lo referido a la biomasa total (pastos más *Leucaena leucocephala*), la pastura Mombaza fue superior en más del 25 % a Gamba y en Transvala en más del 37 % a Estrella.

De acuerdo a la relación de la parte comestible (hojas más tallos tiernos) y no comestible (tallos leñosos), la *Leucaena leucocephala* en promedio en la época antes referida, aportan un 40.4 % de biomasa comestible, para el caso de los pastos este aporte es menor, en los pastos rastreros la disponibilidad de la biomasa comestible (hojas verdes más tallos tiernos) representa el 35.1 % de la biomasa total y en los macolladores el 36.6 %; el pasto Mombaza a pesar de lo crítico de la época, fue el que presentó el mayor aporte de la parte comestible con un 55.7 %, lo que contrasta con el 17.4 % del pasto Gamba, quien presentó el menor aporte de los pastos.

De forma general la variación climática, tiene un efecto directo sobre la disponibilidad de biomasa total tanto en las plantas de *Leucaena leucocephala* como en los pastos, en este sentido, la *Leucaena leucocephala* en la época lluviosa incrementó su biomasa en más del 150 %; en los pastos rastreros y macolladores el incremento fue del 339 % y 294 % respectivamente. De acuerdo con la comparación de medias entre los tratamientos, solo se encontró diferencias estadísticas en dos de los cinco ciclos en la disponibilidad de biomasa de hojas de *Leucaena leucocephala*, para el caso de los pastos solo se encontró diferencia estadística en uno de los cinco ciclos en

la parte comestible como también en la biomasa comestible y total del sistema de los pastos macolladores (Cuadro 9).

En relación con el efecto del tipo de asocio de los pastos sobre la disponibilidad total de biomasa de la *Leucaena*

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

*leucocephala* en la época lluviosa, según el promedio de la biomasa en los ciclos de esta época la *Leucaena leucocephala* asociado con el pasto Gamba fue superior en más del 535 % que en Mombaza, y en el caso de los pastos rastreros fue superior en Transvala en más del 28 % que en Estrella. Es importante mencionar que el promedio de 152.1 kg MS ha<sup>-1</sup> de biomasa de hojas y tallos tiernos en la época lluviosa fue menor a los 300 kg MS ha<sup>-1</sup> con intervalo de 40 días de corte, sin embargo, en la época seca el promedio de 123.9 kg MS ha<sup>-1</sup> fue superior a los 30 kg MS ha<sup>-1</sup> (313 %) con intervalo de corte de 50 días estimado por Hernández *et al.* (2020), en ambas épocas, en un estudio realizado en Veracruz, México. En lo referido al promedio total de biomasa de la *Leucaena leucocephala* (hojas, tallos tiernos y leñosos) en las cuatro pasturas que correspondió a 302.5 kg MS ha<sup>-1</sup> es menor a los 390 kg MS ha<sup>-1</sup> (29 %) reportado por Hernández *et al.* (1997) en un estudio realizado en Cuba.

**Cuadro 8.** Disponibilidad de biomasa comestible, no comestible y total (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Leucaena leucocephala* y los pastos en la época seca

Ciclo	Pastura	<i>Leucaena leucocephala</i>				Pasto			Total de biomasa		
		Hojas	TT	TL	Total	PC	PNC	Total	BC	BNC	Total
2	Estrella	162.1 a	4.2 a	217.8 a	384.0 a	69.4 a	102.7 a	172.1 a	235.7 a	320.5 a	556.1 a
	Transvala	208.2 a	6.6 a	176.6 a	391.3 a	120.8 a	218.3 a	339.1 a	335.5 a	394.9 a	730.4 a
	Mombaza	223.6 a	4.7 a	192.3 a	420.6 a	635.6 b	320.9 a	956.4 b	863.9 b	513.1 a	1 377.0 b
	Gamba	177.5 a	7.9 a	296.1 a	481.5 a	75.2 a	273.4 a	348.6 a	260.6 a	569.5 a	830.0 a
3	Estrella	40.3 a	1.7 a	85.2 a	127.2 a	28.5 a	48.7 a	77.2 a	70.4 a	133.9 a	204.3 a
	Transvala	48.9 a	3.9 a	166.7 a	219.6 a	12.7 a	81.7 a	94.5 a	65.5 a	248.5 a	314.0 a
	Mombaza	19.1 a	0.4 a	111.4 a	130.8 a	187.6 a	334.6 a	522.1 a	206.9 a	446.0 ab	652.9 a
	Gamba	50.4 a	3.5 a	210.9 a	264.7 a	77.3 a	448.2 a	525.4 a	131.1 a	659.0 b	790.1 a
Promedio	Estrella	101.2	2.9	151.5	255.6	49.0	75.7	124.6	153.0	227.2	380.2
	Transvala	128.5	5.2	171.7	305.4	66.8	150.0	216.8	200.5	321.7	522.2
	Mombaza	121.4	2.5	151.9	275.7	411.6	327.7	739.2	535.4	479.5	1 014.9
	Gamba	114.0	5.7	253.5	373.1	76.2	360.8	437.0	195.8	614.3	810.1

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). TT: Tallos tiernos, TL: tallos leñosos, PC: parte comestible, PNC: parte no comestible, BC: biomasa comestible total de *Leucaena leucocephala* (hojas y TT) y pastos (PC), BNC: biomasa no comestible total de *Leucaena leucocephala* (TL) y pasto (PNC).

**Disponibilidad de biomasa comestible, no comestible y total (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Leucaena leucocephala* y los pastos en la época lluviosa.** En relación con la biomasa total de los pastos en la época lluviosa (Cuadro 9), Mombaza superó en más del 65 % a Gamba y Transvala en más del 28 % al pasto Estrella. En el caso del Mombaza el promedio de 2 890.2 kg MS ha<sup>-1</sup> fue superior a los 2 262. 5 kg MS ha<sup>-1</sup> (27 %) estimado por Montejo-Martínez *et al.* (2019), en un estudio realizado en Quintana Roo, México, evaluado con una frecuencia de corte de 30 y 50 días.

En lo referido a la biomasa total (pastos mas *Leucaena leucocephala*), la pastura Gamba que solo se evaluó en uno de los cinco ciclos, superó en más del 10 % a Mombaza (3 165.6 kg MS ha<sup>-1</sup>) que a su vez fue superado por los 4 089.4 kg MS ha<sup>-1</sup> (29 %) estimado por Mayo (2015) en Quintana Roo, con frecuencia de 50 días de corte superior a los 43 días de descanso utilizados en este estudio. En el caso

de la pastura Transvala también superó en más del 4 % a Estrella evaluado en un ciclo.

De acuerdo a la relación de la parte comestible (hojas más tallos tiernos) y no comestible (tallos leñosos), *Leucaena leucocephala* en promedio en la época antes referida (Cuadro 9) aportaron 54.4 % de biomasa comestible, para el caso de los pastos este aporte fue menor, en los pastos rastreros la disponibilidad de la biomasa comestible (hojas verdes más tallos tiernos) representó 54 % de la biomasa total y en los macolladores 61.8 %, el pasto Mombaza presentó el mayor aporte de la parte comestible con 75 %.

**Contenido de proteína cruda (%) de hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* y parte comestible de los pastos.** El contenido de proteína cruda (PC) tanto en hojas y los tallos tiernos de la *Leucaena leucocephala* es similar en los diferentes asociados de pasto, su variación se vio más influenciada por el cambio de época que por el tipo de asocio, en su defecto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, esta misma tendencia se observó en la parte comestible de los pastos (Cuadro 10). En la parte comestible de los pastos, Transvala y Mombaza incrementaron su contenido en 41 % y 44.6 % respectivamente, en Gamba 30.1 % y en Estrella 13.2 % en la época lluviosa, en el caso de las hojas de *Leucaena leucocephala* incrementó en 8.8 % y en tallos tiernos en un 4.1 %.

En relación con el promedio de 26.1 % de la parte comestible de las hojas de *Leucaena leucocephala* estas se encuentran entre el rango de 18.7 % y 30.3 % parte comestible estimados por Hernández *et al.* (1997) en Matanzas, Cuba, en la misma época, sin embargo, el promedio de 24.6 % de la parte comestible en la época seca, es ligeramente inferior a los 25.4 % en la parte comestible encontrados por estos autores.

En relación al contenido de proteína de la parte comestible de los pastos, Transvala en ambas época presentó los mejores valores, superando en la época seca en más del 9 % a Estrella que tiene el segundo mejor promedio y en un 13.7 % a Gamba que registró el menor valor, en la época lluviosa superó en más de 9 % a Mombaza y en un 36 % a Estrella, en esta misma época este último pasto su promedio de 8.6 % parte comestible es similar a los 8.9 % estimados por Figueroa *et al.* (2016) en un estudio realizado en la Huasteca Potosina, México, y ligeramente inferior a los 9.2 % estimados por Montejo-Martínez *et al.* (2019) en

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

un estudio con una frecuencia de corte de 30 y 50 días en Quintana Roo, México, sin embargo, en el caso del Mombaza el promedio estimado por estos autores (7.4 %) fue inferior a los 10.7 % registrados en esta investigación.

relación con los cambios estructurales de los pastos dentro de la composición botánica, quien presentó la cobertura más baja de pasto fue el Gamba, con un 51 % en la época seca y 54 % en la lluviosa, las demás pasturas registraron datos promedio por encima del 64 %.

**Cuadro 9.** Disponibilidad de biomasa comestible, no comestible y total (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Leucaena leucocephala* y los pastos en la época lluviosa

Ciclo	Pastura	<i>Leucaena leucocephala</i>				Pasto		Total de biomasa			
		Hojas	TT	TL	Total	PC	PNC	Total	BC	BNC	Total
1	Estrella	314.4 a	12.5 a	242.4 a	569.4 a	337.5 a	318.4 a	655.9 a	664.4 a	560.8 a	1 225.2 a
	Transvala	519.8 a	11.5 a	274.1 a	805.3 a	582.7 a	407.8 a	990.4 a	1 113.9 a	681.8 a	1 795.7 a
	Mombaza	356.0 a	27.2 a	237.8 a	621.0 a	2 565.7 b	1 243.0 a	3 808.6 b	2 948.8 c	1 480.8 b	4 429.5 c
	Gamba	817.7 b	43.6 a	887.8 a	1 749.0 a	846.7 a	897.4 a	1 744.1 a	1 707.9 b	1 785.1 b	3 493.0 b
4	Transvala	65.0 a	5.5 a	100.9 a	171.3 a	28.8 a	13.6 a	42.4 a	99.2 a	114.5 a	213.7 a
	Mombaza	62.3 a	3.5 a	66.2 a	131.9 a	327.0 b	449.7 a	776.7 a	392.8 b	515.9 a	908.6 a
5	Transvala	204.8 a	10.4 a	188.3 a	403.4 a	593.5 a	94.7 a	688.3 a	808.7 a	283.0 a	1 091.7 a
	Mombaza	89.3 a	7.4 a	95.8 a	192.4 a	3 417.2 b	228.9 a	3 646.1 b	3 513.8 a	324.7 a	3 838.5 a
6	Transvala	110.7 b	4.7 a	153.0 a	268.3 a	273.1 a	787.1 a	1 060.1 a	388.4 a	940.0 a	1 328.4 a
	Mombaza	61.2 a	4.7 a	115.0 a	180.9 a	1 791.3 a	219.0 a	2 010.3 a	1 857.2 a	334.0 a	2 191.2 a
7	Transvala	272.3 a	31.7 a	263.1 a	566.9 a	897.5 a	535.1 a	1 432.5 a	1 201.4 a	798.1 a	1 999.4 a
	Mombaza	139.2 a	10.1 a	101.8 a	251.0 a	2 732.8 a	1 476.6 a	4 209.4 a	2 882.0 a	1 578.4 a	4 460.3 a
Prom	Estrella	314.4	12.5	242.4	569.4	337.5	318.4	655.9	664.4	560.8	1 225.2
	Transvala	234.5	12.7	195.8	443.0	475.1	367.6	842.7	722.3	563.5	1 285.8
	Mombaza	141.6	10.5	123.3	275.4	2 166.8	723.4	2 890.2	2 318.9	846.7	3 165.6
	Gamba	817.7	43.6	887.8	1 749.0	846.7	897.4	1 744.1	1 707.9	1 785.1	3 493.0

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). Prom: promedio, TT: tallos tiernos, TL: tallos leñosos, PC: parte comestible, PNC: parte no comestible, BC: Biomasa comestible total de *Leucaena leucocephala* (hojas y TT) y pastos (PC), BNC: biomasa no comestible total de *Leucaena leucocephala* (TL) y pasto (PNC).

**Cuadro 10.** Contenido de proteína cruda (%) de hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* y parte comestible de los pastos

Ciclo	Época	Hojas de <i>Leucaena leucocephala</i>				Tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i>				Parte comestible - Pasto			
		E	T	G	M	E	T	G	M	E	T	G	M
1	Lluviosa	24.9 a	26.9 a	25.4 a	25.7 a	13.8 a	15.1 b	12.7 a	9.8 a	8.6 a	11.2 a	9.5 a	9.2 a
	Seca	25.0 a	22.7 a	24.7 a	24.6 a	16.2 b	14.8 a	12.8 a	15.1 a	7.4 a	8.5 a	7.8 a	7.6 a
2	Lluviosa	24.6 a	26.3 c	25.2 b	23.8 a	16.7 b	15.8 a	13.0 a	16.1 a	7.7 a	8.2 a	6.7 a	7.2 a
	Seca	-	26.1 a	-	26.5 a	-	16.3 a	-	14.6 a	-	12.2 a	-	11.1 a
3	Lluviosa	-	28.7 a	-	26.2 a	-	18.0 a	-	17.7 a	-	12.6 a	-	10.9 a
	Seca	-	27.9 a	-	25.6 a	-	18.0 a	-	15.5 a	-	10.4 a	-	10.2 a
4	Lluviosa	-	28.7 a	-	29.1 a	-	15.9 a	-	16.9 a	-	12.1 a	-	11.9 a
	Seca	24.8	24.5	24.9	24.2	16.4	15.3	12.9	15.6	7.6	8.3	7.3	7.4
5	Lluviosa	24.9	27.6	25.4	26.6	13.8	16.6	12.7	14.9	8.6	11.7	9.5	10.7
	Seca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). T: Transvala, E: Estrella, M: Mombaza, G: Gamba.

**CONCLUSIONES**

*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham es una especie con potencial para la utilización en asocio con especies forrajeras en sistemas silvopastoriles en pastoreo, dado su buen comportamiento de sobrevivencia con más del 76 % en las cuatro pasturas, después de 2.6 años de establecida y un año manejado bajo el sistema de pastoreo rotacional.

Los pastos macolladores en particular Mombaza en la época lluviosa, redujo la sobrevivencia del 5.6 % dado que su crecimiento creó condiciones de mayor competencia para las plantas de *Leucaena leucocephala*.

La cobertura vegetal en las pasturas fue variable de una época a otra, los pastos Estrella y Gamba presentaron los valores más bajos en la época seca y fueron superados por Mombaza y Transvala en un 49 % y 96 % respectivamente. En

En altura total y diámetro de copa las plantas de *Leucaena leucocephala* en asocio con los cuatro pastos presenta un buen nivel de adaptación dada su respuesta positiva en la interacción, no obstante, en algunos pastos (Gamba y Estrella) las plantas presentaron un mejor crecimiento en ambas épocas. La disponibilidad de biomasa de *Leucaena leucocephala* en asocio con los cuatro pastos no presentó diferencias estadística significativa en las dos épocas, por lo que desde la interacción es una cualidad positiva en la pastura bajo un enfoque de sistema, hace un aporte potencial a la biomasa comestible de la pastura del más del 40 % en hojas y tallos tiernos en la época seca y del más del 54% en la lluviosa, lo que permite mejorar la oferta forrajera de las pasturas e incrementa su disponibilidad total de biomasa de la época seca a la lluviosa en más del 150 %.

Mombaza fue el pasto con el mejor promedio de biomasa total en ambas épocas, superando en más del 69 % y 65 % a Gamba en la época seca y lluviosa, y a los pastos rastrosos en más del 240 % y 242 % en las mismas épocas respectivamente. Registró el mayor aporte de biomasa comestible (hojas verdes más tallos tiernos) a la disponibilidad total de biomasa con un 75 % en la época lluviosa y un 55.7 % en la época seca. Los pastos rastrosos y macolladores incrementaron hasta 339 % y 294 % respectivamente su disponibilidad de la biomasa total en la época lluviosa.

El contenido de proteína cruda de las hojas y tallos tiernos de las plantas de *Leucaena leucocephala* fue similar en los diferentes asociados, su variación se vio influenciada solo por el cambio de época, ya que de la época seca a la lluviosa fue visible su incremento en ambos componentes en más del 8 % y 4 % respectivamente, este mismo comportamiento lo registraron los cuatro pastos en la parte comestible, el incremento fue entre 13.2 % y 44.6 %, no obstante, quien presentó mejor valor en la época lluviosa fue Transvala con 11.7 %.

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

**AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV) por su confianza y apoyo decidido en los aspectos económicos, materiales, equipos e infraestructura para el desarrollo de la investigación.

Al proyecto FUNCITREE del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por su

colaboración con el establecimiento del componente arbóreo (*Leucaena leucocephala*) en las 3.2 ha del área de estudio.

A María Alejandra Chamorro Incer, Ricardo José Campos Landero, Marlon José Figueroa Figueroa y Francisco José Chavarría Ñamendi, por su participación en la investigación.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Álvarez, 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*, 20(1), 122-139. <http://doi.org/10.5377/rci.v20i1.4858>

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/pdf/837/83723442005.pdf>

Bellido, M., Escribano, M., Mesías, F. J., Rodríguez de Ledesma, A. y Pulido, F. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. *Archivo Zootécnico*, 50(192), 465-489.

Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/877/>

Figueroa, I. S., Lara, A., Miranda, L. A., Huerta Bravo, M., Krishnamurthy, L. y Muñoz-González, J. C. (2016). Composición química y mineral de *Leucaena* asociada con pasto estrella durante la estación de lluvias. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16, 3173-3183.

Google Maps. (2023). *Airbus, maxar technologies, datos del mapa 2023*. <https://www.google.com/maps/place/11%C2%B022'58.2%22N+85%C2%B050'33.0%22W/@11.382863,-85.8429486,181m/data=!3m1!1e3!4m1!1m1!1m3!4m12!1d-85.8324076!2d11.4338586!1m6!1m2!1s0x8f744ea979f8724d:0xc356d58688261cc7!2sNIC-72,+La+Chocolata!2m2!1d-85.8476946!2d11.3923767!3e0!3m3!8m2!3d11.382842!4d-85.842506?entry=ttu>

Haydock, K. P. & Shaw, N. H. (1975). The comparative method for estimating dry matter yield pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15(76), 663-670. <https://doi.org/10.1071/EA9750663>

Hernández, I., Benavides, J. E. y Simón, L. (1997). Manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el periodo seco en Cuba. En Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas (Ed.), *Actas de la III semana científica* (pp. 228-235). CATIE. [https://books.google.com.ni/books?id=FtEOAQAIAAJ&pg=PA229-IA2&dq=evaluacion+de+la+tasa+de+crecimiento+de+la+leucaena+cunningham&source=bl&ots=pCNmg1uh7&sig=ACfU3U2ruHDv7vH6iWhghgmK0ZKKBG6O0A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi\\_tOUpc2AAxWRmYQIHVG\\_Cek4KBD0AXoECBsQAw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ni/books?id=FtEOAQAIAAJ&pg=PA229-IA2&dq=evaluacion+de+la+tasa+de+crecimiento+de+la+leucaena+cunningham&source=bl&ots=pCNmg1uh7&sig=ACfU3U2ruHDv7vH6iWhghgmK0ZKKBG6O0A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi_tOUpc2AAxWRmYQIHVG_Cek4KBD0AXoECBsQAw#v=onepage&q&f=false)

Hernández, M., López, S., Jarillo, J., Ortega, E., Pérez, S., Díaz, P. y Crosby, M. M. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* cv. Tanzania. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(1), 53-69.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2023). *Tablas climáticas de resumen mensuales*. INETER.

López, A. A. (2001). *Evaluación de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* bajo tres tipos de sustratos en suelos degradados por la acción minera en la mina El Limón, León* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/982/1/tnf011864e.pdf>

Mayo, S. de los S. (2015). *Efecto de la frecuencia de poda sobre el crecimiento y rendimiento de forraje en dos sistemas silvopastoriles* [Informe Técnico de Residencia Profesional, Instituto Tecnológico de la Zona Maya]. [http://www.itzonamaya.edu.mx/web\\_biblio/archivos/res\\_prof/agro/agro-2015-31.pdf](http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/agro/agro-2015-31.pdf)

Mejía, W. A. (2004). *Evaluación del sistema de producción de leche «El Corpus» El Menco, Rivas* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/1319/1/tnl01m516.pdf>

Montejo-Martínez, D., Díaz-Echeverría, V. F., Casanova-Lugo, F., Piñero-Vázquez, A. T., Chay-Canul, A. J. y Canul-Solis, J. R. (2019). Rendimiento y calidad de *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg. y *Panicum maximum* cv. Mombaza en sistemas silvopastoriles bajo dos frecuencias de aprovechamiento en condiciones tropicales. En W. Cetzal Ix, A. J. Chay-Canul, F. Casanova-Lugo, y J. F. Martínez-Puc (Eds.), *Agroecosistemas tropicales: Conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria*. [https://www.researchgate.net/publication/331354885\\_AGROECOSISTEMAS\\_TROPICALES\\_CONSERVACION\\_DE\\_RECURSOS\\_NATURALES\\_Y\\_SEGURIDAD\\_ALIMENTARIA?enrichId=rgreq-ad8765f513d74e8418b02101243ca5cf-XX&enrichSource=Y292ZXJQYWdldOzMzMTM1NDg4NTtBUzo3NDE5MzI4NjMwNzQzMDRAMTU1MzkwMTk4NzQ4-NA%3D%3D&el=1\\_x\\_3&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/331354885_AGROECOSISTEMAS_TROPICALES_CONSERVACION_DE_RECURSOS_NATURALES_Y_SEGURIDAD_ALIMENTARIA?enrichId=rgreq-ad8765f513d74e8418b02101243ca5cf-XX&enrichSource=Y292ZXJQYWdldOzMzMTM1NDg4NTtBUzo3NDE5MzI4NjMwNzQzMDRAMTU1MzkwMTk4NzQ4-NA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf)

## CIENCIA DE LAS PLANTAS

---

- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*, 15(78). <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). Guía para la descripción de suelos. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- Palma, J. M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), 95-104.
- Quero, A. R., Enríquez, J. F. y Miranda, L. M. (2007). Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o status quo. *Interciencia*, 32(8), 566-571.
- Stocking, M. & Murnaghan, N. (2001). *Handbook for the field assessment of land degradation*. Earthscan Publications Ltd. London
- Szott, L., Ibrahim, M. & Beer, J. (2000). *The hamburger connection hangover: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America*. CATIE. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4223/The\\_hamburger\\_connection.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4223/The_hamburger_connection.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zapata, Á., Mejía, C. E. y García, B. J. (2010). *Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en la vía láctea de Nicaragua*. Imprenta Minerva.