



RENDIMIENTO DEL PASTO CAYMAN (*Urochloa*) CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA

YIELD OF CAYMAN GRASS (*Urochloa*) WITH CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZATION

Claudia Y. Wilson-García¹, Nelson E. López-Zerón², Sergio Iban Mendoza-Pedroza^{3*}, Joel Ventura-Ríos⁴, Perpetuo Álvarez-Vázquez⁵, David Alemán-Roque¹, Erik J. Lara-Román¹, Elvis M. Hernández-Bautista¹ y José F. Bello-Lázaro¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Sede San Luis Acatlán, San Luis Acatlán, Guerrero, México. ²Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 178, San Luis Acatlán, Guerrero, México. ³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Ganadería, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Departamento de Producción Animal, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. ⁵UAAAN, Departamento de Recursos Naturales Renovables, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia (sergiomp@colpos.mx).

RESUMEN

Los forrajes son la base de la alimentación de bovinos de los sistemas de doble propósito en el trópico seco de la región costa chica del estado de Guerrero. El objetivo del estudio fue determinar la respuesta productiva del pasto Cayman a tres tipos de fertilización orgánica y química en la Costa Chica de Guerrero, en condiciones de temporal. Se realizaron cosechas a intervalos de 14 días, iniciando a los 20 días después del corte de uniformización, el cual fue a diez centímetros de altura. En cada cosecha se registró la altura promedio de 10 plantas, la acumulación de materia seca y la composición morfológica. La unidad de muestreo fue un cuadro de 0.45 m². Los datos registrados para cada medición fueron analizados con el procedimiento MIXED de SAS (Versión 9.0 para Windows) para un diseño experimental en bloques completos al azar, en arreglo de medidas repetidas en el tiempo. En el rendimiento de materia seca de forraje por hectárea los cuatro tratamientos evaluados fueron iguales en todas las fechas de corte a excepción de la fecha tres (Tukey, $P \leq 0.05$). En altura de planta el tratamiento químico fue superior a los tratamientos orgánicos en el cuarto y quinto muestreo (Tukey, $P \leq 0.05$); sin embargo, en la última fecha de corte fueron iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). En la composición morfológica, la mayor acumulación de hoja en el tratamiento químico se encontró a los 50 días, mientras que para los tratamientos orgánicos se encontró a los 65 días. La fecha óptima de corte para el pasto Cayman con fertilización química es a los 50 DDC y para los tratamientos orgánicos entre los 50 y 65 DDC.

Palabras clave: Composta, crecimiento, lixiviado, lombricomposta, trópico.

SUMMARY

Forages are the basis of cattle feeding in dual-purpose systems in the dry tropics of the Costa Chica region of Guerrero State. The objective of the study was to determine the productive response of Cayman grass to three types of organic and chemical fertilization in the Costa Chica of Guerrero, under rainfed conditions. Harvests were carried out at intervals of 14 days, starting 20 days after the uniformization cut, which was ten centimeters high. In each harvest the average height of 10 plants, the accumulation of dry matter and the morphological composition were registered. The sampling unit was a square of 0.45 m². The data registered for each measurement were analyzed with the SAS MIXED procedure (Version 9.0 for Windows) for an experimental design in randomized complete blocks, in an arrangement of repeated measures over time. In the dry matter yield of forage per hectare, the four treatments evaluated were the same in all cutting dates except for date three (Tukey, $P \leq 0.05$). For plant height, it was found that the chemical treatment was superior to the

organic treatments in the fourth and fifth sampling (Tukey, $P \leq 0.05$); however, at the last cut-off date they were equal (Tukey, $P \leq 0.05$). In the morphological composition, the highest accumulation of the leaf of the chemical treatment was found when sampling at 50 days; while, for the organic treatments it was found at 65 days. The optimal cutting date for Cayman grass with chemical fertilization is 50 DDC and for organic treatments between 50 and 65 DDC.

Index words: compost, growth, leachate, tropic, vermicompost.

INTRODUCCIÓN

Las praderas y cultivos forrajeros son la fuente más importante de la alimentación en la ganadería de bovinos y ovinos, ya que generalmente representan grandes extensiones de superficie con sistemas de manejo extensivo. A pesar de ello, en la mayoría de los casos no se tiene un adecuado manejo de las praderas y difícilmente se le aplican nutrientes, por lo que el rendimiento y el valor nutritivo del forraje es bajo durante todo el año, lo cual afecta significativamente los parámetros productivos (Suttie, 2003). Una variable importante en el crecimiento y desarrollo de los forrajes es la nutrición. En México un número alto de trabajos en gramíneas tropicales se han efectuado con fertilización inorgánica, pero son casi nulas las evaluaciones con fertilizantes orgánicos como composta, lixiviados o lombricomposta (Jiménez *et al.*, 2010).

Para determinar la calidad de los forrajes, el análisis de crecimiento es una herramienta de gran valor, generando detalles sobre la formación y acumulación de biomasa, ya que está documentado que la calidad de forraje está relacionada con mayor proporción de hoja. Además, si en cada etapa de crecimiento se determina la composición morfológica del cultivo se puede determinar el rendimiento de hojas, tallos, material muerto o espigas presentes, los cuales pueden utilizarse como indicadores del valor nutritivo del forraje cosechado (Araya y Boschini, 2005).

El municipio de San Luis Acatlán se encuentra en la región Costa Chica del estado de Guerrero, de clima trópico seco, con lluvias de junio a noviembre y el resto del año con poca o nula precipitación (García, 2004). Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, siendo esta última la más importante, con bovinos y caprinos en sistemas de pastoreo (INEGI, 2001), sujetos a la precipitación y sin tener mayores tecnologías de conservación de forrajes como ensilajes o henificación, más bien con pastoreos extensivos que en muchos de los casos provocan una sobreexplotación de los recursos, ya que para regenerar las praderas el principal método es el fuego controlado (Rojas *et al.*, 2005).

Las principales especies forrajeras en la región son el pasto llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) y jarahua (*Hyparrhenia rufa*), que son pastos introducidos entre el año 1960 y 1970, y solo en algunos casos los productores han introducido materiales mejorados recientes como zacate Mulato II (*Urochloa* híbrido CIAT 36087), Cayman (*Urochloa* híbrido CV.CIAT BRO2/1752) y Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana), de los cuales no se tiene la información de rendimiento y valor nutritivo para esta región, ni tampoco una recomendación sobre aspectos agrícolas como la nutrición y su manejo (Quero, 2013).

El pasto Cayman (BR02/1752 cv. Cayman) es un híbrido de *Urochloa* de nueva generación, obtenido a partir de la progenie obtenida de la cruce de plantas sexuales tetraploides sintéticas con una planta apomíctica (*U. brizantha*), mediante un programa de mejoramiento. La principal característica de este material es que tolera hasta 55 d de inundación (Pizarro *et al.*, 2013). Cayman es una especie de *Urochloa* adaptado a climas tropicales secos y húmedos, a alturas que van del nivel del mar hasta 1500 m (Triviño *et al.*, 2017).

El objetivo de esta investigación de investigación fue evaluar la acumulación de materia seca de tres pastos bajo cuatro esquemas de fertilización, así como determinar la composición morfológica, relación hoja-tallo, altura de planta y tasa de crecimiento, para establecer el momento óptimo de corte para forraje con base a la fertilización utilizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El experimento se estableció en la sede San Luis Acatlán de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el municipio de San Luis Acatlán en la Región Costa Chica del estado de Guerrero, con coordenadas 16° 51' 28.99" LN y 98° 43' 26.13" LO, con una altura sobre el nivel del

mar de 311 m. Los datos climáticos fueron obtenidos de la estación Meteorológica ubicada en la cabecera municipal, que es la más cercana al lugar del estudio. El Municipio de San Luis Acatlán presenta una temperatura promedio anual de 27.9 °C, siendo el mes de mayo el más caluroso, con 29.7 °C, y el de menor temperatura el mes de enero, con 26.7 °C. La precipitación media anual es de 1,395 mm anuales, siendo los meses de julio a octubre los de mayor precipitación (Figura 1) (García, 2004).

La textura del suelo del sitio experimental es franco arcillo-arenoso, moderadamente ácido con pH de 5.95, muy alto en materia orgánica 4.22 %, conductividad eléctrica de 0.18 dSm⁻¹, densidad aparente de 1.30 g cm⁻³, libre de carbonatos totales (0.01 %) y moderadamente bajo en fósforo (10.6 ppm).

Material vegetal y establecimiento

El pasto se sembró en el mes de agosto de 2017, dando un año para el establecimiento. El área experimental fue de una superficie de 5,000 m². El material vegetal fue el pasto Cayman (*Urochloa* híbrido cv. CIAT BRO2/1752), en tres franjas de cuatro hileras separadas por 20 cm y una separación de 1 m entre franja. La densidad de siembra fue de 4 kg ha⁻¹ de semilla pura germinable. La edad de la pradera al iniciar los muestreos fue de un año. Antes de iniciar los muestreos, el 8 de agosto del 2018 se realizó un corte a 10 cm de altura a fin de tener una altura homogénea de las praderas.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro esquemas de fertilización, el tratamiento uno (T1) fue inorgánica 120-60-00 de NPK, el tratamiento dos (T2) consistió en lombricomposta con una dosis de 10 toneladas por hectárea, el tratamiento tres (T3) composta con dosis de 10 t ha⁻¹, el tratamiento cuatro (T4) 10 t de composta más tres aplicaciones de lixiviado al follaje a una dosis total de 2,000 litros por hectárea, dividida en tres aplicaciones en intervalos de siete días (Cuadro 1). Los tratamientos se aplicaron a los 15 días después del corte; solo en el caso de tratamiento con lixiviado se aplicaron dos veces más cada siete días.

Variables

Materia seca, altura, composición morfológica, relación hoja-tallo y tasa de crecimiento

A los 20 días del corte de homogeneización se realizaron los muestreos cada 14 días, durante los meses de agosto a noviembre del 2018. Se ocupó un cuadro de varilla de

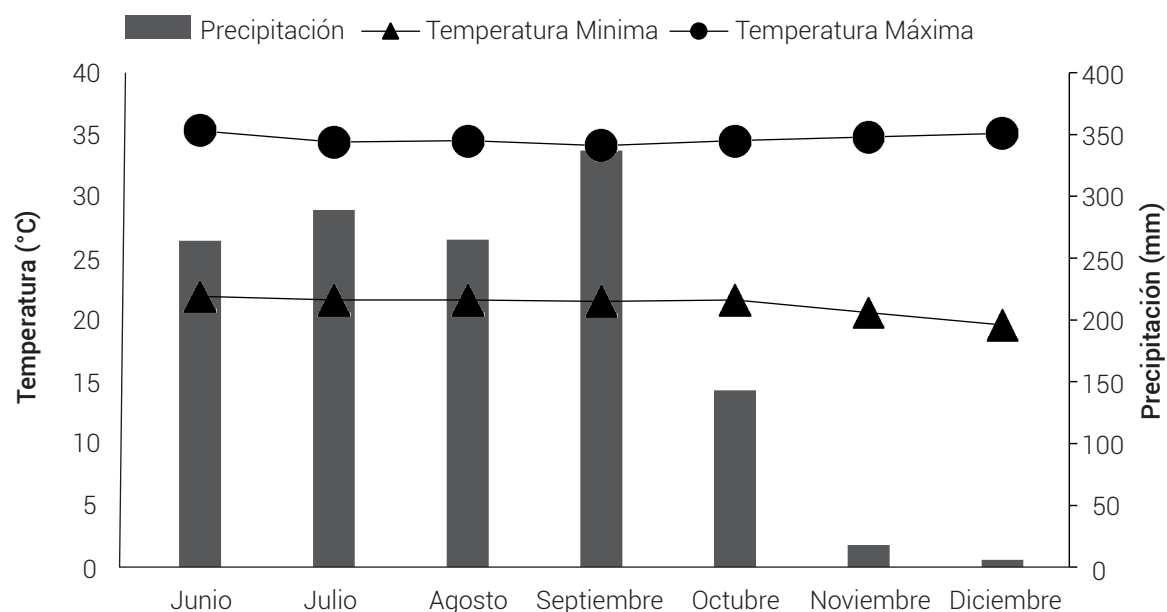


Figura 1. Temperatura media mensual máxima y mínima y precipitación acumulada durante el periodo del estudio.

Cuadro 1. Características nutricionales de la composta, lombricomposta y lixiviado.

Característica	Composta	Lombricomposta	Lixiviado
pH	7.98	7.23	8.83
CE	3.81 (dSm ⁻¹)	2.52 (dSm ⁻¹)	7.25 (dSm ⁻¹)
MO	18.11 %	13.43 %	0.62 %
N	1.3 %	2.07 %	86.4 mg L ⁻¹
P	0.46 %	340.17 mg kg ⁻¹	46.06 mg L ⁻¹
K	1.98 %	9,500 mg kg ⁻¹	1014 mg L ⁻¹
Na	0.51 %	-----	-----
Ca	1.11 %	3,609 mg kg ⁻¹	458.11 mg L ⁻¹
Mg	0.41 %	0.76 %	121.68 mg L ⁻¹
CIC	36.2 (Cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	-----	-----
Fe	0.26 %	2.62 %	8.22 mg L ⁻¹
Cu	57.8 mg kg ⁻¹	22.64 mg kg ⁻¹	1.05 mg L ⁻¹
Zn	147.09 mg kg ⁻¹	6.44 mg kg ⁻¹	2.41 mg L ⁻¹
Mn	152.48 mg kg ⁻¹	12.36 mg kg ⁻¹	4.78 mg L ⁻¹
B	109.07 mg kg ⁻¹	6.82 mg kg ⁻¹	15.36 mg L ⁻¹
C:N	8.1	8.1	-----

CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, CIC: capacidad de intercambio catiónico.

0.5 m × 0.5 m, se tomó una muestra al azar, para lo cual se lanzó en la parcela experimental el cuadro y se cortó a una altura de 10 cm todo el forraje verde dentro del mismo y se pesó, posteriormente se homogenizó y se tomó una submuestra representativa de 100 g y se separó en hoja, tallo, espiga y material muerto. El resto del forraje se secó en una estufa de aire forzado marca APSA a una temperatura de 55 °C hasta peso constante, lo mismo se hizo con los 100 gramos separados en los componentes. Con los datos resultantes se estimó el rendimiento de materia seca por hectárea y el porcentaje de los cuatro componentes morfológicos.

Para obtener la relación hoja tallo se dividió el valor de materia seca (MS) ha⁻¹ de hoja entre la del tallo (Cruz *et al.*, 2011). La tasa de crecimiento se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{MS2 - MS1}{Fecha\ 2 - Fecha\ 1}$$

donde: MS2 es la materia seca de la Fecha 2 y MS1 la materia seca de la Fecha 1.

Los cortes se realizaron cada catorce días, en los que se tomaron diez alturas de la pradera con una regla y se sacó el promedio.

Análisis estadístico

El diseño experimental fue bloques completos al azar, en arreglo de medidas repetidas en el tiempo. Se trazaron

tres bloques de manera perpendicular a la pendiente, a fin de contrarrestar el error provocado por la misma. Las variables evaluadas se analizaron con los procedimientos Proc Mixed de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.0 para Windows), mediante un análisis de varianza y una comparación de medias de Tukey (P ≤ 0.05). Las curvas ajustadas de crecimiento con su modelo y coeficientes respectivos para cada tipo de fertilización evaluada se obtuvieron con el programa Curve Expert Professional 2.0 (Curve Expert Computer Software, Vers 2.0 N.p. D.d. Web).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca y componentes morfológicos

Los resultados de materia seca con fertilización química (T1) indican un modelo de curva de relación Gompertz, que es un modelo tipo sigmoidal, con un punto de inflexión en la máxima tasa de crecimiento y una asíntota, ya que presenta una curva en ascenso de una forma más acelerada al principio y lenta al final (65 DDC) (Casas *et al.*, 2010). El máximo rendimiento de MS se obtuvo en el último muestreo, es decir, a los 95 DDC, con un valor promedio de 8960 kg ha⁻¹ (Figura 2).

Los resultados son similares a los obtenidos por González *et al.* (2020), quienes en el estado de Tamaulipas obtuvieron un rendimiento de 8340 kg MS ha⁻¹ a los 150 DDC, en condiciones de temporal y con una fertilización química de 60-30-30 de NPK. Otros autores han evaluado dosis de 20, 40 y 80 kg ha⁻¹ de Nitrógeno en pastos del

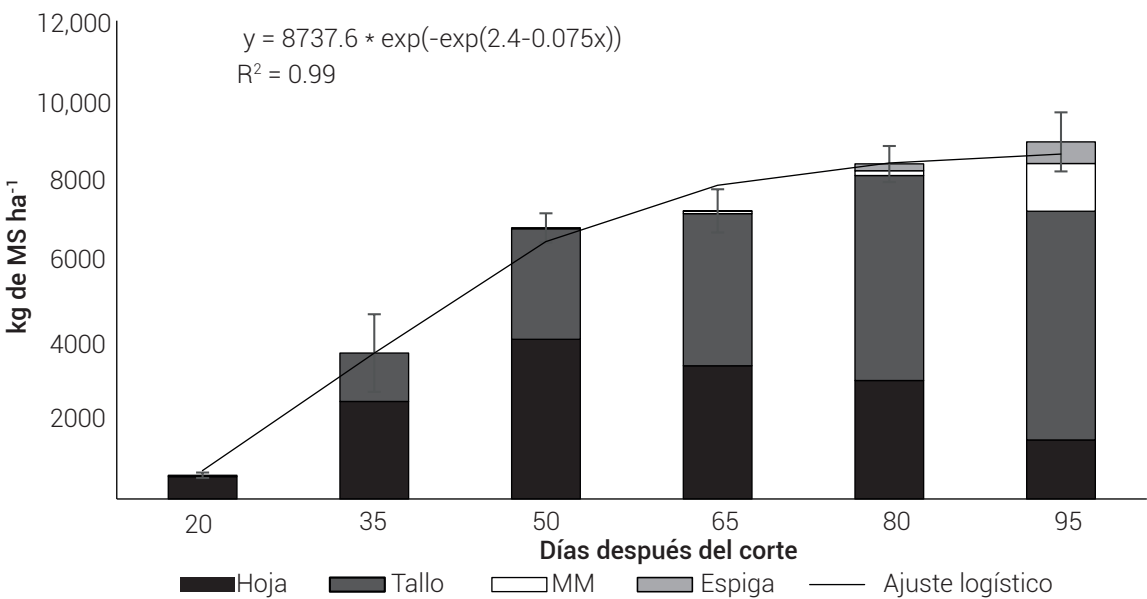


Figura 2. Acumulación de materia seca y composición morfológica del pasto Cayman en un sistema de fertilización química.

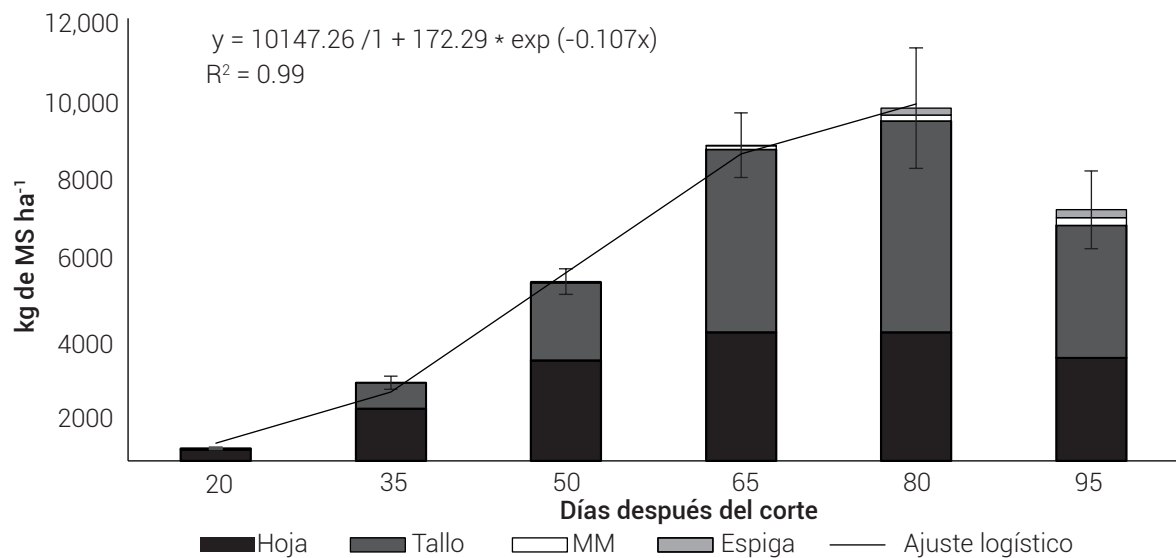


Figura 3. Acumulación de materia seca y composición morfológica del pasto Cayman en un sistema de fertilización con composta + lixiviado.

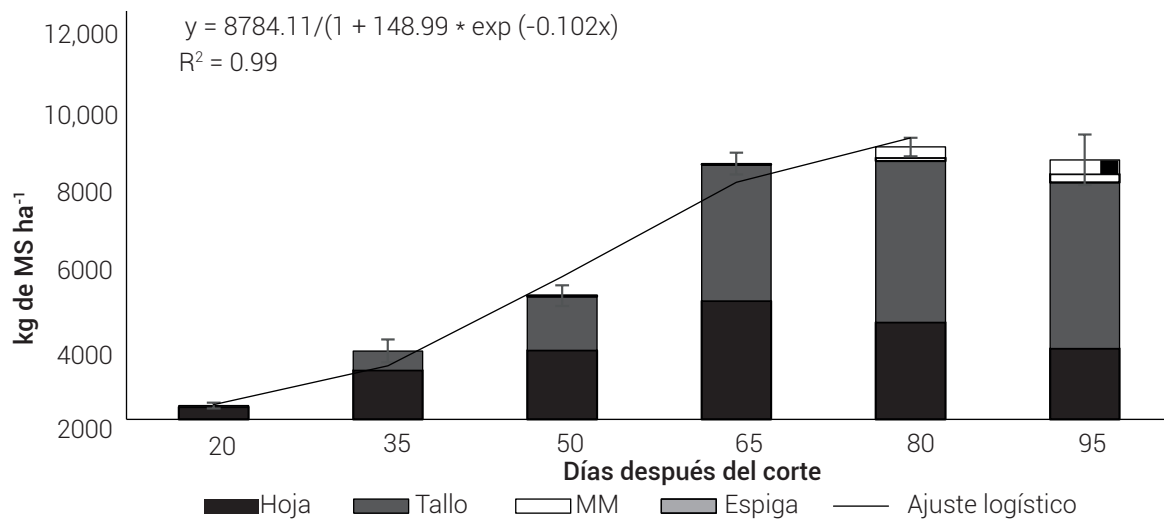


Figura 4. Acumulación de materia seca y composición morfológica del pasto Cayman en un sistema de fertilización con lombricomposta.

género *Urochloa* spp., encontrando un incremento en el crecimiento de estos (Bouathong *et al.*, 2011).

El pasto Cayman, cuando se fertilizó con lombricomposta (T2), a los 80 DDC presentó una acumulación total de MS de 8,004 kg ha⁻¹, con curva de acumulación de materia seca que se ajustó a un modelo logístico (Figura 4), modelo que ha sido utilizado por autores como Villegas *et al.* (2019), quienes indican que es el modelo que mejor predice la curva de acumulación de materia seca en este tipo de pasto, cuando se presenta una tasa de crecimiento constante en toda la curva. Los resultados indican que con la aplicación de lombricomposta pueden obtenerse

rendimientos de MS competitivos, ya que para este pasto a los 80 DDC son iguales estadísticamente que con el tratamiento químico, que es el más utilizado por los productores (Tukey, $P \leq 0.05$). Aunque en el muestreo tres (50 DDC) existen diferencias estadísticas entre el T2 con el T1 (Tukey, $P \leq 0.05$), en los otros puntos de muestreo los dos tratamientos se comportaron igual.

En el tratamiento con fertilización de composta más lixiviado (T4), la mayor acumulación de materia seca se registró a los 80 días después del corte (DDC), con un promedio de 9,562 kg ha⁻¹ y una curva que se ajustó a un modelo logístico (Figura 3). No existen trabajos sobre

la evaluación de rendimiento de MS de este pasto con fuentes orgánicas. Los resultados reportados indican que se fertiliza con abonos inorgánicos de diferentes niveles de nitrógeno y fosforo, como es el caso de Cancino *et al.* (2018), quienes obtuvieron 7,390 kg de MS ha⁻¹ en condiciones de temporal en el estado de Tamaulipas.

La composta es un tipo de abono que se ha utilizado en muchos cultivos, sin embargo, en el caso de pastos no se han descrito las curvas de crecimiento. De manera general la composta no le aporta al cultivo la cantidad que le puede dar un tratamiento químico o lombricomposta, pero tiene algunas bondades, como mejorar la estructura del suelo, aunque la disponibilidad de nutrientes tarda más que la lombricomposta y los fertilizantes inorgánicos (Pérez *et al.*, 2008). Para este experimento, a pesar de lo anterior, no existió diferencia estadística (Tukey, $P \leq 0.05$) con el tratamiento químico (T1) en ninguno de los puntos de muestreo y la máxima acumulación de forraje con el tratamiento con composta (T3) se encontró a los 95 DDC con 8,420 kg de MS ha⁻¹ (Figura 5), lo cual indica que este tipo de fertilizaciones representan una opción para estos sistemas de pastoreo. Resultados similares reportan Lagunes-Domínguez *et al.* (2017), quienes evaluaron

diferentes dosis de compostas y un tratamiento químico en el cultivo del maíz, los cuales encontraron diferencias en la altura de la planta y el grosor de tallo, pero solo en uno de los primeros muestreos y posteriormente se comportaron igual estadísticamente.

Con relación a la composición morfológica, en la fertilización química (T1) la mayor producción de hoja se encontró a los 50 DDC, mientras que para los tratamientos donde se utilizó fertilización orgánica fue entre los 65 y 80 días. En la última fecha de muestreo (95 días) se observó que el tratamiento químico presentó la mayor acumulación de material muerto, con 1,191.7 kg MS ha⁻¹, a diferencia de 271.6 kg que presentaron en promedio los tratamientos con fertilización orgánica. Lo anterior está relacionado con una menor calidad del forraje, ya que la fertilización química provoca una rápida disponibilidad de nutrientes, por lo que induce un mayor crecimiento en todos los componentes morfológicos y posteriormente una mayor senescencia comparado con la composta, lombricomposta y lixiviados, que permiten un crecimiento menor pero más estable en las fechas posteriores. La calidad de un forraje está directamente relacionada con la composición morfológica, ya que entre mayor sea el rendimiento de hoja con relación al tallo, la calidad del forraje será mejor (Cruz *et al.*, 2011).

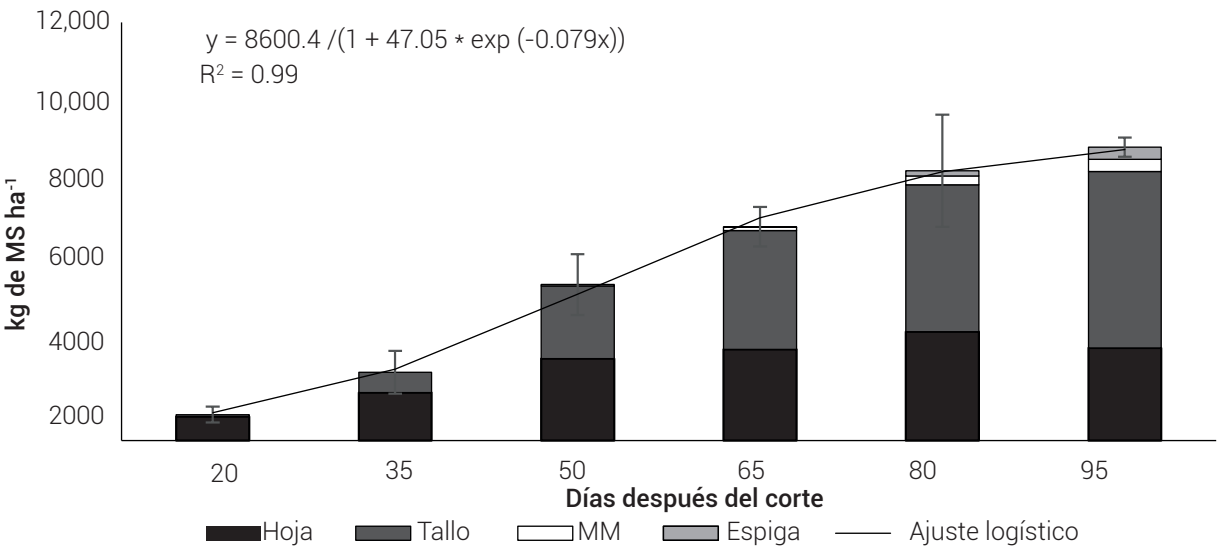


Figura 5. Acumulación de materia seca y composición morfológica del pasto Cayman en un sistema de fertilización con composta.

Cuadro 2. Relación hoja tallo del pasto Cayman en diferentes etapas de corte en diferentes esquemas de fertilización.

Tratamiento	Días después del corte					
	20	35	50	65	80	95
Composta	12.0a	2.3a	1.1a	0.8a	0.7a	0.5a
Lombricomposta	7.7a	2.5a	1.3a	0.9a	0.6a	0.4a
Composta + lixiviado	10.0a	2.0a	1.3a	0.7a	0.6a	0.8a
Químico	17.2a	2.0a	1.4a	0.9a	0.6a	0.3a

Medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Alturas en centímetros del pasto Cayman en diferentes etapas de corte en diferentes esquemas de fertilización.

Tratamiento	Días después del corte					
	20	35	50	65	80	95
Composta	25.2a	52.7a	72.0a	105.7a	110.9ab	113.1ab
Lombricomposta	25.1a	47.6a	66.7a	106.0a	113.0ab	109.5ab
Composta + lixiviado	25.0a	48.6a	68.3a	99.7a	100.8a	101.1a
Químico	27.4a	61.5a	94.3a	142.0b	137.0b	135.0b

Medias con letras iguales dentro de cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Tasas de crecimiento (kg de MS hectárea⁻¹) del pasto Cayman en diferentes fechas de corte en diferentes esquemas de fertilización.

Tratamiento	Días después del corte				
	35	50	65	80	95
Composta	86.7a	179b	118b	114c	48a
Lombricomposta	114a	116a	277c	34a	
Composta + lixiviado	127a	195b	263c	72b	
Químico	219b	224b	33a	80b	39a

Medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

Relación hoja-tallo

La relación hoja-tallo es un indicador muy importante, ya que el valor nutritivo de un forraje está relacionado con esté, pues entre mayor sea esta relación la cantidad de proteína será más alta (Araya *et al.*, 2005). Para este tipo de pasto, en todos los tratamientos la mayor relación hoja-tallo se obtuvo a los 20 DDC, de este punto en adelante dicho indicador disminuyó; sin embargo, para los cuatro tratamientos, hasta los 50 DDC aun la cantidad de hoja era mayor que la de tallo, arrojando relaciones de 1.1, 1.3, 1.3 y 1.4 para composta, lombricomposta, composta + lixiviado y químico, respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P \leq 0.05$) (Cuadro 2). No existió diferencia significativa entre los cuatro tratamientos evaluados en ninguna de las fechas de muestreo (Tukey, P

≤ 0.05). Estos resultados son similares a los conseguidos por Torres *et al.* (2020), quienes reportan una relación hoja tallo de 4.9 y 6.7 a los 28 y 35 días después de un pastoreo severo (hasta 10 cm de altura).

Altura de planta

Los tratamientos con fertilización orgánica mostraron un menor aumento gradual de la altura de planta, ya que para los 65 DDC los tres tratamientos presentaban alturas promedio de 106, 105.7 y 99.7 cm, para los tratamientos con lombricomposta, composta y composta más lixiviado, respectivamente, sin embargo, el tratamiento químico tuvo 142 cm de altura en la misma fecha, por lo que fue estadísticamente diferente (Tukey, $P \leq 0.05$), lo que se mantuvo hasta el último corte (95 DDC) (Cuadro 3). Esto se

debe a que la disponibilidad de nutrientes con tratamientos inorgánicos es inmediata, a diferencia de la composta o lombricomposta.

Las alturas promedio reportadas en este experimento son similares a las de Martínez *et al.* (2020), quienes obtuvieron para este tipo de pasto una altura promedio de 93.5 cm de altura a los 84 días después de la siembra en el Valle del Cauca en Colombia.

Tasa de crecimiento

Las tasas de crecimiento fueron similares en el caso de los tratamientos con fertilizantes orgánicos a los 35 DDC (Cuadro 4), por lo que los modelos de crecimiento se ajustaron a un tipo logístico; sin embargo, la tasa de crecimiento en el tratamiento químico fue mayor, 219.06, en el muestreo indicado, aunque en los muestreos 65, 80 y 95 DDC de la curva, las tasas son menores que las de sus primeros puntos de muestreo, por ello la curva se ajustó a un modelo tipo Gompertz.

Espinoza *et al.* (2017) evaluaron diferentes pastos, incluido el *Urochloa* cv. Cayman en diferentes localidades de Venezuela, obteniendo tasas de crecimiento promedio de 83 kg de MS ha⁻¹, la cual es similar a las obtenidas en el tratamiento con composta, que fue de 109.5 kg de MS ha⁻¹. Así mismo, para el caso de los tratamientos de composta más lixiviado y lixiviado no se incluyeron sus tasas de crecimiento en el último punto por dar un resultado negativo, lo que indica que la cantidad de materia seca a los 95 DDC para estos tratamientos fue menor que el punto anterior de la curva.

CONCLUSIONES

El pasto *Urochloa* híbrido cv. Cayman representa una opción en el municipio de San Luis Acatlán ubicado en la Región Costa Chica del estado de Guerrero, ya que los rendimientos de materia seca por hectárea van desde los 8004 a los 9562 kg. Los tres tratamientos de fertilización orgánica mostraron resultados similares al tratamiento químico, por lo que representan opciones sustentables para la producción de materia seca de este pasto. La fecha óptima de corte para el pasto Cayman con fertilización química es a los 50 DDC y para los tratamientos orgánicos entre los 50 y 65 DDC.

BIBLIOGRAFÍA

Araya M. M y F. C. Boschini (2005) Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16: 37-43, <https://doi.org/10.15517/am.v16i1.5180>

Bouathong C., M. Hare, M. Losirikul and K. Wongpichet (2011) Effect of nitrogen rates on plant growth, seed yield and seed quality of

three lines of brachiaria hybrid grass. *Khon Kaen Agriculture Journal* 39:295-306.

Cancino S. J., B. Estrada D., J. Hernández M., A. G. Limas M. y J. Garay M. (2018) Rendimiento de forraje de pasto insurgente y tres híbridos de *Brachiaria*. *Transversalidad Científica y Tecnológica* 2:110-114.

Casas G. A., D. Rodríguez y G. Afanador T. (2010) Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de los cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 23:349-358.

Cruz H. A., A. Hernández G., J. F. Enríquez Q., A. Gómez V., E. Ortega J. y N. M. Maldonado G. (2011) Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2:429-443.

Curve Expert (2014) Curve Expert Computer Software Ver. 2.2 N.p. D.d. Web, <https://www.curveexpert.net/curveexpert-professional-2-7-1-and-basic-2-2-1-released/>. (Diciembre 2021).

Espinoza F. M., J. L. Gil, J. C. Rey, M. E. Lugo, F. Molina, J. Ron, J. Vergara, R. Maldonado, C. Marín y P. Herrera (2017) Establecimiento de tres cultivares y cuatro híbridos de gramíneas forrajeras en cuatro localidades de Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 43: 25-35.

García E. (1998) Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 90 p.

González M. A., J. R. Garay M., B. Estrada D., A. Bernal F., A. G. Limas M. y S. Joaquín C. (2020) Rendimiento y contenido de proteína en forraje y ensilado de pasto Insurgente e híbridos de *Urochloa*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 24:177-189, <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2368>

INEGI (2001) Cuaderno estadístico municipal San Luis Acatlán, Guerrero. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Edición 2001. 29 p. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825934231/702825934231_1.pdf. (Diciembre 2021).

Jiménez O. M. M., L. Granados, J. Oliva, J. Quiroz y M. Barrón (2010) Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. *Archivos de Zootecnia* 59:561-570, <https://doi.org/10.4321/S0004-05922010000400009>

Lagunes-Domínguez A., J. Vilaboa-Arroniz, D. E. Platas-Rosado, G. López-Romero y A. Alonso-López (2018) Evaluación de diferentes niveles de composta como estrategia de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agroproductividad* 11:32-36.

Martínez M. C. A., N. J. Vivas Q. and S. Morales V. (2020) Agronomic response of forage mixtures in an silvopastoral system in the Colombian dry tropics. *DYNA* 87:80-84, <http://doi.org/10.15446/dyna.v87n213.79900>

Perez A., C. Céspedes y P. Núñez (2008) Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Suelo Nutr. Veg.* 8:10-29, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912008000300002>

Pizarro E. A., M. D. Hare, M. Mutimura and B. Changjun (2013) *Brachiaria* Híbridos: potential, forage use and seed yield. *Tropical Grasslands* 1:31-35, [https://doi.org/10.17138/TGFT\(1\)31-35](https://doi.org/10.17138/TGFT(1)31-35)

Quero C. A. R. (2013) Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Primera edición. Editorial del Colegio de Postgraduados. 167 p.

Rojas H. S., P. J. Olivares, G. R. Jiménez y C. E. Hernández (2005) Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Rev. Electrónica de Veterinaria* 6:1-19, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617216009>

SAS (2009) The SAS System. Release 9.1 for Windows. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

Suttie J. M. (2003) Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 336 p.

Torres S. N., M. Moctezuma V., A. R. Rojas G., M. A. Maldonado P., A. Gómez V. y P. Sánchez S. (2020) Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 24:35-46, <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>

Triviño N. J., J. G. Pérez, M. E. Recio, M. Ebina, N. Yamanaka, S. Tsuruta, M. Ishitani and M. Worthington (2017) Genetic diversity and population structure of *Brachiaria* Species and breeding

populations. *Crop Science* 57:2633-2644, <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0045>
Villegas D., N. Valbuena y M. Milla (2019) Evaluación de modelos aplicados a la producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* en

el periodo lluvioso. *Revista de Ciencias Agrícolas* 36:33-45, <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.96>

