

Producción y calidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) durante la época seca

Production and quality of maralfalfa grass (Pennisetum sp) during the dry season

LINO R. CÁRDENAS RAMÍREZ, RENÉ PINTO-RUIZ¹, FRANCISCO J. MEDINA,
FRANCISCO GUEVARA, HERIBERTO GÓMEZ, ADALBERTO HERNÁNDEZ Y JESÚS CARMONA²

RESUMEN

En los últimos años se han introducido a la región Frailesca de Chiapas algunas especies de gramíneas, particularmente del género *Pennisetum*, sin evidencias consistentes de ser las más apropiadas y productivas para los diferentes agroecosistemas de la región; tal es el caso del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*). Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la producción de materia seca a diferentes edades de crecimiento, así como la calidad del pasto maralfalfa durante la época de estiaje en Villaflores, Chiapas, durante el 2011. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$). Las mediciones de calidad incluyeron los contenidos de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), degradación ruminal de la materia seca (DgrMS) y cinética de la degradación. Los resultados demostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre edades de crecimiento para la producción de materia seca tanto en hojas como en tallos, presentando las mayores producciones a partir de los 90 días de crecimiento. La hoja presentó diferencias significativas entre edades de crecimiento ($P < 0.05$) para PC, MI y FDN y en tallo para MO, MI y FDN, con mejores valores de degradación ruminal para los dos componente a la edad de 60 días. Los valores de producción y de calidad del pasto maralfalfa fueron similares a los valores que presentan otros pastos del género *Pennisetum* utilizados en la región de estudio.

Palabras clave: pastos tropicales, materia seca, composición química.

ABSTRACT

In recent years there have been introduced to the Frailesca in Chiapas, some grass species, especially from genus *Pennisetum*, without any consistent evidence to be the most suitable and yielding to the different agroecosystems; such is the case of maralfalfa grass (*Pennisetum sp*), recently introduced. This research was carried out in Villaflores, in order to study the growth stages on dry matter yield and quality of leaf and stem components of maralfalfa grass during the dry season. This was done by using a completely randomized design with five treatments (growth stages) and three replicates per treatment. A comparison of means was performed through a Tukey multiple range test ($P < 0.05$). Quality measurements included crude protein (CP), organic matter (OM), inorganic matter (IM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and in situ degradation of dry matter (DM). The results showed significant differences ($P < 0.05$) between growth stages for the production of DM in both leaves and stems, and presented the greatest production rates from 90 days of growth onwards. The leaf component showed significant differences between growth stages ($P < 0.05$) for CP, IM and NDF; and for the stem component in OM, IM and NDF; with best values in rumen degradation for both components at 60 days. The production and quality values for the maralfalfa grass were similar to those presented by other *Pennisetum* grasses already used in the region.

Keywords: tropical grasses, dry matter, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

La Depresión Central de Chiapas se caracteriza por ser predominantemente una región de trópico seco, en la cual el 40% de la superficie dedicada a la ganadería está ocupada por pastizales introducidos, y el 60% restante por pastizales nativos, con un sistema de producción animal caracterizado como de doble propósito cuya alimentación se basa en pastos ya sea de corte o directamente en pastoreo (Espinosa, 1987).

Debido a estas circunstancias, en la época de estiaje, que comprende prácticamente de noviembre a mayo, la alimentación del ganado se encuentra seriamente limitada debido a una

distribución desigual de la producción y composición química de los pastos. Ante ello, existen alternativas como es la introducción de especies forrajeras con mayor producción de biomasa y mejor valor nutritivo. Al respecto, en los últimos años se han introducido a la región algunas especies de gramíneas, sobre todo del género *Pennisetum* (CT-115, OM-22, CT-169), pero no existen evidencias consistentes de que sean las más apropiadas y rendidoras para los diferentes agroecosistemas en la región de referencia, debido a que no se han realizado estudios suficientes que así lo demuestren.

Un caso de interés es el relacionado con el pasto maralfalfa, el cual ha sido promocionado

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Villaflores-Ocozacoautla Km 7.5. Apartado Postal 63. Villaflores, Chiapas; México. C.P. 30470. Correo-e: pinto_ruiz@yahoo.com.mx

² El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). San Cristóbal de Las Casas, Chiapas; México.

como un híbrido de gran potencial para aumentar la producción animal, sin contar con una investigación sistemática que demuestre su productividad de biomasa o valor nutritivo, valores que permitan recomendar su utilización como una alternativa forrajera. Con la finalidad de caracterizar al pasto maralfalfa bajo condiciones ambientales locales, en el presente trabajo se evaluó su producción de biomasa y composición química durante la época de estiaje a diferentes edades de crecimiento, en el municipio de Villaflores, localizado en la región Frailesca del estado de Chiapas; México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se efectuó en el rancho "El Paraíso", localizado en el municipio de Villaflores, Chiapas, entre los paralelos 16° 11' y 16° 32' de latitud norte y los meridianos 93° 05' y 93° 47' de longitud oeste, con una altitud promedio de 610 m.s.n.m. El clima predominante de la zona es cálido subhúmedo (aw), con lluvias en verano, con una precipitación pluvial total anual de 1,182 mm y una temperatura media anual de 25.5 °C (INEGI, 1994).

Inicialmente se realizó un análisis químico del suelo en la parcela donde se encuentra establecida la gramínea en estudio; para ello se tomaron submuestras del suelo a una profundidad de 30 cm, para posteriormente uniformizarlas y obtener una muestra compuesta, la cual fue obtenida para conocer sus características físicas y químicas. El establecimiento del pasto se realizó en el mes de julio de 2011, preparándose el terreno con un paso de arado y dos de rastra; además, fue fertilizado con una cantidad equivalente a 20 t/ha-1 de estiércol de bovino. Posteriormente se efectuó la siembra con material vegetativo de dicha gramínea (proveniente de Huimanguillo, Tabasco). El control de malezas se realizó de forma manual y no se le aplicó riego al cultivo.

Para evaluar al pasto en estudio se hicieron cinco muestreos que correspondieron a cinco edades de crecimiento (30, 60, 90, 120 y 150 días), con cortes a una altura de 30 cm sobre el suelo. La unidad experimental fue de 50 m², constituida de seis surcos de 10 m lineales cada uno de ellos y separados entre sí a un metro. Cada muestra consistió en el total de plantas que se encontraron en los cuatro surcos centrales, eliminando los surcos de la orilla y un me-

tro al inicio y final de cada surco. Se contó con tres repeticiones (unidades experimentales) por cada edad de crecimiento. En cada muestreo se separaron los componentes hoja y tallo. El inicio de los muestreos se realizó en el mes de diciembre de 2011.

Para evaluar la producción de biomasa se pesó la materia verde producida en la superficie de muestreo, para luego estimar la producción por hectárea (t/ha-1). Posteriormente se tomaron submuestras de 250 g que fueron secadas a 60 °C durante 24 h en estufa de aire forzado, con la finalidad de determinar el porcentaje de materia seca según lo recomendado por la A.O.A.C. (1990) y con ello estimar la producción de materia seca (t/ha-1).

Para conocer la calidad se utilizaron los componentes hoja y tallo, separados al momento del muestreo de producción. En cada caso, se tomaron muestras de 500 g, las cuales se procesaron en un molino tipo Wiley, utilizando una malla de 2 mm y se les determinó el contenido de proteína cruda (PC) de acuerdo con la técnica del Micro Kjeldahl (Bateman, 1970), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), determinadas según la técnica de Van Soest y Robertson (1991), cenizas (CE) y materia orgánica (MO), determinada según los procedimientos descritos de la A.O.A.C. (1990). Los análisis anteriores se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas y en el laboratorio de suelos y plantas de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur).

La degradación ruminal de la materia seca de la hoja y tallo del pasto fue estimada para cada tratamiento utilizando la técnica de la bolsa de nylon (Ørskov y McDonald, 1979). Los periodos de incubación se iniciaron de manera regresiva con la hora 96, 72, 48, 24, 12 y 6 para el estado joven, y 120, 96, 72, 48, 24, 12 y 6 para el estado maduro, finalizándose con la hora 0, después de la cual todas las bolsas fueron removidas del rumen animal e inmersas en agua fría (4 °C) para detener la actividad microbiana. El porcentaje de degradación de la Materia Seca (DgrMS) de cada periodo de incubación se calculó por la diferencia entre el peso de la muestra inicial y el peso del residuo del periodo de incubación respectivo (Ash, 1990), utilizando la fórmula siguiente: Degradación *in situ* (%): $(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / (\text{peso inicial}) \times 100$. Para este estudio

se utilizaron tres toros enteros con encaste típico de la región Cebú x Suizo provistos con una cánula permanente en el rumen, con una edad y peso vivo promedio de 2 años y 250 kg, respectivamente.

Los valores de DgrMS se ajustaron a un modelo general de tres fracciones en el que se basa el programa computacional Neway, del Instituto Rowett, desarrollado por Chen (1997) para obtener los valores de cinética ruminal con base en la siguiente fórmula: $P = a + (bc/(c+k))$

Donde: P= Porcentaje de degradación a tiempo t.

a= Intercepto que representa la fracción rápidamente soluble.

b= Fracción insoluble, pero potencialmente degradable con el tiempo.

c= Tasa de degradación de b.

k= Tasa de flujo

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos (edades de crecimiento) y tres repeticiones (muestras) por cada componente (hoja y tallo), dentro de cada tratamiento. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0.05$), para ello fue utilizado el paquete estadístico SAS (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características químicas y físicas del suelo del área experimental donde se estableció el pasto maralfalfa se presentan en el Cuadro 1. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM 021-REC-NAT-2000, en éste se aprecia un contenido alto de nitrógeno total (N) en el suelo, lo cual podría asociarse con el redimiendo potencial esperado del pasto. El contenido de fósforo (P), importante en procesos metabólicos de respiración y fotosíntesis, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular, presentó también valores altos, lo que garantiza una buena asimilación por parte de la planta. En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), este suelo presenta un porcentaje medio, el cual es un indicativo del contenido de nitrógeno en el suelo, de su actividad biológica y física, a la vez que es un buen indicador

de la capacidad de intercambio catiónico (Arévalo et al., 2008). Cuando el contenido de MO es medio o alto, se puede pensar en una mejor retención de agua en el suelo debido a su mejor estructura (Arévalo et al., 2008). En general, el análisis del suelo indica que no existieron limitaciones edáficas que afectaran el desarrollo de la especie.

Producción de biomasa del pasto maralfalfa

La producción de biomasa en base seca de las fracciones hoja y tallo del pasto maralfalfa a diferentes edades de crecimiento se presentan en el Cuadro 2. En dicho cuadro se observa que el mayor rendimiento de MS para el componente hoja (8.11 t/ha-1) se obtuvo a una edad de crecimiento de 150 días, diferenciándose así estadísticamente ($P < 0.05$) de las otras edades de crecimiento, mientras que los valores menores de rendimiento de MS fueron obtenidos a una edad temprana (2.05 y 2.24 t/ha-1 para 30 y 60 días de crecimiento, respectivamente). Para el caso del componente tallo los análisis estadísticos evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$), presentando las edades de crecimiento de 90, 120 y 150 días los más altos valores de producción (15.76, 15.84, 12.09 t-1/ha-1, respectivamente), en comparación con las edades tempranas de 30 y 60 días de crecimiento (2.72 y 4.20 t-1/ha-1, respectivamente).

Este crecimiento no fue proporcional debido a que la producción de tallos superó a la producción de hoja. Estos resultados coinciden con los de Araya y Boschini (2005) cuando éstos evaluaron la producción de forraje y calidad nutritiva de accesiones de *Pennisetum purpureum*, encontrando que los pastos king grass, gigante y Taiwán tuvieron un comportamiento cíclico de aumento en kg/ha-1 corte-1 de materia seca en hoja a los 84, 112 y 140 días de edad, reportando que la mayor producción de MS siempre se obtuvo para el componente tallo.

Los valores encontrados en el presente estudio de la producción promedio del componente hoja durante las cinco edades de crecimiento fue de 3.74 t/ha-1 (Cuadro 2), valor inferior a

Cuadro 1. Características físico-químicas del suelo cultivado con maralfalfa

N Total %	P mg/kg	MO %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Densidad Aparente g/ml
0.22	11.02	2.64	55.6	18.4	26.0	Arcillo Arenoso	1.35

N (suelos no volcánicos) = Alto (0.16-0.25%); P = Alto (>10 mg de P/kg de suelo); MO (suelos no volcánicos) = Medio (1.6-3.5%); según NOM-021-REC-NAT-2000

Cuadro 2. Rendimientos promedio obtenidos de materia seca (t/ha-1) de los componentes hoja-tallo del pasto maralfalfa

Edad (días)	Hoja	Tallo	Total
30	2.05c	2.72b	4.78b
60	2.24c	4.20b	6.43b
90	2.43bc	15.76 ^a	18.20a
120	3.90b	15.84 ^a	19.74a
150	8.11 ^a	12.09 ^a	20.20a
Promedio	3.74	10.12	13.87

Medias en la misma columna con diferente literal son estadísticamente diferentes (Tukey, P<0.05).

la producción de los pastos Taiwán, king grass y gigante (5.04, 5.09 y 4.00 t/ha-1, respectivamente), pero superior a la producción de los pastos enano (*P. purpureum* cv. Mott) y Camerún (*Pennisetum* sp) (2.87 y 2.46 t/ha-1, respectivamente), evaluados durante seis edades de crecimiento por Araya y Boschini (2005). En cuanto a la producción del componente tallo durante las cinco edades de crecimiento (10.12 t/ha-1), estos mismos autores reportan valores inferiores para los pastos Taiwán, gigante, enano y Camerún (8.18, 8.23, 1.78 y 4.47 t/ha-1, respectivamente), y un valor superior para el pasto king grass (10.16 t/ha-1).

En ese mismo sentido, Fariá et al. (2007), evaluando la producción forrajera de cuatro genotipos de *P. purpureum*, reportan valores superiores para el pasto maralfalfa (9.28 y 11.19 t/ha-1 para hoja y tallo, respectivamente) manteniendo una tasa media de crecimiento por encima de los 113 kg/ha1/día-1, al igual que para el pasto Camerún (10.61 y 11.76 t/ha-1 para hoja y tallo, respectivamente); por otro lado, valores superiores para el componente hoja (7.08 y 7.67 t/ha-1), pero inferiores para el componente tallo (4.5 y 9.42 t/ha-1), son reportados por estos mismos autores para los pastos enano y king grass, respectivamente.

Los valores de producción de MS obtenidos muestran que el pasto maralfalfa presentó un

incremento lineal, lo que significa que conforme se incrementa la edad de la planta, existe un incremento en los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) afectando a la producción de MS. Sin embargo, pueden influir otras causas como: la disponibilidad de agua, desarrollo del sistema radicular de la planta y época del año; éstos pueden producir cambios morfológicos como la disminución de láminas foliares y el aumento de los haces vasculares (Valenciaga et al., 2009).

Composición química del pasto maralfalfa

Composición química de la hoja

Los datos de composición química de la hoja se detallan en el Cuadro 3. En dicho cuadro se observa que el contenido de PC de la hoja presentó los valores estadísticamente (P<0.05) más altos a los 30 días de edad (12.03%), siendo diferentes (P<0.05) a los valores obtenidos en las diferentes edades evaluadas, mientras que los valores más bajos se encontraron para 90, 120 y 150 días (8.24, 8.17 y 8.12, respectivamente), los cuales fueron estadísticamente similares entre sí (P>0.05).

Los rangos de valores encontrados para MO fueron de 91.08 a 92.86% para las edades de crecimiento de 120 y 60 días, respectivamente,

Cuadro 3. Composición química promedio (% en base seca) de la hoja del pasto maralfalfa a cinco edades de crecimiento

Edad (días)	PC	MO	MI	FDN	FDA
30	12.03a	92.66 ^a	7.34a	63.89ab	26.35a
60	9.54b	92.86 ^a	7.13 ^a	62.06bc	27.04a
90	8.24c	92.47 ^a	7.52 ^a	65.11a	30.12a
120	8.17c	91.08b	8.91 ^a	61.34c	26.02a
150	8.12c	92.42 ^a	7.57 ^a	63.36abc	27.89a
Promedio	9.80	92.29	7.69	63.15	27.48

Medias en la misma columna con diferente literal son estadísticamente diferentes (Tukey, P<0.05).

PC: Proteína Cruda; MO: Materia Orgánica; MI: Materia Inorgánica; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácida.

siendo este último, estadísticamente diferente ($P < 0.05$) a las demás edades de crecimiento. Los rangos de valores de la MI (Materia Inorgánica) fluctuaron de 7.13% para la edad de 60 días a 8.91% para la edad de 120 días, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($P > 0.05$).

Los rangos de valores de FDN fluctuaron de 61.34% para la edad de 120 días a 65.11% para la edad de 90 días, siendo este último valor estadísticamente igual ($P > 0.05$) a los valores encontrados para 30 y 150 días de crecimiento (63.89 y 63.36%, respectivamente). En cuanto a los rangos de valores de la FDA, se obtuvo el valor más bajo a la edad de 120 días (26.02%) y el valor más alto a la edad de 90 días (30.12%), sin reportarse diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P > 0.05$).

En los resultados relacionados con el contenido de PC de la hoja, encontrados en el presente estudio, es evidente que los cambios ocurren de acuerdo con la edad de crecimiento, observándose con claridad la disminución del contenido promedio de proteína, a medida que la planta madura. Este efecto es probable que se deba al incremento de los carbohidratos estructurales; lo anterior es consecuente de los factores ambientales, tales como precipitación, horas luz y temperatura; además, se sabe que con la edad las plantas producen cambios morfológicos, tales como disminución de las láminas foliares y aumento de los haces vasculares.

Araya y Boschini (2005) evaluaron la producción y calidad nutricional de variedades de *P. purpureum* en la meseta central de Costa Rica, en la época final de la temporada de lluvias, teniendo como resultado valores de PC en hoja a los 70, 84, 98, 126 y 140 días de crecimiento, respectivamente; de 14.51, 15.21, 14.33, 12.17 y 11.62% para el pasto Taiwán; 14.81, 15.26, 14.60, 11.10 y 10.48% para el pasto king grass; 17.95, 17.96, 14.91, 14.40 y 10.58% para el pasto gigante; 18.26, 15.26, 12.52, 10.04 y 8.38% para el pasto enano, y 17.28, 15.87, 14.56, 11.05 y 11.48% para el pasto Camerún; valores que son muy superiores a los encontrados en este estudio para el pasto maralfalfa.

El análisis para MO del presente estudio ofrece valores muy por arriba de lo reportado por Gómez y Gómez (2007) (76.49, 80.10 y 78.30% para 30, 60 y 90 días de rebrote, respectivamente) al evaluar *P. purpureum* CT-115. Por otra parte, los resultados obtenidos de MI son valo-

res muy inferiores a los encontrados por Ibarra y León (2001), quienes estudiando dos variedades de *P. purpureum* reportan para Taiwán 801-4 valores de 13.91, 14.27 y 12.03%, para Taiwán 144 valores de 15.59, 14.01 y 12.2% para edades de crecimiento de 45, 60 y 75 días, respectivamente. Un aspecto que puede influir en el contenido de MI es la capacidad que tenga esta planta de absorber los elementos minerales del suelo, lo cual estaría determinado, entre otros factores, por el contenido de los mismos en el suelo y por el desarrollo de su sistema radicular.

Los valores para FDN en hoja encontrados en este estudio son mayores a los encontrados por Heredia y Paladines (2006), quienes evaluaron la respuesta del pasto maralfalfa a la fertilización nitrogenada reportando 66.8% a una distancia de siembra de 0.50 m y un valor inferior de 61.0% para la distancia de siembra de 0.80 m.

González et al. (2011) evaluaron el pasto elefante (*Pennisetum sp*) y reportan valores de FDA con una clara tendencia a aumentar con la edad de madurez del cultivar (25.1, 32.9, 39.9, 37.3 y 45.4% para la edad de crecimiento de 14, 28, 42, 56 y 70 días, respectivamente), similar a lo encontrado en este trabajo. Al respecto, Broderick y Cochran (2000) mencionan que el proceso de maduración de las gramíneas afecta su valor nutritivo, ya que durante la maduración se acumulan concentraciones de fibra. Las altas temperaturas y radiación solar, probablemente provocaron un desarrollo más vigoroso del pasto en estudio, acelerando el proceso de maduración de la planta, evidenciándose así diferentes valores numéricos entre edades de crecimiento.

Composición química del tallo

La composición química del tallo se presentan en el Cuadro 4, en el que se aprecia que el contenido de PC varió de 4.22 a 8.65%, no encontrándose diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Respecto a los valores de MO, éstos fluctuaron de 91.33% para la edad de 30 días a 94.82% para la edad de 90 días; la concentración de MI fue menor a la edad de 90 días (5.18%) y mayor a la edad de 30 días (8.67%) encontrándose diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los tratamientos evaluados.

Respecto a los valores de FDN, el valor más bajo se encontró a la edad de 30 días (51.71%) mientras que el más alto (65.66%) a los 120 días, encontrándose diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Con respecto a los valores de la FDA, éstos fueron aumentando

Cuadro 4. Composición química del tallo (% en base seca) del pasto maralfalfa a cinco edades de crecimiento

Edad (días)	PC	MO	MI	FDN	FDA
30	8.65 ^a	91.33d	8.67 ^a	51.71e	25.86b
60	5.45 ^a	93.92b	6.08c	61.33d	36.29 ^a
90	4.22 ^a	94.82a	5.18d	64.10b	36.38 ^a
120	4.49 ^a	94.07b	5.93c	65.66 ^a	37.53 ^a
150	6.71 ^a	93.00c	7.00b	62.5c	38.64 ^a
Promedio	5.90	93.42	6.57	61.06	34.94

Medias en la misma columna con diferente literal son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).
PC: Proteína Cruda; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácida; MO: Materia Orgánica; MI: Materia Inorgánica.

conforme a la edad de crecimiento del pasto, te- niéndose el mínimo valor (25.86%) a los 30 días, siendo estadísticamente diferente ($P < 0.05$) a todas las demás edades de crecimiento.

Los datos de PC del tallo obtenidos en el presente estudio son ligeramente mejores que los presentados para el king grass (*P. purpureum*) por Chacón y Vargas (2009), quienes reportaron valores de 3.75, 3.10 y 3.29 para 60, 75 y 90 días de crecimiento, respectivamente. La variación en los contenidos de PC para el componente tallo es explicada por un descenso de la actividad metabólica que experimentan los pastos a medida que avanza la edad de crecimiento y, con ésta, la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes (Herrera, 1981).

El análisis de la MO del presente estudio ofrece valores muy por arriba de los reportados por Gómez y Gómez (2007) (85.36 y 83.10% para 60 y 90 días de rebrote, respectivamente) al evaluar el *P. purpureum* CT-115. Chacón y Vargas (2009), al evaluar al king grass (*P. purpureum*), obtuvieron valores de MI (12.76, 11.94 y 10.86% para 60, 75 y 90 días de edad) que superan a los encontrados en el presente estudio.

Por su lado, Faría et al. (2007), al evaluar cuatro germoplasmas de *P. purpureum* (enano, morado, king grass y maralfalfa) reportan valores de FDN (59.92, 60.48, 60.90 y 59.09%, respectivamente) similares a los encontrados en el presente estudio, afirmando que son cultivares de muy buena calidad por mostrar valores por debajo de otros cultivares de king grass y de otros géneros de gramíneas en condiciones tropicales.

Los valores de FDA aumentaron con la edad del forraje, siendo valores muy inferiores a lo reportado por Chacón y Vargas (2009) (49.77, 54.61 y 56.71% para 60, 75 y 90 días de crecimiento, respectivamente) al evaluar king grass.

Características de la degradación ruminal del maralfalfa

La técnica de degradación *in situ* fue utilizada para obtener datos de la degradación del pasto maralfalfa en diferentes tiempos (6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas). Es importante mencionar que una parte del alimento incubado escapa de la bolsa y no necesariamente se puede hablar de una degradación completa; por lo tanto, los resultados deben ser tratados con el debido cuidado y, en general, usados como indicadores cualitativos de los principios generales de la actividad microbiana (Ørskov et al., 1980).

Se realizó el análisis de la degradación ruminal de la MS únicamente para dos edades de crecimiento (60 y 150 días). Se describe la degradación ruminal de la materia seca (DRMS) para esas dos edades de crecimiento, únicamente para el tiempo de 24 h, por ser un horario promedio cuando se alcanza la asíntota de degradación (Ørskov et al., 1980).

En el Cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos de la degradación ruminal de la hoja. El análisis estadístico muestra diferencias significativas ($P < 0.05$), presentándose una mayor degradación a una edad más temprana (60 días). Como se aprecia, el valor más alto de degradación ruminal de la MS a las 24 h de permanencia en el rumen, se presentó a la edad de crecimiento de 60 días (64.2%), y conforme la edad del pasto fue mayor (150 días), la degradación fue en descenso (57.33%). Correa (2006) menciona que al evaluar la degradación ruminal de la MS del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) a los 56 y 105 días de edad, encontró resultados de 65 y 58%, respectivamente, con un periodo de incubación de 24 h, resultados muy similares a los aquí encontrados.

Por su parte, Olivera (2006) indica que esto puede explicarse como consecuencia de una

Cuadro 5. Efecto de la edad de crecimiento sobre la degradación ruminal de la materia seca (%) a 24 h de la hoja y tallo del pasto maralfalfa

Edad de crecimiento (días)	Hoja (DgrMS)	Tallo (DgrMS)
60	64.2 ^a	53.44 ^a
150	57.33 ^b	41.72 ^b

Medias en la misma columna con diferente literal son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0.05$).
DgrMS: Degradación ruminal de la materia seca.

menor degradación de los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) producida por el bloqueo que ejerce la lignina sobre la acción enzimática de los microorganismos del rumen. Estas afirmaciones se puede apreciar en la Figura 1, en la que se muestra el comportamiento de la degradación de los componentes (hoja y tallo) del pasto maralfalfa, obteniéndose para el componente hoja, valores altos a la edad de 60 días y consecuentemente los menores valores a los 150 días. Los valores encontrados en el presente trabajo concuerdan con reportes mencionados por Moreno y Pérez (1996), quienes señalan que la disminución de la desaparición de la MS se debe a la edad de la planta, respuesta debida a la cantidad de lignina presente en la fibra, la cual se acentúa con la madurez del pasto y se ve favorecida por presentarse un déficit hídrico.

En el mismo se muestran los resultados obtenidos de la degradación ruminal de la MS del tallo a 24 h. El análisis muestra diferencias significativas ($P < 0.05$), presentándose una mayor degradación ruminal a una edad más temprana (60 días). Los resultados de degradación obtenidos en el presente estudio son valores inferiores a los encontrados por Heredia y Paladines (2006) en el pasto maralfalfa, quienes reportaron un valor promedio en tallo de 80.5% a 24 h de incubación.

Gómez y Gómez (2007) indican que al evaluar la degradación de la MS del pasto CT-115 a una edad de 60 días, obtuvieron porcentajes de degradación a las 24 h de incubación de 32.31%, valor muy inferior a los encontrados en el pasto maralfalfa.

En la Figura 1 se aprecia gráficamente el comportamiento de la degradación ruminal de la MS del tallo del pasto maralfalfa, encontrándose los más altos valores a la edad de 60 días y los menores valores a los 150 días, observándose siempre valores superiores para el componente hoja en comparación con el componente tallo.

Con relación a los parámetros de degradación ruminal de la hoja, es necesario mencionar que el valor de la fracción soluble "a" corresponde al intercepto de la curva, por ejemplo, el material que desaparece inmediatamente en el rumen y fluye sin ocupar un gran volumen del rumen. En contraste, "b" es la fracción insoluble pero potencialmente degradable. El potencial de degradación dado por el valor de "a+b" representa la cantidad de MS, la cual puede disolverse y degradarse dentro del rumen si el tiempo no es factor limitante y la tasa de degradación con la cual se degrada la MS en el rumen es descrita por "c" (Ørskov y Ryle, 1990).

Los resultados de las constantes de degradación ruminal de la MS, de la hoja del pasto

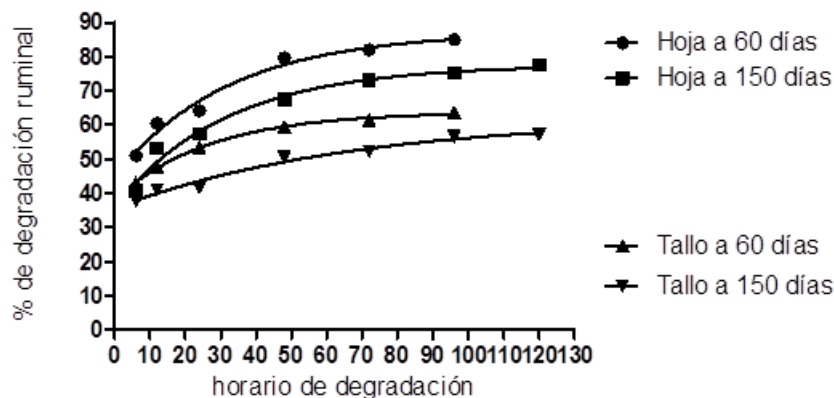


Figura 1. Degradación ruminal de la hoja y tallo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) a dos edades de crecimiento durante la época seca.

maralfalfa, se muestran en el Cuadro 6. El resultado obtenido de la fracción soluble (a), para las dos edades de crecimiento, son inferiores a los valores reportados por Correa (2006), afirmando que la fracción soluble (a) de la MS del pasto maralfalfa a los 56 días fue mayor que la observada a los 105 días de crecimiento (33.3 y 22.8%, respectivamente). De la misma manera, la fracción "a" hallada en este trabajo fue más alta que la reportada por Correa et al. (2004) para el pasto maralfalfa cosechado a 70, 90 y 110 días de rebrote (17.3%).

Considerando los valores obtenidos de "a" para la edad de crecimiento de 60 días (44.77%), se aprecia que fue mayor en comparación con la obtenida a los 150 días de crecimiento (36.05%), lo cual podría indicar ventajas comparativas sobre el consumo voluntario de los animales, ya que se conoce que la fracción soluble corresponde mayormente a contenido celular y contribuye muy poco al llenado del rumen, lo que permitirá mayor espacio disponible en el rumen, y, por tanto, un mayor consumo voluntario (Ørskov y Ryle, 1990).

En cuanto a la fracción degradable con el tiempo (b), Correa et al. (2004) reportan para el pasto maralfalfa un valor de 57.3%. Al respecto, Correa (2006) reporta para este mismo pasto 56.9 y 52.4% para las edades de crecimiento de 56 y 105 días, respectivamente; valores muy superiores a los encontrados en el presente estudio.

Gómez y Gómez (2007), al evaluar el pasto CT-115 (*Pennisetum sp*), reportan valores superiores a los encontrados en el presente estudio para la fracción degradable con el tiempo (b) (60.61 y 60.16% para 60 y 90 días de crecimiento, respectivamente), para la tasa de degradación (c) (.057 y .063% h⁻¹ para 60 y 90 días de crecimiento, respectivamente) y valores inferiores tanto para la fracción soluble (a) (12.27 y 8.61% para 60 y 90 días de crecimiento, respectivamente), como para el potencial de degradación (a+b) (72.88 y 68.77% para 60 y 90 días de crecimiento, respectivamente).

Los resultados obtenidos de los parámetros de degradación ruminal de la MS del tallo del maralfalfa, se presentan en el Cuadro 7. En dicho cuadro se aprecia que a la edad de 60 días se obtienen los valores más altos para "a", "a+b" y "c" en comparación con los valores encontrados cuando el pasto presentaba una edad de 150 días. Sin embargo, para la fracción degradable con el tiempo (b) es superior el valor encontrado a los 150 días de edad.

Los resultados demuestran valores similares de la fracción "a+b" para 60 y 90 días de crecimiento. Por otra parte, las tasas de degradación (c) fueron menores conforme la edad de crecimiento fue mayor. Sin embargo, se sabe que alimentos con similar potencial de degradación no necesariamente tendrán las mismas tasas de degradación, ya que la tasa de degradación ru-

Cuadro 6. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca (%) de la hoja del maralfalfa a diferentes edades de crecimiento

Edad de crecimiento (días)	Parámetros			
	a %	b %	a+b %	c (/h)
60	44.77	42.42	87.19	.0310
150	36.05	41.50	77.55	.0316

a: fracción soluble en el rumen; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable en el tiempo; a+b: potencial de degradación; c: tasa de degradación de b.

Cuadro 7. Parámetros de degradación ruminal de la materia seca (%) del tallo del maralfalfa a diferentes edades de crecimiento

Edad de crecimiento (días)	Parámetros			
	a %	b %	a+b %	c (/h)
60	38.13	25.68	63.81	.0372
150	35.57	26.52	62.09	.0150

a: fracción soluble en el rumen; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable en el tiempo; a+b: potencial de degradación; c: tasa de degradación de b.

minal está relacionada con la actividad microbiana presente en el rumen de cada animal. Esto indica que a nivel ruminal existieron condiciones adecuadas que maximizaron la actividad microbiana en las muestras.

CONCLUSIONES

En función de los resultados arrojados, y considerando las condiciones bajo las cuales se desarrolló este trabajo, se concluye que el mejor aprovechamiento del pasto maralfalfa es a partir de los 90 días de crecimiento por la mayor producción de materia seca total (hoja + tallo), la cual contribuye a la vez con una mayor calidad ofrecida. Además, los valores obtenidos indican que la producción de materia seca y la calidad del pasto maralfalfa fueron similares a los valores que presentan otros pastos de corte del género *Pennisetum* utilizados en la región de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Fidel León Díaz, propietario del rancho "El Paraíso", localizado en el municipio de Villaflores, Chiapas, por las facilidades prestadas para realizar el presente trabajo.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington, D.C., U.S.A.
- Araya, M. y C. Boschini. 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.
- Arévalo, G.; Castellanos, M.; Cruz, E. 2008. Interpretación de los resultados de un análisis de suelo. *Nutrición vegetal*, en: <http://www.slideshare.net>
- Ash, A.J. 1990. The effect of supplementation with leaves from the leguminous trees *Sesbania grandiflora*, *Albizia chinensis* and *Gliricidia sepium* on the intake and digestibility of Guinea hay by goats. *Anim. Feed. Sci. and Tech.* 28: 225-232.
- Bateman, J.V. 1970. *Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos.* Ed. Herrero-Hernández. México. 60 pp.
- Broderick, G.A. y R.C. Cochran. 2000. *In vitro* and *in situ* methods for estimating the digestibility with reference with a protein degradability, en: Theodorou M.K. y J. France, 2000, *Feeding systems and feed evaluation models.* CAB, p. 53.
- Chacón, P.; Vargas, C. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* CV. king grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2): 399-408.
- Chen, X.B. 1997. *Neway user manual.* International Feed Resources Unit. Rowett Research Institute, UK.
- Correa, H.J. 2006. Cinética de la liberación ruminal de macrominerales en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development.* 18 (6):101-117.
- Correa, H.J.; Cerón, J.M.; Arroyave H.; Henao, Y.; López, A. 2004. Pasto maralfalfa: mitos y realidades, en: IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín, Noviembre 10 y 11: 231-274.
- Espinosa, M.E. 1987. *Introducción y evaluación agronómica de pastos tropicales en la depresión central de Chiapas.* Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 pp.
- Faría, M.J.; B. González y Z. Chirinos. 2007. Producción forrajera de cuatro germoplasmas de *Pennisetum purpureum* en sistemas intensivos bajo corte. *Memorias XII Jornada de Producción Animal.* AIDA.
- Gómez, L.I. y Gómez, P.J. 2007. Evaluación del valor nutritivo del *Pennisetum purpureum* CT-115 como recurso forrajero en Villa Corzo, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. UNACH. 71 pp.
- González, I.; Betancourt, M.; Fuenmayor, A. y María, L. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum sp*) en el noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Tropical.* 29(1): 103-112.
- Heredia, P.N. y O. Paladines. 2006. Respuesta del pasto maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra. *Rumipamba*, vol. XXI, nº 1.
- Herrera, R.S. 1981. Influencia de la fertilización nitrogenada y edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* vc. coast cross). Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, p. 83.
- Ibarra, G. y J. León. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum*: Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secano. *Prod. Anim.*, 13(1): 31-34.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1994. *Ganadería en Chiapas. VIII Censo Agropecuario.* México, D.F. p. 50.
- Moreno, J.G. y Pérez, P.J. 1996. El pastoreo en la producción de ganado bovino. Ed. Universidad Autónoma de Chiapas, México, p. 102.
- Olivera, L.O.F. 2006. Desempeño, consumo, dinámica ruminal y cinética de degradación de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, en bovinos de corte suplementados con proteínas. Tesis Doctoral. Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil. 93 pp.
- Ørskov, E.R.; D. Hovell y F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de alimentos. *Producción Animal Tropical.* 5: 213.
- Ørskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92: 499-503.
- Ørskov, E.R. y Ryle, M. 1990. Towards future feed evaluation systems. In: *Energy nutrition of ruminants.* (Editor: Ørskov, E.R. y Ryle, M.) Elsevier applied science. London y New York, pp.105-144.
- Padilla, G. s/f. Interpretación de análisis de suelos y foliar para generar un programa de fertilización, en: <http://www.clinica-agricola.com.mx>
- S.A.S. 1994. *User's guide.* 4th ed. Statistical Analysis System Institute. Inc. North Carolina. U.S.A., p. 470.
- Valenciaga, D.; B. Chongo y A. Oramas. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas.* 43: 1.
- Van Soest, P.J. y Robertson, J.B. 1991. *Analysis of forages and fibrous foods.* Laboratory manual for animal science. Cornell University. U.S.A. 613: 165.