



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

**TESIS**

**Calidad nutritiva de *Pennisetum sp.* verde y ensilado con fertilización orgánica para rumiantes de la península de Yucatán**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS  
EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES**

**PRESENTA  
Enma Noemí de la Cruz Chi**

**Chiná, Campeche, México abril de 2022**



Calle 11 s/n entre 22 y 28, C.P. 24520 Chiná, Campeche. Tel. (981) 82-72052 y 82-72082  
e-mail: [dir\\_china@tecnm.mx](mailto:dir_china@tecnm.mx) [tenm.mx](http://tenm.mx) | [china.tecnm.mx](http://china.tecnm.mx)



**2022** Ricardo  
Flores  
Año de  
Magón  
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Chiná, Campeche, **25/marzo/2022**  
OFICIO: **Tesis MCAGS-12**  
ASUNTO: **Aprobación**

**C. ENMA NOEMÍ DE LA CRUZ CHI**  
PRESENTE

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo del trabajo de tesis denominado "Calidad nutritiva de *Pennisetum sp.* verde y ensilado con fertilización orgánica para rumiantes de la península de Yucatán". Es aprobado como requisito parcial para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles.

Sin más por momento le envió un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica*  
*Aprender Produciendo*



**JOSÉ JAVIER PERALTA COSGAYA**  
DIRECTOR  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

JJPC/MGRA/JFMP



## COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este Comité y presentado por la C. Enma Noemí De la Cruz Chi como requisito parcial para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles el día 25 de marzo del año 2022 en Chiná Campeche.

Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina  
Presidente

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Ricardo Chiquini Medina'.

Dr. Benito Bernardo Dzib Castillo  
Secretario

A handwritten signature in blue ink, consisting of a dense, circular scribble of lines.

MC. Nelson Jesús Pech May  
Vocal


A handwritten signature in blue ink, featuring a large, looped initial 'N' followed by a long, thin horizontal stroke.

Vocal suplente  
M.A.P.T. Jesús Froylán Martínez Puc

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping, horizontal strokes.

## DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en el presente documento deriva de los estudios realizados para alcanzar los objetivos planteados en mi trabajo de tesis, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná. De acuerdo a lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná. Por otra parte, de acuerdo a lo manifestado, reconozco de igual manera que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de la información generada en el desarrollo del presente estudio, le pertenecen patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná de manera que si se derivasen de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se registrarán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.

Firma:  \_\_\_\_\_

Nombre: Enma Noemi de la Cruz Chi

## Resumen

En la actualidad existe una elevada demanda de alimento, tanto de concentrados comerciales como de pastos de excelente calidad para la ganadería nacional, sin embargo esto representa un costo más elevado debido al contenido nutricional de estos concentrados, por lo que los productores no siempre están dispuestos a invertir en estos alimentos. Para disminuir los costos de producción, existen los pastos de corte que pueden brindar altos contenidos nutritivos al ganado. Aunque en el estado de Campeche no hay registro de pastos nativos de este tipo, se han introducido ciertas especies, entre ellas el pasto maralfalfa, pasto que la literatura ha señalado con excelentes resultados para la ganadería en México y otros países. Debido a ello, se planteó realizar la siguiente investigación con el objetivo de identificar el rendimiento y calidad nutritiva del pasto maralfalfa verde y ensilado con diferentes fuentes de nitrógeno, teniendo así una alternativa para la alimentación de rumiantes; esto mediante la evaluación de dos tipos de fertilización, conservación del pasto en silos, pruebas de digestibilidad *in vivo* y pruebas de comportamiento productivo. El experimento se desarrolló en el rancho “La Unión” ubicado en la colonia agrícola y ganadera Miguel Alemán y en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná, ambas en el estado de Campeche; con un diseño experimental completamente al azar se compararon dos métodos de fertilización (orgánica a base de estiércol bovino, e inorgánica con urea), al igual que las diferentes dosis de fertilización (100 y 150 kg/N/Ha). La calidad nutritiva fue evaluada en el pasto verde y en pasto ensilado con análisis bromatológico; las pruebas de digestibilidad *in vivo* fueron montadas en ovinos y posteriormente en laboratorio se midió el grado de digestibilidad. Los resultados obtenidos en campo y laboratorio revelaron que no existe diferencia significativa ( $p > 0.01$ ) entre los tratamientos y variables medidas, sin embargo se tuvieron resultados superiores en productividad con relación a otros trabajos. Se concluye que el uso de fertilizante orgánico (estiércol bovino) es una opción viable para alternar o suplir a fertilizantes químicos como la Urea.

**Palabras clave:** Maralfalfa, pasto, digestibilidad, ganancia de peso

## **Nutritive quality of *Pennisetum sp.* green and ensilaged with organic fertilization for ruminants of the Yucatan Peninsula**

### **Abstract**

Currently there is a high demand for food, both for commercial concentrates and excellent quality pastures for national livestock, however this represents a higher cost due to the nutritional content of these concentrates, so producers are not always willing to invest in these foods. To reduce production costs, there are cut grasses that can provide high nutritional content to livestock. Although there is no record of native grasses of this type in the state of Campeche, certain species have been introduced, including maralfalfa grass, a grass that the literature has indicated with excellent results for livestock in Mexico and other countries. Due to this, it is proposed to carry out the following research in order to identify the performance and nutritional quality of green maralfalfa grass and silage with different nitrogen sources, thus having an alternative for feeding ruminants; this through the evaluation of two types of fertilization, conservation of grass in silos, *in vivo* digestibility tests and tests of productive performance. The experiment was developed at the “La Unión” ranch located in the Miguel Alemán agricultural and livestock neighborhood and at the facilities of the Technological Institute of Chiná, both in the state of Campeche; With a completely randomized experimental design, two fertilization methods (organic based on bovine manure, and inorganic with urea) were compared, as well as the different fertilization doses (100 and 150 kg/N/Ha). The nutritional quality was evaluated in green grass and silage grass with bromatological analysis; *In vivo* digestibility tests were mounted on sheep and the degree of digestibility was subsequently measured in the laboratory. The results obtained in the field and laboratory revealed that there is no significant difference ( $p > 0.01$ ) between the treatments and measured variables, however, there were superior results in productivity in relation to other works. It is concluded that the use of organic fertilizer (bovine manure) is a viable option to alternate or supplement chemical fertilizers such as urea.

**Keywords:** Maralfalfa, grass, digestibility, weight gain

## **Agradecimientos**

Este trabajo es el conjunto de un sin fin de manos que ayudaron, tanto teóricamente en el proceso de elaboración y dirección del proyecto como en la ejecución del mismo. Agradezco a todos aquellos que brindaron su apoyo, tiempo y esfuerzo por hacer esto posible.

A mis asesores: MC. Nelson Pech May, Dr. Benito Castillo Dzib por sus sugerencias y valioso apoyo a este trabajo; y al Dr. Ricardo Antonio Chiquini Medina quien siempre tuvo a bien incluirme en la continuación de este proyecto, le agradezco la oportunidad nuevamente brindada.

Les agradezco infinitamente a mis padres por su amor y apoyo incondicional en este trayecto escolar, por estar presentes en cada momento y ser el pilar en cada uno de los aspectos de mi vida.

A mi esposo que continuamente me estuvo alentando para culminar esta parte de mi vida escolar y que en el proceso nunca me faltó su apoyo.

Gracias a mi buen Dios que me ha guiado, cuidado y dado la sabiduría e inteligencia a lo largo de todo este proceso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para continuar con los estudios de maestría así como a la Fundación Pablo García del estado de Campeche.



## **Dedicatoria**

Esta tesis la dedico a mi núcleo familiar que siempre me han apoyado, aún más allá de sus posibilidades, gracias a sus consejos y palabras de ánimos que nunca me han faltado aún a la distancia.

A mi familia en general que todo el tiempo me ha brindado su ayuda, en las diferentes maneras que se puede recibir esta. Gracias por creer en mis capacidades.

A cada uno de los maestros que hicieron parte de mi formación, a todas aquellas manos que me ayudaron no solo en lo teórico sino con el trabajo físico.

## Índice de contenido

<b>Resumen</b> .....	V
<b>Abstract</b> .....	VI
<b>Agradecimientos</b> .....	VII
<b>Dedicatoria</b> .....	VIII
<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Antecedentes</b> .....	3
<b>3. Justificación</b> .....	6
<b>4. Hipótesis</b> .....	8
<b>5. Objetivos</b> .....	9
<b>5.1 Objetivo general</b> .....	9
<b>5.2 Objetivos específicos</b> .....	9
<b>6. Referencias</b> .....	10
<b>7. Capítulos</b> .....	1
<b>7.1 Capítulo 1</b> .....	1
<b>7.2 Capítulo 2</b> .....	25
<b>8. Conclusión</b> .....	41

## 1. Introducción

De manera general, la forma más práctica y económica de alimentar a los rebaños de ganado durante todo el año es el pastoreo de especies nativas (Rojas *et al.*, 2016; Calzada *et al.*, 2014). Sin embargo en países tropicales donde la calidad de estos pastos nativos suele ser pobre, se recurre al uso de pastos de corte o forrajes ya que además de ser económicamente mejores en contraste con los alimentos de fábrica, no representan competencia con las necesidades alimenticias de los humanos, de otros animales (Herrera, 2006) y suple las necesidades nutricionales de las producciones ganaderas, tal como lo señalan Luginbuhl y Poore (2008).

Existen limitantes que hacen que la calidad y cantidad de forraje estén disponibles dependiendo del medio ambiente, condiciones y cuidados que el ganadero ofrezca a estos, por lo tanto, el ganado generalmente tiene una dieta adecuada para períodos cortos de tiempo (Cárdenas, 2003). Lo que ha resultado en una disminución de la productividad ganadera (Guerra-Medina *et al.*, 2015). Esta baja productividad, aunada a la competitiva producción que actualmente existe en el sector agropecuario, obliga a los productores a realizar un uso eficiente de los recursos naturales que poseen (Araya y Boschini, 2005).

Existen cultivares del género *Pennisetum* promisorios para la ganadería, ya que generalmente presentan rendimientos en biomasa superiores a 40 t/ha<sup>-1</sup> por corte y 120 t/ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> base húmeda (Márquez *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 1994) Este género se usa en los trópicos (Aguado-Santacruz *et al.*, 2004) y en todo el mundo (Anderson *et al.*, 2008), principalmente debido a los rendimientos altos de forraje de los clones desarrollados de *P. purpureum* (Febles *et al.*, 2007).

Una alternativa para la alimentación de pequeños rumiantes y ganado mayor cuando hay escasez de forraje debido a la estación seca, puede ser el uso de ensilaje Maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Forraje que generalmente se suministra fresco (Guerra-Medina *et al.*, 2015), tiene una alta producción de biomasa y contenido proteico aceptable (Citalán-Fuentes

*et al.*, 2012). Ha sido demostrado que la maralfalfa es una opción para producción de forraje en la región semiárida de México, siempre que haya disponibilidad de riego (Jimenez *et al.*, 2014).

Variedades de la especie *Pennisetum purpureum* como: Taiwán, gigante o elefante, King grass, Merkerón, Napier, OM-22, CT-115 y Maralfalfa (López-Guerrero y Enriquez-Quiroz, 2011) al ser de uso generalizado en el trópico, se hace necesaria su caracterización no sólo bajo los efectos de productos químicos sino también de productos más naturales como el estiércol, y así definir la producción promedio de los cultivares específicos, de gran importancia para describir su comportamiento fisiológico, el rendimiento y la calidad (Araya y Boschini, 2005).

Por lo anterior, en el presente trabajo se realizó investigación para conocer qué tan verdadero resulta el hacer uso de estas especies, aun en épocas secas, la producción ganadera puede sostenerse y verdaderamente alimentar y cubrir las necesidades del hato. Si bien la forma más común para el ganadero es ofreciendo el alimento fresco, existe la posibilidad de la realización de silos los cuales podrían convertirse en una opción aún mejor y que no está siendo explotada como tal. Es importante señalar que esta técnica no solo es aceptable en pequeños rumiantes, sino también en ganado mayor.

## 2. Antecedentes

En años recientes se han hecho diferentes evaluaciones a las variedades y resultantes de cruzamientos del género *Pennisetum* donde autores como Araya y Boshini (2005) obtuvieron niveles altos de materia seca (MS) con clones de King Grass y Taiwán a los 112 y 140 d de los ciclos de corte. (Chacón-Hernández y Vargas-Rodríguez, 2010) reportaron contenido bajo de proteína en este cultivo, con ciclos de cosecha mayores a 60 días debido a la disminución de la relación hoja/tallo.

En relación específica al pasto maralfalfa se han realizado menos estudios, los encontrados de mayor relevancia son los siguientes. (Crescioni *et al.*, 2016) encontraron que al reemplazar alfalfa (*Medicago sativa*) con maralfalfa en la alimentación de cabras lecheras los resultados indicaron que el uso de pastos tropicales como la maralfalfa en climas templados podría ser una estrategia para que los agricultores incorporen forraje en el alimento para los hatos, ya que la composición química de la leche no cambia marcadamente y la inclusión de maralfalfa redujo las emisiones de CH<sub>4</sub> en los comederos.

Delgado y Soto (2014) dicen que en cuanto a su experiencia en ovinos en pastoreo, este se realiza preferentemente cuando el pasto tiene 50 a 80 cm de altura, como límite puede ser 1 metro de altura, las ovejas se encargan de cortar las hojas y la caña el tiempo suficiente para que dejen un tallo de 10 a 15 cm para el rebrote de la planta. También mencionan que al realizar sus ensilados de maralfalfa lo hacen cuando la planta en pie tiene un 28% de materia seca y el picado de las partículas debe de ser de media pulgada y las técnicas de adecuado ensilaje son las mismas que las del maíz, el ensilado lo dan en base húmeda y se puede mezclar con más ingredientes.

(Guerra-Medina *et al.*, 2015) al finalizar su investigación en la que evaluaron la respuesta productiva de becerros posdestete alimentados con ensilado de maíz (*Zea mays L.*) sin elote (EM) vs ensilado de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) (EMA) más un complemento de proteína cruda (PC) al 16% concluyeron que la respuesta productiva en becerros pos destete mejora

cuando se alimentan a base de EM sin elote, esto gracias a que las gramíneas suelen tener mejores contenidos de PC en comparación con las leguminosas.

El siguiente año, en 2016 se produjo un artículo en el que (del Sol-García *et al.*) dieron a conocer sus resultados sobre digestibilidad *in vivo* y degradación ruminal *in situ* en ovinos cuando son alimentados con dietas que contenían 30% fruto de guásima en el concentrado y diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum sp.* como fuente de forraje. Sus resultados mostraron que la incorporación de niveles crecientes de *Tithonia diversifolia* en la dieta de ovinos más el uso de forrajes, mejora la digestibilidad de la misma.

En el 2017 (Ortiz-Robledo *et al.*) analizaron el efecto de la edad de corte y la inclusión, a diferentes niveles, de maíz molido señala que la adición de este a los ensilados mejoró las características fermentativas y nutricionales y redujo el pH y nitrógeno amoniacal en ensilados de maralfalfa, lo cual mejoró la conservación, calidad y digestibilidad. Los resultados indican que la producción de ensilado de maralfalfa más la adición de maíz molido pueden incrementar el contenido de proteína y digestibilidad, convirtiéndose en una opción para incorporar dentro de la alimentación del ganado.

Un trabajo más reciente realizado por (Cantón *et al.*, 2019) señala que al analizar la inclusión de concentrado y forraje (Maralfalfa y Mombaza *M. Maximum*) en la dieta sobre las características físicas de la carne de corderos cruzados, los alimentados con dietas que incluyen forraje tienen características físicas de la carne similar a los que recibieron solo concentrado, lo que indica que es posible producir carne de corderos con excelentes propiedades, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

Los usos que tiene el pasto maralfalfa es muy variado, últimamente se está implementando en algunos animales como son los cerdos en forma de harina o mezclado en dietas y suministrado en forma de pellets, en otros animales como son los bovinos, equinos, caprinos y ovinos es mejor dárselos en silos, henificado, picado o de alguna forma que se aproveche mejor los nutrientes que contiene (González, 2015)

Sin embargo, con la eficiencia reconocida de esta especie, no hay prueba concluyente respecto a cómo la estacionalidad y el uso de la fertilización podrían influir en el crecimiento de *P. purpureum* en las regiones neotropicales. Por ejemplo, variedades de *P. purpureum* producen resultados divergentes contenido de proteína cruda (Márquez *et al.*, 2007) y la producción de MS cuando se usan fertilizantes nitrogenados (Ramos-Trejo *et al.*, 2013; Cerdas y Vallejos 2010; Osorio y Rodríguez, 2010).

### **3. Justificación**

En la población mexicana, la explotación ganadera (bovina u ovina) es una de las principales actividades que se realizan y que resultan ser la fuente de ingreso de miles de familias; sin embargo en la parte sur de México los resultados de producción suelen no ser tan positivos como en otras partes de la república debido a varios factores, entre ellos y el de mayor importancia es la alimentación ofrecida al ganado.

Si bien la Península de Yucatán cuenta con abundantes especies en flora y fauna, existen otras tantas que son necesarias y no son abundantes o sus propiedades disminuyen al estar en un clima tan seco como el nuestro, por ende es necesaria su adaptación al clima trópico o buscar alternativas a estas especies necesarias con objetivos específicos.

Parte de las plantas anteriores mencionadas son las gramíneas, que son todos aquellos forrajes utilizados como base en la alimentación de las producciones pecuarias y que lastimosamente no tienen la misma disponibilidad y/o calidad que en otras partes del país. Es bien sabido que en todo sistema de producción de alimento se necesita de un buen nivel de precipitación y debido a que es precisamente lo que no hay en abundancia en esta parte de la república, los productores se han visto en la necesidad de instalar medidas alternas como son los sistemas de riego.

Resulta difícil levantar una explotación ganadera sin los recursos adecuados, y que no es solamente lo económico sino todos aquellos servicios como la infraestructura, plan de alimentación, calendarios de vacunación, etc. Dentro del plan de alimentación debe contemplarse que los ingredientes a usar sean de fácil acceso, que los que sean por temporadas puedan ser reemplazados por otros cuando éstos escaseen, que sea económicamente viable y sobre todo que cubra con las necesidades de los animales según sea su estado de crecimiento y finalidad.

Lo anterior mencionado, en ocasiones es imposible de reunir y preferimos, por comodidad y rapidez, la compra de alimentos balanceados comerciables que resultan buenos pero



demasiado caros y hay meses en los que no se pueden pagar. Una de las consecuencias que dejan es el fracaso de las producciones ya que al final el productor solo gana lo necesario para conseguir más alimento, compra, vende y de nuevo compra quedando un círculo vicioso del que les resulta imposible salir por no tener otras alternativas a sus necesidades.

A este problema existen soluciones que no son tan nuevas como pensamos pero que se han olvidado o simplemente han sido ignoradas. Una de ellas es el uso de pastos de corte, estas gramíneas de tipo perenne son una ayuda en gran manera si se utilizan de la forma correcta y con la preparación anticipada idónea. Estos tipos de pasto tienen como característica ser buenos nutritivamente, con niveles de proteína aceptables, buena cantidad de materia seca, fáciles de cultivar, pueden sobrevivir todo el año incluso en época de seca (teniendo sistema de riego), altas cantidades de follaje en menor espacio que se transforma en menos áreas a cultivar pero con mejores rendimientos en comparación con los forrajes de pastoreo y se pueden administrar de diferentes formas como lo es ensilado.

Por todo lo anterior mencionado, entre las múltiples especies de pastos de corte, fue seleccionada la variedad Maralfalfa al haber presentado buena respuesta en estudios previos; con ésta se realizó el siguiente trabajo evaluando su calidad nutritiva antes y después de haber sido consumida por los animales, reportando también las ganancias de peso obtenidas.

#### **4. Hipótesis**

Ha: El pasto maralfalfa tiene mayor rendimiento y calidad nutritiva con fertilización orgánica que con fertilización inorgánica

Ha: El ensilado de maralfalfa tiene mayor aprovechamiento que en verde

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Identificar el rendimiento y calidad nutritiva del pasto maralfalfa en verde y ensilado con diferentes fuentes de nitrógeno.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Comparar producción de biomasa en maralfalfa bajo diferentes tipos de abonado
- Validar el proceso de ensilaje y valor nutritivo del pasto verde y ensilado con fertilización orgánica
- Evaluar la aceptación, por parte del animal, de la maralfalfa verde y ensilada
- Identificar los niveles de digestibilidad *in vivo* del pasto verde y ensilado por parte del animal
- Evaluar el comportamiento productivo en dietas con inclusión de maralfalfa verde y ensilada

## 6. Referencias

- Aguado-Santacruz, G. A., Q. Rascón-Cruz, J. L. Pons- Hernández, O. Grageda-Cabrera, y E. García-Moya. (2004) *Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras*. Téc. Pecu. Méx. 42: 261-276.
- Anderson, W. F., B. S. Dien, S. K. Brandon, and J. D. Peterson. (2008) *Assessment of Bermuda grass and bunch grasses as feed stocks for conversión to etanol*. Appl. Biochem. Biotech. 145: 13-21.
- Araya MM, Boschini FC. (2005) *Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica*. Agron Mesoamericana; 16(1):37-43.
- Calzada-Marín, J. M.; Enríquez-Quiroz, J. F.; Hernández-Garay, A.; Ortega-Jiménez, E.; Mendoza- Pedroza, S. I. (2014) *Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) en clima cálido subhúmedo*. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 5(2): 247-260.
- Cárdenas-Medina, J. V.; Sandoval-Castro, C. A.; Solorio-Sánchez, J. S. (2003) *Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México*. Téc. Pecu. Méx. 41(3):283-294.
- Cerdas, R., y E. Vallejos. (2010) *Productividad del pasto Camerún (Pennisetum purpureum) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica*. InterSedes 11: 180-195
- Chacón-Hernández, P. A., y C. F. Vargas-Rodríguez. (2010) *Consumo de Pennisetum purpureum CV. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos*. Agron. Mesoam. 21: 267- 274.
- Citalán-Cifuentes, L.; Domínguez-Coutiño, B.; Orantes-Zebadúa, M. A.; Manzur-Cruz, A.; Sánchez- Muñoz, B.; De los Santos-Lara, M. C.; Ruiz-Rojas, J. L.; Cruz-López, J.

- L.; Córdova-Avalos, V.; Ramos-Juárez, J. A.; Nahed-Toral, J. (2012) *Evaluación nutricional de maralfalfa (Pennisetum spp) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapas de Corzo, Chiapas*. *Quehacer científico en Chiapas*. 1 (13): 19-23.
- Criscioni, P., Marti, J. V., Pérez-Baena, I., Palomares, J. L., Larsen, T., & Fernández, C. (2016) *Replacement of alfalfa hay (Medicago sativa) with maralfalfa hay (Pennisetum sp.) in diets of lactating dairy goats*. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 1-12.
- Delgado, Manuel., Soto, L. C. (2014) *Usos de la maralfalfa en la producción ovina*. *Cordero supremo*.
- Febles, G., X. Suárez, R. S. Herrera, y R. O. Martínez. (2007) *Caracterización botánica de clones de King grass (Pennisetum purpureum). Empleo de descriptores morfológicos*. *Rev. Cuba. Cienc. Agric.* 41: 385-390.
- García, G. D. S., Gurrola, A. G., Olgún, J. L. L., & García, L. S. (2016) *Digestibilidad y degradabilidad ruminal de dietas con fruto de Guásima y diferentes proporciones de Tithonia diversifolia en borregos*. *EDUCATECONCIENCIA*, 9(10), 94-105.
- González, E. (2015) *Bromatología del ensilado del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) fertilizado con ENTEC e inoculado con SilAll 4 x 4*. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Guerra-Medina, C. E.; Partida-González, O. O.; Ley-de Coss, A.; Montañez-Valdez, O. D.; Silva- Luna, M.; Cárdenas-Flores, F. J.; García-Castillo, C. G. (2015) *Respuesta productiva de becerros pos destete alimentados con ensilados de maíz (Zea mays L.) y maralfalfa (Pennisetum sp. Schum.)*. *Agro-Productividad*. 8(6): 47-51.
- Herrera, R. S. (2006) *Fotosíntesis En: Pastos tropicales, contribución a la Fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes*. Ed. EDICA. ICA, La Habana, 37.

- Jiménez, O. R.; Domínguez, M. P. A.; Rosales, S. R.; Nava, B. C. A.; Carrete, C. F. O. (2014) *Rendimiento y calidad del forraje de maralfalfa*. 1er. Congreso Internacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. Edo. Méx. Méx.188-195.
- López-Guerrero I, Enríquez-Quiroz JF. (2011) *Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur- Sureste de México: Trópico Húmedo. Paquete Tecnológico Zacate Pennisetum purpureum: Establecimiento y Producción*. CIRGOC. Campo Experimental “La Posta”. INIFAP. Veracruz. 1-7.
- Lounglawan, P., W. Lounglawan, and W. Suksombat. (2014) *Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum)*. APCBEE Procedia 8: 27-31.
- Luginbuhl, J. M., & Poore, M. H. (1998) *Nutrition of meat goats*. Retrieved September, 4, 2008.
- Màrquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., Dàvila, D., (2007) *Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (Pennisetum purpureum)*. 1. *Rendimiento y contenido de proteína*. Zootecnia Tropical 25 (4), 253–259.
- Osorio, W. A., y J. C. Rodríguez. (2010) *Efecto de fertilización y frecuencia de corte en la digestibilidad y contenido de fibra de Pennisetum purpureum*. Tierra Trop. 6: 55-61.
- Ramos-Trejo, O. S., J. Canul-Solís, y F. Duarte-Vera. (2013) *Producción de tres variedades de Pennisetum purpureum fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México*. Biociencias 2: 60-68.
- Robledo, F. O., Estrada, O. R., Carreón, F. O. C., Arroyo, J. F. S., Torres, E. H., Ortiz, M. M., & Serna, R. R. (2017) *Nutritional and fermentative quality of maralfalfa (Pennisetum sp.) silages at different cutting ages and ground corn levels-Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maralfalfa (Pennisetum sp.) a diferentes*

*edades de corte y niveles de maíz molido. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 49(2).*

Rojas García, A. R.; Hernández Garay, A.; Ayala, W.; Mendoza Pedroza, S. I.; Cancino, S. J.; Vaquera Huerata, H.; Santiago Ortega, M. A. (2016) *Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovilla (Dactylis glomerata L.), ballico perenne (Lolium perenne L.) y trébol blanco (Trifolium repens L.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 48(2): 57-68*

## Capítulos

### 7.1 Capítulo 1

#### **Variedades de *Pennisetum Purpureum* verde y ensilado como alternativa para alimentación de rumiantes**

Varieties of green *Pennisetum* and silage as an alternative for ruminant feeding

de la Cruz-Chi, Enma N.<sup>1</sup>, Chiquini-Medina, Ricardo A.<sup>1\*</sup>, Dzib-Castillo, Benito B.<sup>1</sup>, Pech-May, Nelson J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles, Chiná, Campeche, México. CP. 24520

**\*Autor para correspondencia:** ricardo.cm@china.tecnm.mx

#### Resumen

Personas dedicadas a la producción pecuaria de rumiantes invierten dinero y tiempo en busca del pasto que mejor se adapte a sus necesidades, del que puedan obtener mayor cantidad de forraje y del que sea más redituable económicamente; sin embargo no siempre se hace la elección correcta para los suelos que poseen o las condiciones climáticas. Es muy importante considerar el ambiente con el que se cuenta y tener conocimiento claro del pasto que se elige. Es por ello que se plantea realizar la siguiente revisión de literatura con la finalidad de identificar y comparar los resultados que otros investigadores han obtenido cuando el ganado es alimentado con pasto fresco y ensilado de 3 variedades del género *Pennisetum* (maralfalfa, pasto elefante y CT-115).

Palabras clave: *Pennisetum*, ensilaje, rumiantes, producción, calidad nutritiva.

#### Abstract



People dedicated to the livestock production of ruminants invest money and time in search of the pasture that best suits their needs, from which they can obtain the greatest amount of forage and the one that is more economically profitable; however, the correct choice is not always made for the soils they have or the climatic conditions. It is very important to consider the environment you have and have a clear knowledge of the grass you choose. That is why it is proposed to carry out the following literature review in order to identify and compare the results that other researchers have obtained when cattle are fed fresh grass and silage of 3 varieties of the genus *Pennisetum* (maralfalfa, elephant grass and CT- 115).

Key Words: *Pennisetum*, silage, ruminants, production, nutritional quality.

### Introducción

En el trópico la fuente más económica de nutrientes para la alimentación del ganado vacuno la constituyen los pastos, forrajes de corte y bancos de proteína por su bajo costo y al no ser competencia con las necesidades de alimentos para el consumo humano directo y de otros animales lo que lo vuelve una fuente ideal de proteínas (1).

Autores señalan que en muchas de las explotaciones pecuarias el forraje es considerado la fuente de menor costo para suplir nutrientes a los animales (2), bajo esta circunstancia estudios coinciden al creer que el éxito de dichas explotaciones depende en gran proporción del adecuado uso y manejo de este elemento (3,4).

Sin embargo el crecimiento y productividad de los pastos está influida por las condiciones climáticas existentes principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unida a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (5). Estos elementos interactúan y tienen un marcado efecto en el crecimiento de las especies y variedades de pastos en los diferentes meses del año, provocando que el rendimiento no sea igual en las diferentes estaciones del año, lo que ocasiona un déficit de alimento principalmente en el período poco lluvioso o seco. A esta situación hay que añadir, que los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría no son los adecuados por su baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente, con el clima ejercen efectos negativos en la productividad, calidad y persistencia de las especies de pastos (6).

Afortunadamente los usos que tiene el pasto maralfalfa es muy variado, últimamente se está implementando en algunos animales como son los cerdos en forma de harina o mezclado en dietas y suministrado en forma de pellets, en otros animales como son los bovinos, equinos, caprinos y ovinos es mejor dárselos en silos, henificado, picado o de alguna forma que se aproveche mejor los nutrientes que contiene. Así mismo hay que recalcar que la calidad del forraje tiene que considerarse como una propiedad de los forrajes que está ligada a la respuesta del animal, esta se puede evaluar considerando un forraje de alta calidad cuando este tiene un promedio de 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos del 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más del 15% de proteína bruta (PB) (7).

Una alternativa para la alimentación de rumiantes cuando hay escasez de forraje debido a la estación seca, puede ser el uso de ensilaje de Maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Este proceso es un método de conservación de forrajes para la alimentación de rumiantes principalmente durante períodos de escasez durante el año (8).

A través de este proceso el material de ensilaje conserva sus nutrientes, manteniendo una buena palatabilidad para el ganado (9). La producción de ensilaje de maralfalfa aumenta la disponibilidad de alimento para el ganado, reduciendo el déficit en la estación seca, así como costos de producción de los hatos.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sobre los valores obtenidos cuando los hatos ganaderos son alimentados con pastos del tipo *Pennisetum* verde y ensilado.

### **Origen y uso de tres especies de *Pennisetum***

Los *Pennisetum purpureum* tienen su origen en África del Sur, son de características robustos, vigorosos y perennes, por lo que han sido introducidos en todas las regiones tropicales y subtropicales (10,11).

El uso de pastos de corte como las gramíneas de esta se caracteriza por un alto índice de crecimiento y producción de biomasa por unidad de superficie (12), existen variedades de pastos: Taiwán, Elefante, King grass, Merkerón y Napier, y los introducidos a México como: OM-22, CT-115 y Maralfalfa (13), de los cuales varias fuentes, reportan rendimientos de

forraje por hectárea, así como su calidad nutricional superiores a los encontrados en los cultivares de *Pennisetum purpureum* ya conocidos. (14).

Se describen 3 tipos de *Pennisetum*, los más usados en la ganadería por su calidad y producción de biomasa.

Se ha mencionado que el origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) es un misterio, dado que resultan imprecisas las diferentes versiones existentes al respecto. Una de las versiones más populares se remonta al año de 1979 y está plasmada en un libro que escribió el mismo personaje a quien se le atribuye su obtención. Dicha versión argumenta que, el pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp.*) es un pasto mejorado creado en Colombia por el señor José Ignacio Bernal Restrepo, un sacerdote jesuita quien además era biólogo y genetista; mediante manipulación genética utilizando su Sistema Químico Biológico (S.Q.B.), posteriormente llamado Heteroinjerto Bernal (15). Hanna *et al* (16) mencionaron que este híbrido triploide fue posible como resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leeke y el *P. purpureum* Schum.

El pasto Elefante (*Pennisetum Purpureum*) Schumach, es una gramínea forrajera de origen africano, que ha mostrado una excelente adaptación a las condiciones de suelo y clima del trópico bajo latinoamericano. Su alta capacidad fotosintética, favorecida por las altas temperaturas, predominantes en el trópico, le permite producir altas cantidades de biomasa. Sin embargo, esta biomasa por lo general es de baja calidad y resulta afectada aún más, por las altas temperaturas ambientales que aceleran la tasa de maduración del forraje (17).

Las variaciones estacionales de Cuba como de otros países tropicales y subtropicales determinan, en gran medida, el volumen y calidad de la biomasa disponible en los pastos y forrajes. Esto hace una marcada diferencia y dificulta los sistemas de producción ganadera en la época de seca.

Para solucionar tal problemática, en Cuba, se han desarrollado muchas alternativas, entre ellas se destaca como una solución económica y sostenible la utilización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115, obtenido en el Instituto de Ciencia Animal por Martínez *et al*. (18) a partir

de callos embriogénicos provenientes de conos apicales de King grass mediante cultivo de tejidos.

En este sentido, el pasto CT-115 (*Penisetum purpureum*) ha venido cobrando importancia en los últimos años como recurso forrajero para los sistemas ganaderos, tanto en los sistemas de corte como en los de apacentamiento, ya que cubre la demanda de forraje en la época lluviosa, así como en parte de la época de sequía; no obstante, la variabilidad en su contenido químico y aprovechamiento animal depende de su estado fenológico, el cual depende del manejo que estos reciben, mencionándose como factores importantes la altura remanente que queda después de la cosecha por parte del animal y de la edad del pasto, lo cual repercute directamente en la calidad del forraje (19).

### **Potencial productivo variedades de *Pennisetum***

Algunas investigaciones realizadas con genotipos de *Pennisetum spp.* demuestran que el pasto maralfalfa es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su productividad de materia seca y valor nutritivo. (20). Esto lo ha convertido en una alternativa de suplemento de materia seca para el ganado, ya que es un pasto perenne, de aceptable nivel nutricional y excelente palatabilidad (21).

Citalán *et.al.*, (22), informaron sobre contenidos de proteína cruda en pasto Maralfalfa de 13,18% a los 30 días hasta 6,20% de PC a los 90 días, y de 11,99% a los 45 días por lo que recomiendan cosechar el pasto Maralfalfa entre los 45 y 60 días. Clavero y Razz, (23), encontraron contenidos de proteína cruda en pasto Maralfalfa de 14,9%, 10,8% y 7,9% de PC a los 21, 42 y 63 día respectivamente, cuando aplicaron 250 kilogramos por hectárea del fertilizante 12-24-12.

Por otro lado Cerdas (24), obtuvo resultados de 8.89%; 10.41%; 13.58% y 16.25% de proteína cruda fertilizando con niveles de 0, 30, 60 y 90 kg/N. Ha-1, respectivamente.

Un estudio realizado por Gonzáles *et al* (25) mostró que el cultivar Elefante verde presentó valores de rendimiento de materia seca (RMS) equivalentes a 10.20 t/ha<sup>-1</sup> y fibra neutra

detergente (FND) de 55.7%, mientras que en contenido de proteína bruta (PB) los valores alcanzados fueron menores a 17,1 %.

El pasto Elefante (*Pennisetum sp*), como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción de biomasa, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, en condiciones de zonas áridas, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez.

Araya y Boschini (3) recomiendan 98 y 112 días después del corte como edad óptima de cosecha para el pasto Elefante debido a la producción y estado fisiológico de las plantas.

Se aprecia en todas las variables estudiadas un claro efecto favorable del riego, excepto en el incremento de lignina; esto está en correspondencia con lo reportado para la especie *Cenchrus purpureus* (26). La respuesta al riego del CT-115 es relativamente novedosa dada los escasos reportes específicos en la literatura.

Los resultados encontrados para el largo del tallo y el entrenudo, así como para la alta relación hoja/tallo, confirman el bajo porte del CT-115 y las características para ser usado en pastoreo (27); mientras que para la edad de 98 días sin riego coinciden con los obtenidos para el primer tiempo de reposo recomendado por Martínez *et al.* (28) para este pasto cuando se explota para bancos de biomasa; sin embargo, son muy superiores a esta misma edad cuando se aplicó el regadío. Puntualmente la producción de MS total (tMS<sub>ha</sub>-1) a los 98 días se incrementó con el riego en un 55 %, esto indica la posibilidad de acortar los tiempos de reposo para almacenar biomasa e incrementar la capacidad productiva de sistemas con bancos de biomasa cuando se aplica riego.

Los resultados para el rendimiento total (tMS<sub>ha</sub>-1) con riego o sin riego fueron superiores a los encontrados por Caballero (29), quien reportó 11.18 t MS/ha-1 en el periodo poco lluvioso con la aplicación de riego.

Como aspecto importante se destaca el efecto positivo que tuvo la aplicación de riego en el incremento del rendimiento de hojas de 3.31 a 5.16 tMS<sub>ha</sub>-1, así como el incremento ocurrido entre edades de corte de 2.82 a 5.66 tMS<sub>ha</sub>-1. Los valores coinciden con los reportados por Caballero (29) en condiciones similares.

La temperatura y la intensidad lumínica para la región estudiada no parece que sean limitantes para el crecimiento y desarrollo del Cuba CT-115, pues son superiores a las reportadas como limitantes para el desarrollo de esta especie según Herrera *et al.* (30).

La repuesta encontrada a la producción de biomasa a una mayor edad, coincide con lo aceptado en Cuba para la explotación de las áreas de forraje en las empresas ganaderas, donde se emplean frecuencias de cortes de 60 días para el periodo lluvioso y 90 días para el de poca lluvia cuando se emplean fertilización y riego. Ello coincide con lo reportado por Martínez (27) al evaluar este pasto en similares condiciones en la región occidental de Cuba. Por otra parte, Rodríguez (31) indicó que la evaluación del crecimiento con el uso de modelos de crecimiento puede ayudar a predecir el momento apropiado para la cosecha, en niveles dentro de la capacidad sostenible de los pastos y forrajes.

Los valores de PC en este estudio fueron menores a los presentados por Valenciaga *et al.* (32) con 60 días de edad de la planta (12.63 % de PC), no obstante son aceptables para la alimentación de los bovinos. Los valores obtenidos de FDN, FDA y lignina presentaron un incremento normal entre 56 y 98 días. El incremento de la PC y la lignina ocurridos con la aplicación del riego se deben a un mayor desarrollo de la planta, aunque no ocurrió de igual forma con FDN y FDA. Dichos valores son menores que los reportados por De Dios (33) a los 90 días de edad, con valores de 72.24 y 42.59 % de FDN y FDA, respectivamente. Hay que destacar que nuevamente se reportan valores bajos de lignina para Cuba CT-115 en comparación con otras variedades estudiadas (34).

### Conclusiones

Los pastos del género *Pennisetum* presentaron excelentes resultados en cuanto a producción de biomasa, niveles de proteína cruda y fibra, incluso en condiciones no idóneas para su cultivo. Aunque el pasto elefante fue el de menor rendimiento esto no presenta un problema pues las 3 variedades analizadas en este artículo no son las únicas pertenecientes a este género y existen otras que pueden suplir o ayudar.

## Literatura citada

1. Díaz, A. (2001) *Producción de biomasa de (Eichhornia crassipes) en aguas residuales porcinas*. Tesis en opción al título de Master en Nutrición Animal. Universidad de Granma, Cuba.
2. Luginbuhl, J., & Poore, M. (2008). *Nutrition of meat goats*. Obtenido de [http://www.cals.ncsu.edu/an\\_sci/extension/animal/meatgoat/MGNutr.htm](http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/animal/meatgoat/MGNutr.htm)
3. Araya, M., & Boschini, C. (2005). *Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica*. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 37-43.
4. Meléndez, J., Ibarra, G., & Iglesias, O. (2000). *Pennisetum purpureum cv. CRA – 265 en Condiciones de secano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo*. *Producción animal*, 12(1), 17-20.
5. Herrera, R. S. (1983). *La calidad de los pastos*. *Los pastos en Cuba*, 2, 272.
6. Blanco, F. (1991) *La persistencia y el deterioro de los pastizales*. *Rev. Pastos y Forrajes*. EEPF “Indio Hatuey” 14 (2): 87-103 . Matanzas Cuba.
7. González, E. (2015). *Bromatología del ensilado del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) fertilizado con ENTEC e inoculado con SilAll 4 x 4*. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
8. Guerra-Medina, C. E.; Partida-González, O. O.; Ley-de Coss, A.; Montañez-Valdez, O. D.; Silva- Luna, M.; Cárdenas-Flores, F. J.; García-Castillo, C. G. 2015. Respuesta productiva de becerros pos destete alimentados con ensilados de maíz (*Zea mays L.*) y maralfalfa (*Pennisetum sp. Schum.*). *AgroProductividad*. 8(6): 47-51.
9. Rendón-Correa, M. E.; Noguera, R.; Posada-Ochoa, S. L. 2013. Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *Rev. CES Med. Zootec.* 8(2): 42-51.
10. Bernal, J.E. 1991. *Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo*. Unidad de Divulgación y Prensa. Banco Ganadero. 2a Ed. Bogotá, Colombia. 544 p.
11. Burger, W. 1980. *Flora costarricensis*. Publisher by Fiel Museum of Natural History. 4th Edition. United States of America. 608 p.

12. Dávila, U. M., Valadez, M., Reis, T. C., García, M. T. (2016) *Contribuciones al estudio de la Maralfalfa (Pennisetum spp.)* Entorno ganadero
13. Rosa, B., Silva, S.R.C. (1997) *Efeito das épocas de diferimento na produção e composição química do capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum. cv. Cameroon)*. Anais das Escolas de Agronomia e Veterinaria. Goiania, Universidade Federal de Goias. 1997; 27(2):109-115.
14. Dávila, U. M., Valadez, M., Reis, T. C., García, M. T. (2016) *Contribuciones al estudio de la Maralfalfa (Pennisetum spp.)* Entorno ganadero.
15. Rúa, M. (2008) *Pastos de corte para el trópico*.
- 16.
17. Wilson, J.R. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: J. B. Hacker (ed.), *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK*. p 111.
18. Martínez, R.O., Monzote, M., Herrera, R.S. & Cruz, R. 1986. Obtención y selección de mutantes utilizando cultivo de tejidos y otras técnicas mutagénicas VII Seminario Científico Nacional y I Internacional de Pastos y Forrajes. EEPF. Estación experimental de pastos y forrajes. Indio Hatuey. Cuba.
19. Medina-Jonapá, F. J., Pinto-Ruiz, R., Gómez-Castro, H., Guevara-Hernández, F., & Hernández-Sánchez, D. (2015). Caracterización química y degradación in situ del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* L.). *Quehacer Científ. Chiapas*, 10(1), 9-14.
20. Márquez, F., J. Sánchez, D. Urbano y C. Dávila. (2007) *Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (Pennisetum purpureum)*. 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*. 25(4): 253-259.
21. Clavero, T., Razz, R. (2009) *Valor nutritivo del pasto maralfalfa (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) en condiciones de defoliación*. *Rev Fac Agron* 26(1):78-87.



22. Citalán L. (2012) *Evaluación nutricional de maralfalfa (Pennisetum spp) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas*. Quehacer Científico en Chiapas. 1(13):19-23.
23. Razz, R., & Clavero, T. (2007). Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando Panicum maximum-Leucaena leucocephala. *Revista Científica*, 17(1), 53-57.
24. Cerdas-Ramírez, R; (2015) *Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (Pennisetum spp.) con varias dosis de fertilización nitrogenada*. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, XVI 123-145.
25. González, I., Betancourt, M., Fuenmayor, A., & Lugo, M. (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.
26. Herrera, R.S. y Ramos, N. (2006). Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. En: R.S. Herrera, G. Febles y G. Crespo (editores). *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. La Habana, Cuba: EDICA del Instituto de Ciencia Animal. Pp. 79-123).
27. Martínez, R.O. (2010). Bancos de biomasa con pasto elefante Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimento durante la seca en la producción de leche y carne. Curso: Los alimentos y su utilización. Yucatán. México: Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. 85 p.
28. Martínez, R.O.; Tuero, R.; Torres, V. y Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 44 (2): 189-194.
29. Caballero, G.A. (2013). Caracterización productiva de cinco accesiones de *Pennisetum purpureum schum*. Tesis de maestría. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Cuba.
30. Herrera, R.; García, M. y Cruz, A.M. (2016). Relación entre algunos indicadores climáticos con la altura, rendimiento y población en clones de *Pennisetum purpureum*. *AIA*, 20 (2): 33-42.

31. Rodríguez, L. (2015). Modelación y simulación de la producción de biomasa de Pennisetum Purpureum Schum vc. king grass y su aplicación en alimentación animal. Tesis de doctorado. Instituto de Ciencia Animal. Grupo de biomatemática. República de Cuba.
32. Valenciaga, G.D.; Chongo, G.B y Oliveria, S.S. (2006). Characterization of Pennisetum CUBA CT 115 Clone. Chemical Composition and Rumen DM Degradability. Cub. J. Agric. Sci., 35: 325-329.
33. De Dios, L.G.E. (2012). Producción de biomasa y valor nutritivo del pasto Cuba CT-115 (Pennisetum purpureum) en un suelo Cambisol. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, campus Tabasco, H. Cárdenas. México.
34. González, C. O. R., Corrales, C. R. P., Zubiaur, R. O. M., Murillo, V. E. V., Escandón, R. S. G., & Lagunes, M. M. (2019). Efecto del riego sobre la calidad, desarrollo y producción de biomasa a dos edades de corte en Cenchrus purpureus vc. CT-115 para la región central del estado de Veracruz. *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 23(1), 41-48.

## 7.2 Capítulo 2

RENDIMIENTO, CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD DEL PASTO  
MARALFALFA FRESCO Y ENSILADO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA  
PERFORMANCE, NUTRITIONAL QUALITY AND DIGESTIBILITY OF FRESH  
MARALFALFA GRASS AND SILED UNDER ORGANIC FERTILIZATION

Enma Noemi de la Cruz-Chi<sup>1</sup>, Ricardo Antonio Chiquini-Medina<sup>1\*</sup>, Benito Bernardo  
Dzib-Castillo<sup>1</sup>, Nelson Jesús Pech-May

\*Autor para correspondencia: ricardo.cm@china.tecnm.mx

### RESUMEN

Para disminuir los costos de producción en la alimentación del ganado rumiante, existen los pastos de corte como los Pennisetum, en este género sobresale el pasto Maralfalfa, diversos autores manifestaron haber obtenido excelentes resultados para la ganadería ofreciéndose verde y ensilado. Este tipo de pastos requieren de una correcta fertilización para su mejor aprovechamiento. El estiércol como parte de la materia aprovechable de las explotaciones ganaderas, resulta una excelente opción como fertilizante a un costo menor y más agradable al suelo/medio ambiente. Por lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objeto de comparar la producción de biomasa en pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) abonado con dos fuentes diferentes de fertilizante; y validar el proceso de ensilado, valor nutritivo, digestibilidad del pasto y ganancia de peso cuando borregos son alimentados con esta gramínea. Este trabajo requirió de tres ensayos, el primero, consistió en comparar la

producción de biomasa y valor nutritivo del pasto para lo cual se aplicó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos T1: testigo 69% N/ha<sup>-1</sup> UREA; T2: 46% N/ha<sup>-1</sup> estiércol; T3: 69% N/ha<sup>-1</sup> estiércol y cuatro repeticiones en 12 parcelas experimentales, los promedios de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Duncan. Las evaluaciones incluyeron rendimiento del pasto (Ton/ha), contenido de materia seca, minerales en ceniza, porcentaje de nitrógeno, proteína cruda, extracto etéreo y fibra bruta. El segundo ensayo evaluó la digestibilidad del mejor tratamiento obtenido en la prueba anterior alimentando borregos en jaulas metabólicas; y el tercer ensayo fue una prueba de productividad. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa ( $p > 0.01$ ) para ninguna de las variables medidas, por lo que podemos afirmar que el *Pennisetum sp.* es una opción viable que los productores pueden adoptar con buenos resultados tanto en forraje verde como ensilado para épocas de estiaje.

Palabras clave: *Pennisetum sp.*, producción, análisis bromatológico, calidad nutritiva, digestibilidad.

#### ABSTRACT

To reduce production costs in the feeding of ruminant cattle, there are cut grasses such as *Pennisetum*, in this genus the Maralfalfa grass stands out, various authors said they have obtained excellent results for livestock offering green and silage. This type of pasture requires correct fertilization for its best use. Manure as part of the usable material of livestock farms, is an excellent option as a fertilizer at a lower cost and more pleasant to the soil / environment. Therefore, the present work was carried out in order to compare the biomass production in

maralfalfa grass (*Pennisetum sp.*) Fertilized with two different sources of fertilizer; and to validate the ensiling process, nutritional value, pasture digestibility and weight gain when sheep are fed with this grass. This work required three trials, the first consisted of comparing the biomass production and nutritional value of the pasture, for which a completely randomized experimental design was applied with three T1 treatments: control 69% N/ha<sup>-1</sup> UREA; T2: 46% N / ha<sup>-1</sup> manure; T3: 69% N / ha<sup>-1</sup> manure and four repetitions in 12 experimental plots, the averages of the treatments were compared by Duncan's test. The evaluations included pasture yield (Ton/ha), dry matter content, ash minerals, nitrogen percentage, crude protein, etheral extract and crude fiber. The second trial evaluated the digestibility of the best treatment obtained in the previous trial feeding sheep in metabolic cages; and the third trial was a productivity test. The results showed that there is no significant difference ( $p > 0.01$ ) for any of the measured variables, so we can affirm that *Pennisetum sp.* It's a viable option that producers can adopt with good results in both green forage and silage for dry seasons.

Keywords: *Pennisetum sp.*, Production, bromatological analysis, nutritional quality, digestibility.

## INTRODUCCIÓN

La explotación ganadera en México y sobre todo en estados de clima tropical con marcadas estaciones de seca, se ha visto afectada, por las mismas condiciones de clima, desde siempre (Araya y Boschini, 2005; Luna *et al.*, 2015; Lamela *et al.*, 2005); éste es un problema que se puede solucionar con alternativas como el uso de alimentos comerciales (aunque

resulta económicamente desfavorable para los productores) y pastos de corte de ciclo perenne como los del género *Pennisetum* (Herrera, 1990). Este género cuenta con una variedad amplia que incluye pastos que se adaptan a los suelos mexicanos, según el genotipo en cuestión ofrece grandes volúmenes de biomasa y calidad aceptable para los hatos. Al ser pastos de corte se disminuye el desperdicio provocado por el pisoteo y un desgaste de energía por parte del animal (Argel, 2006; Sánchez *et al.*, 2008; Dávila y Urbano, 2005).

Estos pastos pueden ser la fuente natural (Correa *et al.*, 2012) además de apropiada para la obtención de nutrientes para rumiantes, sobre todo y principalmente en países de clima tropical; ello es debido al elevado número de especies que pueden ser utilizadas, la posibilidad de cultivarlos todo el año, la capacidad del rumiante de utilizar los forrajes, no compite como alimento para el ser humano y suelen ser una fuente económica para obtener nutrientes (Herrera, 2006).

La Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es un pasto perenne con alta productividad, cuyas raíces son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. A diferencia de las hojas, los tallos no poseen vellosidades. Se desarrolla bien a altitudes inferiores a los 2600 metros sobre el nivel del mar y precipitaciones anuales entre los 1000 y 4000 mm, en suelos con un pH entre 5,5 y 7,4 de fertilidad media a alta pero no tolera la saturación de aluminio, ni el encharcamiento. Puede producir hasta 60 toneladas de biomasa seca por hectárea por corte, con un contenido de proteína cruda de 8 a 16% y una digestibilidad entre 55 y 70% (STDF, 2013). Aunado a las labores típicas en un cultivo de forraje, el uso de fertilizantes ofrece beneficios entre los que se puede observar un incremento

en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa. Además, se obtiene un ligero incremento en el consumo de forraje y la producción de carne y leche, por lo que si se fertiliza y no se aumenta la carga animal para aprovechar la biomasa producida, los beneficio económicos de esta práctica en la producción de carne o leche son pocos (Cerdas, 2010).

Por otra parte, el ensilaje es el proceso mediante el cual se conserva forraje verde, preferiblemente de alta calidad y alto contenido de carbohidratos solubles, almacenándose en un lugar llamado silo. El proceso de conservación se realiza por medio de la fermentación láctica y su éxito radica en permitir una degradación dentro de límites cortos de tiempo que impidan bruscas transformaciones en la composición del producto que se va a conservar (Schroeder, 2004). La calidad del ensilaje depende principalmente del grado de compactación y la cantidad de oxígeno que ha quedado en el material ensilado. Sin embargo, los niveles de materia seca y carbohidratos solubles son determinantes en la fermentabilidad de un ensilaje (Cisneros, 1994; Ashbel y Weinberg, 1999).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó de Julio de 2018 a Junio de 2019 en el rancho agropecuario La Unión del estado de Campeche (19° 47'53" N; 90° 23' 49" O; 8 m.s.n.m.) y las Instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná.

El estado de Campeche se localiza en la región sureste del territorio nacional mexicano, el clima predominante es tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW)<sub>1</sub> según la clasificación de Köppen, adaptado por García (1987). La precipitación pluvial promedio es

de 1125 mm anuales, temperaturas anuales de 26° promedio con máximas y mínimas de 28 y 24 grados respectivamente (INEGI, 2017) el tipo de suelo predominante en esta región el del tipo litosol (CONAFOR, 2013).

Fueron establecidos 3 experimentos; el primero de ellos donde se identificó y comparó la cantidad de biomasa producida por el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), el contenido de materia seca (MS), minerales en ceniza (MO), porcentaje de nitrógeno (N), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y fibra bruta (FB) cuando esta fertilizado de forma orgánica (estiércol bovino) vs de forma convencional (urea). Para ello se planteó un diseño experimental completamente al azar donde fue empleado el tipo de siembra cruzada, también llamada siembra de tallos enteros. Los tratamientos a evaluar fueron tres incluido un testigo, (**T1** “testigo”: 69%N/ha<sup>-1</sup>, equivalente a 150 kg de urea/ha<sup>-1</sup>; **T2**: 46% N/ha<sup>-1</sup> equivalente a 2.3 ton de estiércol/ha<sup>-1</sup>; **T3**: 69% N/ha<sup>-1</sup> equivalente a 3.4 ton de estiércol/ha<sup>-1</sup>) y cuatro repeticiones por tratamiento. La densidad de siembra fue de aproximadamente 300 kg de material vegetativo/ha<sup>-1</sup> y se mantuvo con sistema de riego de aspersión por cañón cada segundo día.

El tiempo de cosecha fue a los 60 días después del rebrote por lo que cumplido el tiempo se realizó el corte de productividad mediante el uso de un cuadro de 1m<sup>-2</sup>, posterior a ello se tomaron muestras de cada tratamiento para su correcto secado y análisis de laboratorio donde se revelarían los valores del contenido nutritivo del pasto.

Tanto el tratamiento testigo como la edad de corte fueron incluidos por haber sido los mejores resultados obtenidos en un trabajo previo por Chiquini-Medina *et al* (2019).



El segundo experimento fue la evaluación de digestibilidad *in vivo*. Este ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná con 5 borregos machos jóvenes de la raza Kathadín de pesos homogéneos. Se requirió el alojamiento de los animales en 5 jaulas metabólicas las cuales se construyeron provistas con charolas para la recolección y separación de orina y heces fecales (Schneider y Flatt, 1975). De igual manera cada jaula fue provista con comedero y bebedero individual.

El experimento constará de 2 tratamientos T1: pasto verde; T2: Silo 20 días; y cinco repeticiones considerando cada borrego como una unidad experimental.

Para esta prueba los animales pasaron por una etapa de adaptación de siete días y posteriormente siete días de recolección de orina, heces y alimento rechazado. El proceso fue realizado dos veces, una vez por tratamiento por lo que los animales al finalizar el primer tratamiento fueron provistos de alimento comercial para eliminar de su sistema el pasto verde y después fueron adaptados para la ingesta del silo.

Los animales fueron alimentados diariamente a las 8 de la mañana con el forraje previamente pesado; las heces y orina de cada tratamiento se recolectaron al día siguiente por la mañana, fueron pesadas y congeladas diariamente, al final de la prueba se homogenizaron por tratamiento y se tomaron tres muestra de cada tratamiento para su análisis químico en laboratorio donde se determinó minerales en ceniza (MO), porcentaje de nitrógeno (N), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y fibra bruta (FB).

Los porcentajes de digestibilidad del pasto se calcularon de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Digestibilidad (\%)} = \frac{\text{consumo} - \text{excreción fecal}}{\text{consumo}} \times 100$$

El último experimento fue el de productividad (ganancia de peso). Esta última prueba comprendió 41 días y se desarrolló en los meses de mayo a junio; se utilizaron 10 borregos de entre 14 y 23 kg de peso vivo los cuales se alojaron en corraletas individuales provistos de comedero y bebedero, hasta lograr un peso promedio.

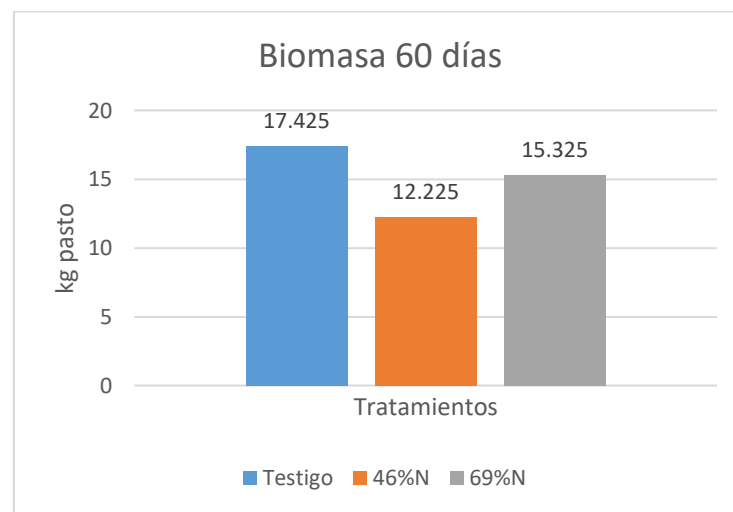
Los animales fueron distribuidos en los dos tratamientos T1: 60% pasto verde + 40% alimento comercial; T2: 60% Silo 20 días + 40% alimento comercial; y cinco repeticiones bajo un diseño experimental completamente al azar. Los animales fueron adaptados durante quince días en los cuales se les aplicó desparasitante y vitaminas.

Posteriormente se inició la prueba de ganancia de peso en la que los borregos fueron diariamente alimentados a las 8 de la mañana con los tratamientos, la cantidad de estos forrajes fue la necesaria para cubrir el dos por ciento de su requerimiento de materia seca y el restante fue obtenido con alimento comercial.

Los animales fueron pesados al inicio y final de la adaptación y durante los 41 días de prueba, cada quinto día. Las variables que fueron registradas son el consumo de forraje de maralfalfa y ganancia de peso diaria.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar las comparaciones entre la cantidad de biomasa producida cuando el pasto es abonado con fertilizante convencional (urea) vs fertilizante orgánico (estiércol bovino), los resultados mostraron que no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ ) sin embargo en el gráfico se puede apreciar que existe una diferencia ligeramente superior cuando el pasto se abona con urea, lo que no es de extrañarse ya que para los fertilizantes orgánicos es difícil alcanzar o superar los valores obtenidos cuando se utilizan suplementos químicos. Al ser la diferencia tan minúscula, el fertilizante orgánico de vuelve entonces una buena opción para ayudar o reemplazar a los fertilizantes químicos.



**Figura 1: Biomasa total producida por m<sup>2</sup>.**

En cuanto a los valores obtenidos de MO, N y PC el análisis de varianza no mostró significancia en cuanto a la materia orgánica, por lo que sin importar la dosis de fertilizante o la procedencia del mismo, los niveles de minerales se conservan casi iguales. Caso

contrario a los niveles de N y PC donde hubo ligera diferencia marcada en la prueba de medias.

Cuadro 1: Diferencias de medias de proteína cruda y nitrógeno en pasto y silo.

Proteína Cruda					Nitrógeno				
Tratamiento	Medias	n	E.E		Tratamiento	Medias	n	E.E	
T1	6.27	6	0.22	A	T1	1.00	6	0.03	A
Silo	6.01	3	0.31	A	Silo	0.96	3	0.05	A
T3	5.79	6	0.22	A	T3	0.93	6	0.03	A
T2	4.70	6	0.22	B	T2	0.75	6	0.03	B

Los resultados muestran que al ser fertilizado con urea el pasto tiene mejor porcentaje de N y PC debido a la misma fuente de abonado, cuando se fertiliza con 69% de N obtenido de estiércol la diferencia de medias es menor a 0.5 por lo cual no existe ( $p > 0.01$ ); sin embargo al abonar solo con 46% de N proveniente de estiércol si sobre sale diferencia. En tal caso es mejor igualar el porcentaje de N que se encuentra en la urea cuando se usa estiércol.

Se compararon ahora los niveles de EE y FB. Los resultados muestran que en cuanto al extracto etéreo no existe diferencia significativa cualquiera sea el caso, sin embargo se puede observar que entre las medias hay un salto de aproximadamente 0.67; en cuanto a la fibra bruta si se encontró diferencia cuando se fertiliza con urea *vs* al ser fertilizado con solo el 46% de N presente en estiércol.

Cuadro 2: Diferencias de medias de extracto etéreo y fibra bruta en pasto

Extracto Etéreo				Fibra Bruta					
Tratamiento	Medias	n	E.E	Tratamiento	Medias	n	E.E		
T3	8.28	3	0.60	A	Silo	35.57	3	0.23	A
silo	7.62	3	0.60	A	T2	34.85	3	0.23	A
T1	6.95	3	0.60	A	T1	34.63	3	0.23	A B
T2	6.92	3	0.60	A	T3	33.53	3	0.23	B

Los resultados que se muestran a continuación corresponden al análisis de la digestibilidad *in vivo*. El ANOVA realizado demuestra que en cuanto al contenido de minerales en ceniza (MO) los borregos pueden consumir pasto verde o ensilado y el porcentaje de digestibilidad será el mismo para ambos tratamientos ya que no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.01$ ). Caso contrario al contenido de N y PC encontrado en las excretas, pues al consumir pasto ensilado los borregos tuvieron un mejor aprovechamiento, esto se debe a que el pasto ya ha atravesado por un breve periodo de conservación a base de la fermentación anaerobia y a que el pasto en verde fresco presenta una alta cantidad de paredes celulares típicos de esta gramínea. Las diferencias de las medias entre el extracto etéreo y la fibra bruta o cruda no fueron significantes ( $p > 0.01$ ).

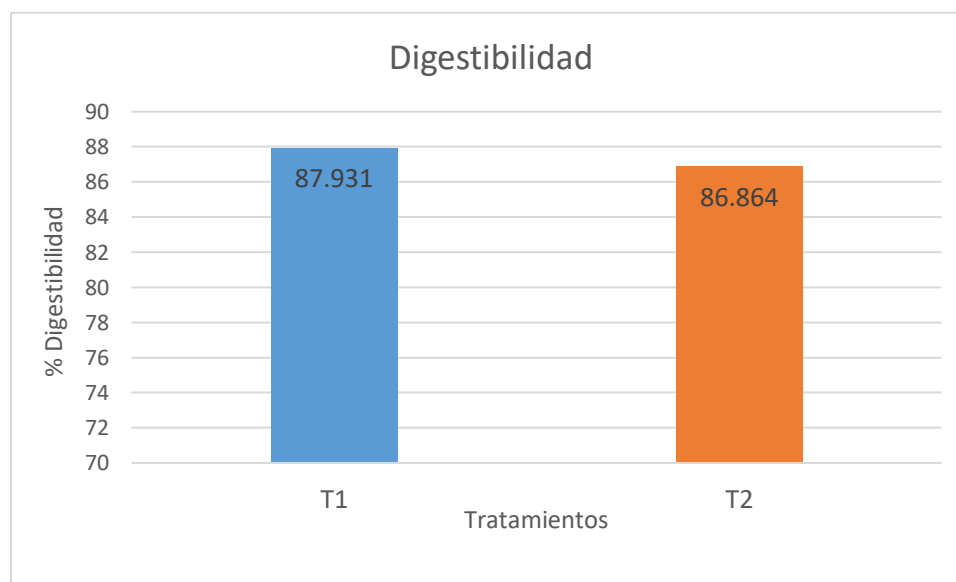
Cuadro 3: Diferencias de medias de materia orgánica, nitrógeno y proteína cruda en excreta de borregos.

%MO			%N			%PC		
Tratamiento	Medias	E.E	Tratamiento	Medias	E.E	Tratamiento	Medias	E.E
Pasto Verde	5.35 a	0.12	Pasto verde	1.15 a	0.01	Pasto Verde	7.16 a	0.07
Silo	4.94 a	0.12	Silo	1.06 b	0.01	Silo	6.65 b	0.07

Cuadro 4: Diferencia de medias entre extracto etéreo y fibra bruta

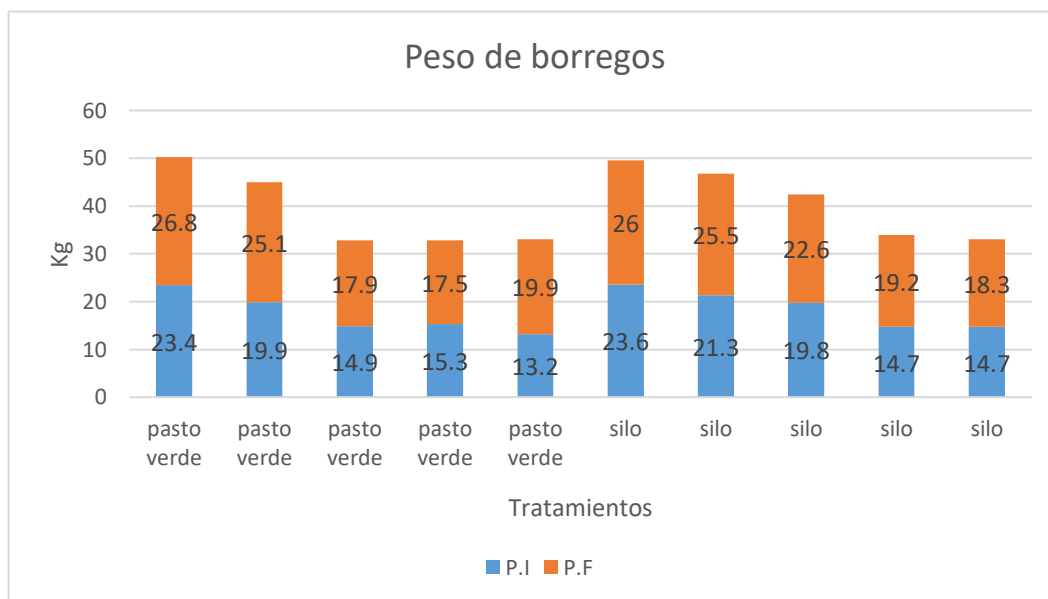
%EE				%FB			
Tratamiento	Medias	E.E		Tratamiento	Medias	E.E	
Pasto verde	6.33	0.27	A	Pasto verde	33.26	0.80	A
Silo	5.50	0.27	A	Silo	30.22	0.80	A

Un poco contrariado a los valores obtenidos en laboratorio, cuando se realizó la comparación de la digestibilidad promedio total, la gráfica (2) muestran que cuando los borregos fueron alimentados con pasto verde tuvieron mejor calidad de digestibilidad (87.9%), sin embargo la diferencia cuando son éstos consumen silo es mínima y sin significancia ( $p > 0.01$ ). Los valores de digestibilidad son ligeramente mayores a estudios previos por Del Sol *et al.* (2016) donde obtuvieron porcentajes que van de 66.8% cuando ofrece una dieta compuesta por 80% pasto Maralfalfa y 20% de *Tithonia diversifolia*, hasta 76.98% de digestibilidad cuando la dieta se balancea al 50% de ambos ingredientes.

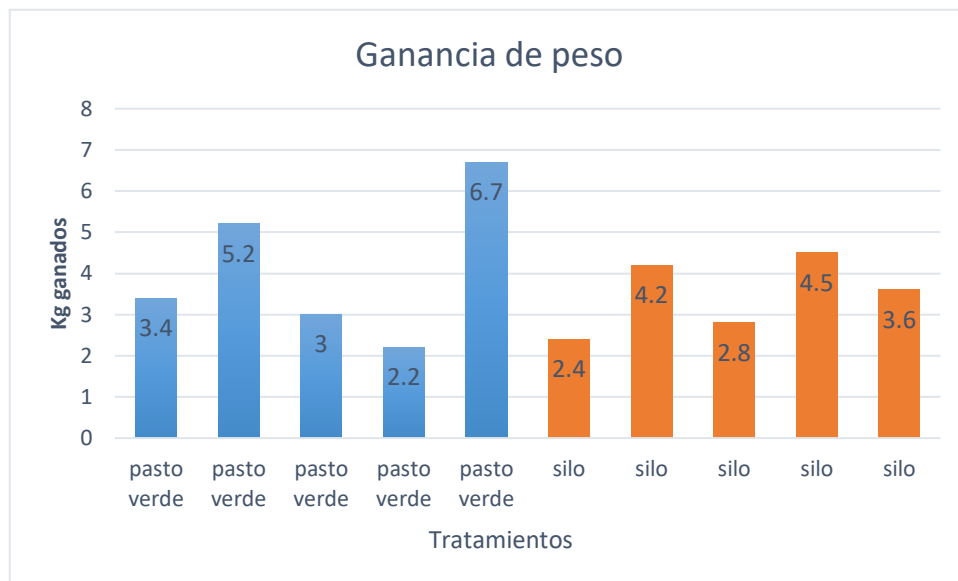


**Figura 2: Porcentaje de digestibilidad promedio obtenida en ovinos.**

Los resultados del ensayo final se refieren a la ganancia de peso total obtenida por ovinos cuando son alimentados con raciones 60% pasto verde + 40% alimento comercial. El gráfico 3 muestra el peso inicial y final obtenido de cada individuo de prueba mientras que en el gráfico 4 se observa cuánto ganó cada individuo por semana. Al final el tratamiento 1 fue el que dio mejor resultado teniendo un promedio de 4.1 kg ganados vs 3.5 kg del tratamiento 2; esto se puede deber en parte a que hubo un ligero rechazo por parte de los borregos hacia los silos.



**Figura 3: Pesos totales de ovinos.**



**Figura 4: Peso aumentado por semana.**

## CONCLUSIONES

El uso de abono orgánico no logra sobrepasar los niveles de producción de biomasa cuando se compara con fertilizante químico, sin embargo la diferencia es mínima por lo que puede ser una buena opción para disminuir costos de producción. De igual manera los niveles de digestibilidad fueron adecuados rebasando el 80% por lo que la Maralfalfa se vuelve no sólo una opción de menor costo sino de alta calidad sumando los valores positivos en la ganancia de peso presentada por los ovinos.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT y a la fundación Pablo García del estado de Campeche por la beca otorgada al primer autor para realizar estudios de maestría.



## LITERATURA CITADA

- Araya MM, Boschini FC. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agro Mesoamericana*: 16(1):37-43.
- Argel, P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14: 65-72.
- Ashbell G, Weinberg ZG. 1999. Silage from tropical cereals and forage crop. En: FAO Electronic conference on tropical silage.
- Cerdas R. y Vallejos E. 2010. Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica. *InterSedes.* 11 (22):180-195.
- Chiquini-Medina, R.A., De la Cruz-Chi, E.N., Pech-May, N.J., Guerrero-Turriza, H.O. y Castillo-Aguilar, C.C. 2019. Desarrollo fenológico y producción de biomasa del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cultivado en el sureste Mexicano. *Agro productividad.* 12(12), p.87-92
- Cisneros M, Romero O, Castillo E, Penedo J. 1994. La conservación de alimento para el ganado. [Monografía]. Cuernavaca, México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Correa, H.; Arroyave, H.; Henao, Y.; López A.; Cerón, J. 2002. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades. *Despertar Lechero.* 22(1):79-88.

- Dávila C y D. Urbano. 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. En González C. y E. Soto. (Eds). Manual de Ganadería Doble Propósito. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela. pp. 193-198.
- García, E. 1987. Modificaciones el sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Cuarta edición. ISBN: 970-32-1010-4.
- García, G. D. S., Gurrola, A. G., Olgún, J. L. L., & García, L. S. 2016. Digestibilidad y degradabilidad ruminal de dietas con fruto de Guásima y diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* en borregos. EDUCATECONCIENCIA, 9(10), 94-105.
- Herrera, R. S. 2006. Fotosíntesis En: Pastos tropicales, contribución a la Fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes. Ed. EDICA. ICA, La Habana, 37.
- Herrera, R.S. 1990. Introducción y características botánicas En: King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. Ed. EDICA. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p. 1.
- INEGI (México). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Campeche / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI. 399 p.
- Lamela, L., E. Castillo, J. Iglesias, y A. Pérez. 2005. Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. Pastos y Forrajes 28: 47-58.

- Murillo, R. L., Marcheco, E. C., de la Ribera, J. R., Perdomo, G. Á., Perdomo, P. Á., Panta, K. P., & Murillo, A. Á. 2015. Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(8), 1-10.
- Sánchez, T., E. R. Ørskov, L. Lamela, R. Pedraza, y O. López. 2008. Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*. Pastos y Forrajes 31: 271-281.
- Schneider B.H., y Flatt W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. University of Georgia Press.
- Schroeder JW. 2004. Silage Fermentation and preservation. North Dakota State University, North Dakota, USA.
- STDF 2013. Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajeras. 1p.

## 7. Conclusión

Los resultados que se obtienen cuando el pasto Maralfalfa es abonado con fertilizante orgánico (estiércol bovino) son similares a los obtenidos cuando se usa fertilizante químico Urea en cuanto a producción de biomasa y calidad nutritiva; pero con el beneficio de reducir costos de producción y darle uso a los recursos naturales con los que puede contar un sistema de ganadería típico. El uso de los silos de este *Pennisetum* es una solución a los problemas de escasez de alimento en tiempos de estiaje, los nutrientes se conservan de buena manera y con la adaptación correcta, los hatos ganaderos responden de excelente forma.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1 Oficio de recepción de escrito

26/11/21 19:16

Yahoo Mail - [agrocienza] Acuse de recibo del envío

[agrocienza] Acuse de recibo del envío

---

De: Said Infante Gil (said@colpos.mx)

Para: ricardochiquini@yahoo.com.mx

Fecha: viernes, 26 de noviembre de 2021 19:15 GMT-6

---

Ricardo Antonio Chiquini-Medina:

Gracias por enviar el manuscrito "RENDIMIENTO, CALIDAD NUTRITIVA Y DIGESTIBILIDAD DEL PASTO MARALFALFA FRESCO Y ENSILADO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA" a Agrociencia. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://agrocienza-colpos.mx/index.php/agrocienza/authorDashboard/submission/2633>

Nombre de usuario/a: ricardochiquini

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su investigación.

Said Infante Gil

---

<http://localhost/ojsagro/index.php/agrocienza> \_\_\_\_\_ {JournalName}