



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE UNA PRADERA DE MOMBASA
(*Panicum máximum*) EN PERIODO DE SEQUÍA EN TUXPAN
VERACRUZ”

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICA VETERINARIA
ZOOTECNISTA

PRESENTA
HEIDI RODRÍGUEZ PADILLA

ASESORES: Q. B. LILÍAN MORFÍN LOYDEN
DRA. DENEBA CAMACHO MORFÍN
DR. FERNANDO OSNAYA GALLARDO

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

"EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE UNA PRADERA DE MOMBASA (*Panicum maximum*) EN PERIODO DE SEQUÍA EN TUXPAN, VERACRUZ".

Que presenta la pasante: **HEIDI RODRIGUEZ PADILLA**

Con número de cuenta: **09224006-7** para obtener el Título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Julio de 2013.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>M.P.A. Lucas Gelacio Melgarejo Veazquez</u>	
VOCAL	<u>Q.B. Lilián Morfin Loyden</u>	
SECRETARIO	<u>Dr. Jobb Arastasio Zaragoza Esparza</u>	
1er SUPLENTE	<u>M.V.Z. Bricia Playa Anaya</u>	
2do SUPLENTE	<u>Dra. Ma. de los Angeles Ortiz Rubio</u>	

NOTA: los sindicales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

HHA/vc

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas sus bondades, por todas las cosas que me has dado, a tu ayuda, para que todas las cosas sean más fáciles, por tu protección, y por darme fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Eulalio y Lilia por el amor y cariño que me han dado, por todo lo que me han dado en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, porque creyeron en mí y me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega porque en los momentos más difíciles, en que he necesitado de apoyo y fortaleza han estado siempre a mi lado incondicionalmente. Gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta.

A mis hermanos Nayeli y Guillermo, por su paciencia y comprensión, me inspiraron para ser mejor y no quedarme atrás, por estar siempre a mi lado escuchando y alentándome para que este día llegara.

A mi tía María Reyna y a mi abuelita Bernita gracias por el apoyo, cariño y sabiduría que influyeron en mí para lograr todos mis objetivos.

A mis primos Selene, Arabid y Wendolyn, por todos los momentos de alegría y tristeza compartidos.

A mi abuelito Silvino y mi tío Humberto que aunque ya no están físicamente con nosotros, se que desde el cielo siempre nos cuidan y guían para que todo salga bien.

A la UNAM que me abrió sus puertas para iniciar un camino de conocimientos y dándome la oportunidad de ser parte de ella

A todos y cada uno de mis profesores por compartir sus lecciones y experiencias para formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, y a exigir más de mi

A todos mis amigos y compañeros que hicieron que mi estancia en la facultad fuera siempre amena

A la Q.B Lilífan y a la Dr. Deneb, por motivarme cada día y compartir conmigo todas sus enseñanzas, paciencia, tiempo, por hacer posible la culminación de esta etapa.

A mis compañeros del laboratorio de bromatología, por su ayuda y amistad.

Esta tesis fue apoyada por el programa de apoyo a proyectos de Investigación Tecnológica (PAPIIT IT219111) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

	Página
Contenido	1
Resumen	2
1 Introducción	3
1.1 Importancia de forrajes en el trópico	5
1.2 Manejo de praderas	6
1.3 Valor nutricional de los forrajes	8
1.3.1 Fuentes de variación del valor nutritivo de los forrajes	10
2 Forrajes tropicales	11
2.1 Gramíneas	13
2.2 Zacate Mombasa	14
2.2.1 Características botánicas del forraje Mombasa	15
2.2.2 Características nutricionales	16
2.2.3 Usos	17
3 Objetivos	18
3.1 Objetivo general	18
3.2 Objetivos específicos	18
4 Materiales y métodos	19
4.1 Localización de la región de estudio	19
4.2 Diseño experimental	19
4.3 Variables evaluadas	20
4.4 Análisis estadístico	22
5 Resultados	23
6 Discusión	28
7 Conclusiones	31
8 Bibliografía	32

RESUMEN

Pese a que en México la producción pecuaria es una de las actividades importantes, existe poca información sobre el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales que permitan optimizar su uso. En las zonas tropicales se han introducido gramíneas forrajeras de origen africano con el objeto incrementar la producción animal, lo cual es el caso del zacate Mombasa (*Panicum máximum*), forraje que crece en suelos muy pobres; además, presenta resistencia a la sequía y un crecimiento acelerado. De ahí que el objetivo del presente trabajo fue estudiar el valor nutritivo del zacate Mombasa (*Panicum máximum*) en el período de sequía (noviembre a mayo del 2012). Para lo cual se recolectaron muestras entre los 30 y 33 días de rebrote en una parcela dividida en subparcelas para su manejo. Se recolectaron muestras de biomasa total con cuatro repeticiones, mediante un diseño de bloques al azar, en el municipio de Tuxpan, Ver., durante la época de sequía. Las muestras se trasladaron al laboratorio de Bromatología de la FES-Cuautitlán UNAM, donde se secaron a 60 °C y se molieron en un molino de Wiley. A las muestras colectadas se les determinó humedad total (HT), proteína cruda (PC), cenizas (C), extracto etéreo (EE), según los métodos de la AOAC; así como, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

Los resultados de PC, C, EE, FDN, FDA, L y DIVMS entre muestreos se analizaron mediante análisis de varianza. Se encontró que en el periodo estudiado la PC varió de 5% a 8 %, la C de 8% a 11%, el EE 2% a 5%, la FDN fue de 70% a 79%, FDA fue de 43% a 49% y de la L de 5% a 8%. La DIVMS se encontró entre 35% y 53%. Se concluye que los contenidos de PC, FDN y DIVMS son bajos, pero acordes a lo que se podría encontrar en un zacate tropical, como en el caso de Mombasa.

Palabras clave: *Panicum máximum*, Mombasa, valor nutricional.

1. INTRODUCCIÓN

En México la ganadería es una de las actividades de mayor importancia. Esta actividad tiene mayor importancia en la región tropical del país, ya que esta área abarca 51.3 millones de hectáreas, equivalentes al 26.2 % del territorio nacional. De esta superficie 19 millones de hectáreas son destinadas a la producción pecuaria, en donde pastorean aproximadamente 12 millones de bovinos (40% del inventario nacional), que produce el 49.6 % de la carne que se consume en el país (SAGARPA, 2011).

En el Estado de Veracruz se destina más de 50% de la superficie a la ganadería bovina con 3.5 millones de ha, 2.7 millones de ellas con praderas cultivadas; el inventario consiste en poco más de 4 millones de bovinos doble propósito y 60,000 cabezas especializadas en leche (SAGARPA, 2011), el libre pastoreo es el sistema de producción predominante; destaca por su importancia en la producción, la ganadería de doble propósito. Se utilizan animales de diferentes cruza, principalmente cebú con razas europeas como la Holstein, Suizo Pardo, Simmental, usando a los forrajes como una de sus principales fuentes de alimentación. La producción pecuaria es una actividad de importancia socioeconómica para el Estado; ocupa el primer lugar nacional en inventario bovino y en producción de carne además del 6to lugar en producción de leche (SAGARPA, 2011).

Sin embargo, uno de los problemas que enfrenta dicha actividad en estas zonas, es la escasez de forraje en épocas de sequía, siendo determinante el papel que juegan los forrajes en esta actividad. En este sentido la introducción de nuevas especies y variedades de pastos tropicales, es una forma de contribuir al desarrollo tecnológico de las nuevas gramíneas, para poder establecerlas en praderas y así obtener una mejor producción de forraje de buena calidad todo el año y con un menor costo de producción (Ramírez *et al.*, 2010).

En la zona del trópico de México la explotación del ganado se realiza de manera extensiva y su alimentación se basa en el pastoreo. Los rumiantes utilizan los forrajes

como fuente principal de nutrimentos para su alimentación, en donde las gramíneas nativas son de bajo valor forrajero, pudiendo ser utilizadas para corte o pastoreo y que no son utilizados para el consumo humano (Cruz *et al.*, 2011.).

El principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble propósito y de carne. La calidad y cantidad de los forrajes depende de diferentes factores, como los climáticos o de la especie (McIlroy, 1991).

Los forrajes son utilizados por los herbívoros que tienen un sistema digestivo especializado que le permite convertir alimentos de alta calidad nutritiva, a partir de alimentos fibrosos que no son utilizados directamente por el humano, esto por la asociación de microorganismos ruminales que tienen la capacidad de hidrolizar la celulosa, hemicelulosa y otros compuestos resistentes a la digestión gástrica por enzimas secretadas por el animal, así como sintetizar proteínas a partir del amoníaco y sintetizar vitaminas hidrosolubles (Dwain y Vallentine, 1999).

Los forrajes son fuente de alimento para el ganado, que se va a convertir en carne o leche, para lograrlo el valor nutricional de los alimentos debe aportar los distintos nutrientes. Como los forrajes se producen principalmente para la alimentación del ganado es importante conocer el valor nutritivo. Los cambios en el valor nutritivo de los alimentos de los forrajes van a variar con la edad (Mc Donald *et al.*, 2002).

En la zona tropical, los pastos introducidos como 'guinea' (*Panicum maximum* Jacq.), 'pangola' (*Digitaria decumbens* Stent.) y 'estrella africana' (*Cynodon nlenfuensis* Vanderyst) están siendo sustituidas por gramíneas de introducción reciente, como las variedades 'Mombasa' y 'tanzania' (*Panicum máximo* Jacq.), así como variedades del género *Brachiaria* como 'señal' (*B. decumbens* Stapf.), 'insurgente' (*B. brizantha* (Mochst) Stapf.) y 'humidicola' (*B. humidicola* (Rendle) Schweickt) (Cruz *et al.*, 2011).

En México, existen pocos estudios relacionados con las características morfogénicas de las gramíneas forrajeras tropicales y su importancia para determinar el momento óptimo de cosecha e incrementar su eficiencia de utilización (Ramírez *et al.*, 2010). Una manera eficaz de mejorar la producción animal y la productividad es la selección y introducción de pastos nuevos con un alto potencial de rendimiento de forraje y de calidad, adaptado y persistente en los más diversos climas, suelos y condiciones de manejo (Ortega *et al.*, 2011).

1.1 IMPORTANCIA DE FORRAJES EN EL TRÓPICO

Los rumiantes en el trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, por ser la forma más económica de proporcionar a los animales nutrientes. La principal razón es su bajo costo, comparado con otros alimentos, que no son usados por otras especies, además de que la disponibilidad del recurso en la naturaleza es muy alta y los insumos son bajos (Enríquez *et al.*, 1999) por ello es importante saber el contenido nutricional y la digestibilidad de los alimentos.

Existen gran cantidad de forrajes, tanto nativos como introducidos, adaptados a las regiones tropicales de América latina. La selección de estos forrajes para una explotación en particular, va a estar determinada por la topografía del terreno, precipitación pluvial, fertilidad del suelo y temperatura ambiental (De Alba, 1971).

En las zonas tropicales, los principales forrajes usados para el ganado pertenecen al género *Brachiaria* ó *Panicum* que son ampliamente distribuidos y adaptados en estas zonas. Sin embargo las gramíneas tropicales son de menor valor nutricional en comparación con las de la zonas templadas, por eso es importante identificar las variedades de forrajes tropicales con el valor nutritivo alto (Batistoti *et al.*, 2012).

El crecimiento y productividad de los forrajes se ve afectada por las fluctuaciones estacionales, como la distribución anual de lluvias que van a repercutir en la

disponibilidad y la calidad del mismo, estas son reconocidas como una de las principales causas del estrés nutricional que limita la producción animal (Verdecia *et al.*, 2009).

1.2 MANEJO DE PRADERAS

El establecimiento de praderas está relacionado con el conocimiento y la aplicación de las tecnologías disponibles, sobre la preparación del terreno, y estrategias apropiadas de siembra, al igual que el manejo en las primeras semanas después de la siembra; factores que en su conjunto favorecen un rápido desarrollo de las especies y una alta productividad de las praderas del trópico (Pérez, 2003).

Entre los aspectos básicos a considerar para asegurar el establecimiento de las praderas, están la selección del lote y su topografía, las características fisicoquímicas del suelo, la precipitación anual y su distribución, al igual que la temperatura, es importante tener en cuenta la selección de las especies forrajeras a sembrar, las prácticas de preparación y siembra y la previsión de problemas relacionados con ataque de plagas (insectos, malezas y enfermedades); los cuales pueden estar asociados con la especie forrajera, o con el medio ambiente (Pérez, 2003).

Una pradera es lugar donde pasta el ganado. Puede ser natural; cuando no hay ninguna intervención del hombre; natural cultivada si se interviene en el manejo mediante abonos, riego u otros; y de siembra artificial, cuando se utilizan semillas mejoradas o ajenas a la composición botánica existente. Las praderas tiene una duración superior a un año, por lo que se le conoce como permanentes de larga duración, estables o temporales (Buxade, 1995).

El pastoreo continuo con altas cargas animales, la quema anual de las praderas, la época seca prolongada, los ataques esporádicos del salivazo o mosca pinta (*Cercopidae*) y el descenso de los niveles de nitrógeno junto con la posible inmovilización del fósforo del suelo, han llevado a las pasturas de la región a un proceso de degradación que disminuye anualmente su productividad (Sosa *et al.*, 2008).

El manejo de praderas es un conjunto de prácticas agronómicas y zootécnicas para maximizar la producción y calidad nutritiva del forraje, y tener una utilización eficiente de está por parte del animal, con el objeto de incrementar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción animal (Pérez, 2003).

Al seleccionar las especies forrajeras para formar praderas en el trópico, debe considerarse su resistencia al pisoteo, plagas y enfermedades de la región, resistencia a la quema, capacidad de competencia con las malezas, recuperación después del pastoreo, respuesta a la fertilización, alta producción de materia seca y alto valor nutritivo (De Alba, 1971).

La producción animal en pradera es el resultado del proceso fotosintético que las plantas realizan para el crecimiento, desarrollo y acumulación de biomasa, que deberá ser consumida por los animales y convertida en producto animal. En estas condiciones, la duración del período de rebrote y la cantidad de forraje residual, son factores determinantes para la producción de biomasa vegetal (Ramírez *et al.*, 2010).

Además de considerar entre otros los siguientes aspectos para un manejo adecuado en la pradera: la especie forrajera, las condiciones climáticas, los niveles de insumo aplicados (fertilización, control de malezas), la población de animales en cada estado productivo y su tamaño, y la frecuencia e intensidad de pastoreo (carga animal y forraje en oferta) (Pérez, 2003).

En praderas tropicales, la producción animal comúnmente se caracteriza por bajos índices de producción, debido al crecimiento estacional y bajo valor nutritivo del forraje producido. La principal causa de la reducción del valor nutritivo en estas especies, es la acumulación de tallo y material muerto, componentes que son menos digestibles que las hojas (Ramírez *et al.*, 2009). Por otra parte la producción y la calidad nutritiva del forraje pueden mejorarse con aplicación de fertilizantes.

Las praderas y forrajes de gramíneas de los trópicos son de insuficiente calidad comparados con las praderas bien explotadas de las regiones templadas. Aunque los rendimientos son muchas veces muy altos en materia seca, el forraje es pobre en proteínas, y tiene relativamente, mucha fibra (Minson, 2011).

1.3 VALOR NUTRICIONAL DE LOS FORRAJES

El valor nutritivo de un forraje es un concepto ambiguo que puede definirse como la combinación de diferentes factores; la composición química de la especie utilizada, el estado fisiológico en que se encuentre la planta, la composición florística de la mezcla y la influencia del medio sobre la composición química (Buxade, 1995).

Quizás el factor más importante que afecta a la calidad del forraje es la edad de rebrote en la cosecha, ya que independientemente de la especie, cuando se aumenta la edad de la planta, se reduce su calidad nutritiva, en donde el contenido de fibra de la pared celular y la disponibilidad son de suma importancia en los pastos tropicales, donde la fibra en las paredes celulares lignificadas predominan (Minson, 1990).

La calidad de los alimentos depende del valor nutritivo de los mismos. Y esta indicado por el contenido de proteína bruta (PB) y energía de los alimentos, la cual es determinada a través de los nutrientes digestibles totales (TDN). La digestibilidad (TDN) de los pastos se ve afectada considerablemente en las diferentes etapas de su crecimiento que van del 65% en las hojas tiernas y 51% en las hojas más viejas. Lo mismo ocurre con el contenido de PC, la cual varía según la edad de la planta, alcanzando valores de 16% en estado jóvenes y sólo 6% en la etapa de maduración avanzada, la fibra se compone de un complejo entrelazado de celulosa, hemicelulosa y lignina. Se define en términos de Fibra Cruda (FC), Fibra Neutro Detergente (FDN) y Fibra Ácido Detergente (FAD), y se utiliza para predecir la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos (McDonald *et al.*, 2002) .

La composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, más no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar además con datos de digestibilidad. Esta se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere en su paso por el tubo gastrointestinal (Shimada, 2009). Es importante la evaluación de la digestibilidad ya que ayudan en la indicación de la necesidad de la suplementación de la dieta.

La digestibilidad varía por los factores propios del alimento, los animales que lo consumen o por ambas cosas. Los alimentos que más van a variar en digestibilidad son los forrajes, y la principal causante de dicha variabilidad es el estado de madurez, a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína, y se eleva la fibra (principalmente celulosa y lignina), lo que conlleva a un decremento gradual de la digestibilidad (Shimada, 2009).

Los métodos para medir la digestibilidad implican, el empleo de animales y, por tanto son costosos, en cuanto a tiempo, mano de obra calificada y análisis químicos necesarios; por ello se desarrollaron métodos alternos que son más rápidos, fáciles de efectuar y más baratos. Éstos consisten casi siempre en exponer los alimentos a la acción de enzimas digestivas como la pepsina, tripsina, celulosa, líquido ruminal, entre otras, e incubar las muestras un cierto período (Shimada, 2009).

La energía metabolizable disminuye con la edad, debido a transformaciones químicas y bioquímicas en los componentes de las plantas como la disminución de los niveles de carbohidratos solubles de las proteínas digeribles y de digestibilidad de la materia seca (Verdecia *et al.*, 2008).

El valor energético de los forrajes depende de la digestibilidad de la materia orgánica, la cual está estrechamente vinculada con la composición de la planta. Se conocen dos grupos constituyentes en las plantas, los del contenido celular y la pared celular. Los primeros están formados por los azúcares, ácidos orgánicos, sustancias nitrogenadas y lípidos, cuya digestibilidad real en los rumiantes es total (glúcidos) o casi total (proteínas

y lípidos). Los segundos, los que comprenden los polisacáridos, celulosa, hemicelulosa y sustancias pépticas que poseen una digestibilidad muy variable (40-90 %), y la lignina, que es considerada totalmente indigestible. Todos estos elementos aumentan al envejecer la planta disminuyendo la digestibilidad tanto de la materia seca como orgánica, resultando en una disminución de la energía (Verdecia *et al.*, 2008).

1.3.1 FUENTES DE VARIACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES

La producción de forraje está relacionada directamente con el crecimiento de las plantas, donde interactúan una serie de factores como; suelo, clima, especie forrajera, época del año, manejo etc., (Dwain y Vallentine, 1999). A medida que la edad fisiológica de la planta avanza aumentan los porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina, reduciendo la proporción de los nutrientes potencialmente digeribles (carbohidratos solubles, proteínas, minerales y vitaminas), lo que representa una disminución de la digestibilidad (Velásquez *et al.*, 2010).

Según Enríquez *et al.* (1999) las fuentes de variación en el valor nutricional de los forrajes son las siguientes:

Suelo: diversas características edáficas, pueden influir sobre el rendimiento de forraje, entre las más importantes se encuentran, nivel de fertilidad, textura, aireación y algunas condiciones especiales como la acidez, alcalinidad, salinidad, toxicidad, erosión etc.

Clima: el rendimiento y la calidad del forraje están en función de la precipitación durante el año, lo cual determina la estacionalidad de la producción y propicia la abundancia de forraje durante la época de lluvias y la escasez en la época seca (Minson, 1990).

Temperatura; es un factor secundario del clima para las partes bajas del trópico y solo en algunas regiones con temperaturas por debajo de los 15° C pueden influir en el rendimiento del forraje, lo que sucede anualmente en el golfo durante la épocas de norte, en esta época la producción de forraje es crítica (Enríquez *et al.*, 1999).

La luminosidad influye en la producción, ya que a menor luminosidad (fotoperiodo) disminuye el crecimiento de los pastos. El viento debilita las plantas por desecación de las hojas tiernas y propicia la calidad de las mismas, reduciendo el crecimiento de los forrajes (Enríquez *et al.*, 1999).

Especie forrajera; existen diferencias entre especies cultivadas en cuanto a su requerimiento de suelo, clima y manejo. En el caso del suelo, hay especies de pastos con altos requerimientos de fertilidad o aplicación de fertilizantes. Y especies de adaptadas a suelos de baja fertilidad que requieren de mínimas cantidades de fertilizantes. También existen pastos que se adaptan a una condición específica como; alcalinidad acidez, salinidad o toxicidad de un elemento (Enríquez *et al.*, 1999).

Animal; se debe de considerar varios factores, como razas, edad, especie aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales, dentro de los cuales la calidad y la producción de los forrajes es causa principal de la baja productividad (Sosa *et al.*, 2008).

2 FORRAJES TROPICALES

Las regiones ganaderas más importantes se encuentran en el trópico seco, donde las lluvias son relativamente escasas y limitadas a una temporada corta del año, en estas zonas, los principales forrajes usados para el ganado pertenecen al género de *Braquiaria* o *Panicum* que son ampliamente distribuidos y adaptados en estas. Sin embargo teniendo en cuenta que las gramíneas tropicales son de menor valor nutricional en comparación con las de las zonas templadas, es importante identificar las variedades de los forrajes tropicales con el valor nutritivo alto (Batistoti *et al.*, 2012).

El sector primario de la producción de carne encuentra en el recurso forrajero la fortaleza económica para la alimentación de los rumiantes, siempre y cuando las estrategias de manejo sean las adecuadas para minimizar la variabilidad en la producción a través del año. El principal problema relacionado con la alimentación

extensiva de los animales, es la marcada estacionalidad en la disponibilidad de forraje (Ramirez *et al.*, 2009).

En relación al valor nutricional, los pastos tropicales están en desventaja con relación a los de clima templado. Las temperaturas altas de los forrajes tropicales, son responsables de sus niveles altos de lignina y bajos de nitratos, proteína y carbohidratos no fibrosos (Velásquez *et al.*, 2010).

Durante la época seca, que suele durar de seis a nueve meses, el forraje se encuentra seco, en el cual el consumo del forraje es inadecuado, repercutiendo en la disponibilidad en los agostaderos, en donde va a haber un aumento en la lignificación, reducción en el contenido de nitrógeno soluble, (proteína) y en el contenido de otros componentes de la fibra, puede consecuentemente reducir el consumo de nutrientes que requiere los rumiantes para el crecimiento, la gestación y la lactancia (Kawas,1990).

La baja calidad de los pastos utilizados, aunados al inadecuado manejo de los potreros causa sobrepastoreo y aunado al deficiente control de malezas, plagas y escaso uso de fertilizantes no permiten que se tenga disponibilidad de forraje, en cantidad y calidad, provocando que los animales en la época seca tengan pérdida de peso y se disminuya el comportamiento productivo por la baja ganancia de peso y menor comportamiento reproductivo. Así, la baja productividad del sistema de producción de bovinos obedece en gran medida al deficiente manejo de los forrajes, atribuible a los sistemas de manejo y utilización de las praderas y agostaderos existente bajo el sistema extensivo (Kawas, 1990).

Los cambios en el valor nutritivo de pastos tropicales varía con la edad, considerando rendimiento de materia seca por hectárea y contenido de proteína cruda durante la época de lluvias es muy significativo; el problema a resolver es que los pastos tropicales son de crecimiento rápido ocasionando que la calidad nutricional también cambia rápidamente. Conociendo la velocidad de cambio en rendimiento y valor nutritivo es

posible encontrar un punto recomendable de utilización para cada pasto (Ramírez *et al.*, 2010).

Los forrajes tropicales son de crecimiento y maduración rápida, problema al que se han enfrentado los ganaderos desde siempre, los pastos tropicales al tener esta característica, su calidad nutricional también cambia rápidamente. Es recomendable desde el punto de vista nutricional el uso de los pastos tropicales cuando contienen entre el 8 y 10% de proteína cruda. Dentro de este intervalo y considerando la producción de forraje (rendimiento de materia seca/hectárea), se puede decidir sobre la edad a la cual el pasto debe utilizarse. Investigaciones realizadas en el Estado de Veracruz determinaron que el intervalo práctico de uso en días de la edad de rebrote nutricionalmente aceptable para: Mombasa (*Panicum máximum*) es de 12 días entre los 18 y 30 días de edad con rendimiento de 1500 a 2200 Kg (Ramírez *et al.*, 2011).

En México, existen pocos estudios relacionados con las características morfogénicas de las gramíneas forrajeras tropicales (Ramírez *et al.*, 2010). Sin embargo, su potencial de producción de forraje, así como su calidad nutritiva no han sido bien descritos para el trópico húmedo de México (Ortega *et al.*, 2011).

2.1 GRAMÍNEAS

Las gramíneas están agrupadas en unos 600 géneros, con casi 5000 o más especies; la familia de las gramíneas comprende el 75% aproximadamente de las plantas forrajeras cultivadas y todas las cosechas de cereales (Morfin, 2013).

Se subdividen en 28 tribus. En base a sus pautas de crecimiento y adaptación climática, las gramíneas se dividen en especies de época fría y de época calurosa; las gramíneas de época calurosa crecen con lentitud en los inicios de la primavera, y de forma más activa al principio del verano. La mayoría de las especies de gramíneas son suculentas y con elevado valor nutricional (Mc Donald *et al.*, 2002).

En la actualidad existen especies de gramíneas y leguminosa tropicales que tienen buena capacidad de adaptación, alto rendimiento de biomasa durante la época de mínima precipitación y excelente persistencia. Aunque la calidad del forraje de las gramíneas tropicales es inferior a la de las especies templadas, la producción animal por unidad de superficie puede ser mayor en pradera debido a su alto potencial de producción de forraje. Para aprovechar esta cualidad, el manejo de las praderas es crítico, y la carga animal (CA) y asignación de forraje son herramientas de manejo importantes ya que afectan las características de la pradera y la producción animal (Enríquez *et al.*, 1999).

Las gramíneas inician su crecimiento con un valor de PC alto, un rendimiento de MS bajo, y un contenido de Lignina bajo. Coincide la mayor producción de MS con el valor más bajo de PC. Desde el punto de vista zootécnico no es favorable ni un extremo ni otro. El punto donde se cruzan las dos tendencias pudiera ser el óptimo de utilización. Este punto se ubica entre los 40 y los 60 días de edad (Cruz *et al.*, 2011).

2.2 ZACATE MOMBASA

El forraje guinea (*Panicum máximum*) *Megathyrus maximus* Jacq. Simon BK y Jacobs SWL es un importante forraje tropical nativo de África. Debido a su alto rendimiento, contenido nutricional y su adaptabilidad a diferentes nichos ecológicos, ha sido ampliamente introducido y explotado en diferentes países y tropicales y subtropicales, como Brasil, Japón, EE. UU y Australia (Barbosa, 2011). Es adecuado para detener la erosión del suelo. Puede sobrevivir a los incendios y sequías debido a que presenta un sistema radicular profundo, denso y fibroso (Aganga y Tshwenyane, 2004).

El pasto Mombasa (*Panicum máximum* Jacq). Fue introducido a América en 1967, y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil, como una especie extremadamente productiva en ambientes tropicales. Recientemente ha sido introducido a México, como alternativa para incrementar la

productividad de las praderas tropicales, sin embargo, el manejo tradicional aplicado por los productores y la falta reposición de nutrimentos al suelo, ha favorecido que estas praderas, entren en proceso de degradación, pocos años después de su establecimiento (Ramírez *et al.*, 2009).

Zacate guinea (*Panicum máximum*) es una planta de clima tropical, y subtropical y se encuentra en estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Tabasco, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Morelos, Jalisco, Nayarit, Colima etc. Crece bien en suelos secos que no sean demasiados pobres. Su siembra es por semilla al voleo o propagarse por macollos, cepas o coronas. Rinde de 50 a 80 toneladas de hierba fresca, cortándose cada 4-8 semanas en temporadas de lluvias (Flores, 1990).

2.2.1 CARACTERÍSTICA BOTÁNICAS DEL FORRAJE MOMBASA

El género *Panicum* es el más numeroso de todos los zacates. Pertenece a la tribu *Paniceu* (tribu de los mijos), *Panicum* es el nombre latino de los mijos. Guinea pertenece a la familia *Poaceae*, la subfamilia *Panicoideae* y la tribu *Paniceae*. Estos son fácilmente reconocidos porque los tallos de las espiguillas están articulados abajo de las dos brácteas inferiores (glumas), de manera que la espiguilla entera cae intacta. Este género es importante en México, porque hay gran variedad de especies nativas distribuidas en praderas naturales (Flores, 1990).

Es un cultivar perenne, amacollado, de hasta 165 cm de altura, con hojas anchas largas que se doblan en vertical en la punta. Los tallos son levemente púrpuras. Las hojas representan el 82 % del peso total de la planta, con una digestibilidad mayor al 60 %; haciéndola una excelente alternativa para la engorda de novillos, animales en desarrollo y producción de leche. Requiere suelos de mediana fertilidad natural. Se adapta a un rango de pH entre 5 – 8. Se desarrolla de los 0 – a los 2500 m.s.n.m. Requiere precipitaciones de 800 mm en adelante (Flores, 1990). Soporta períodos largos de sequía. Tolera el salivazo

2.2.2 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

El forraje Mombasa debido a que es un cultivo de porte más erecto, complementa, con su altura una mejor condición de rendimiento a las 12 semanas del rebrote. La degradabilidad de la materia seca de los pastos tropicales es 13% menor que la de los pastos de clima templado (León *et al.*, 2012).

Presenta un alto porcentaje de hojas (aproximadamente 80%) en épocas de lluvias y solo el 10% de su producción se produce en la estación de seca, presentando niveles bajos de proteína, digestibilidad y alto la FDN (Silva *et al.*, 2009).

En cuanto a su valor nutricional no hay suficiente información, León *et al.* (2012) reportó los siguientes valores que se observan el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Composición química de *Panicum máximo*, en el mes de abril del 2009

	Proteína (%)	Cenizas (%)	FDN (%)	DIVMO (%)
<i>Panicum máximo</i>	6.0	10.6	35	50.1

FDN Fibra detergente neutro, DIVMO Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

León *et al.* (2012).

Algunos autores como Ortega *et al.*, 2011 reportan que el pasto Mombasa tiene similitud en cuanto a composición química con otros pastos como se observan en el cuadro 1.2, además Abegunde y Akinsoyinu. 2010 reporta valores de materia seca de 28.7%, extracto libre de nitrógeno de 15.4% y de extracto etéreo de 1.6%. Verdecia *et al.*, 2008 reporta para *Panicum* variedad Tanzania valores de la digestibilidad de la materia seca en en el periodo de sequía cortado a los 30 días de 64.69% y de la digestibilidad de la materia orgánica de 69.28%.

Cuadro 1.2 Composición química de variedades de *Panicum máximum*, cultivadas en Tlapacoyan, Veracruz, México. En temporada de lluvias en el 2008. En base seca.

Gramínea	P C	F D N	F D A	LIG
Mombasa	8.7 ± 0.5	68.9 ± 2.3	47.1 ± 0.9	8.4 ± 0.4
Privilegio	9.0 ± 0.4	74.8 ± 2.1	48.7 ± 0.8	9.2 ± 0.4
Tanzania	8.5 ± 0.6	73.6 ± 2.8	46.3 ± 1.0	7.3 ± 0.5

Ortega *et al.* (2011)

2.2.3 USOS

Este pasto se utiliza para corte o pastoreo y se le considera adecuado para la agroforestería pecuaria, porque tolera a la sombra. Además, se puede ensilar y henificar (Morfin. 2013). El pasto Mombasa puede cosecharse cada 3 y 5 semanas sin comprometer la estabilidad de la población de tallos (Ramírez *et al.*, 2011).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

Estudiar el valor nutricional de una pradera de zacate guinea variedad Mombasa (*Panicum máximum*) en el periodo de sequía en Tuxpan, Veracruz.

3.2 Objetivos específicos.

- Determinar la composición química del zacate guinea variedad Mombasa.
- Determinar las fracciones de fibra por el sistema de Van Soest de ese zacate.
- Determinar la digestibilidad *in vitro* de las praderas en época de sequía.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

Las muestras de *Panicum máximum* variedad Mombasa se recolectaron en una pradera establecida desde 2007 y localizada en la zona norte del Estado de Veracruz, en el municipio de Tuxpan, ubicado geográficamente en la huasteca baja entre los paralelos 21° 06' y 21° 35' de latitud norte; los meridianos 97° 19' y 97° 43' de longitud oeste; altitud entre 10 y 300 m.

El municipio presenta un clima cálido subhúmedo, con un rango de temperatura media anual de 24-26 °C., humedad relativa de 82 % y lluvias en verano con una precipitación promedio anual entre los 1200-1500 mm (INEGI, 2010).

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El área experimental estuvo constituida de una superficie territorial de 100 hectáreas, de las cuales se utilizaron 15 hectáreas. Las cuales se dividieron en 12 praderas, cada una de 1 hectárea, mismas que se delimitaron con cercos eléctricos.

Durante el periodo de estudio no se realizaron actividades de fertilización y de riego. El sistema de producción utilizado es pastoreo rotacional con 3 días de ocupación y entre 30 y 33 días de descanso. Las parcelas fueron pastoreadas por vaquillas de reemplazo con pesos entre 200 a 300 kg.

El área se muestreó en la época de sequía, (noviembre del 2011 a mayo del 2012), las parcelas muestreadas fueron las marcadas con los números 4, 10, 6, 2, 8, 3 (Figura 4.2).

Las muestras se recolectaron de manera aleatoria, antes de que los animales entraran al pastoreo, la edad al corte del forraje en cada muestreo se encontró entre 30 y 33 días. En cada parcela se obtuvieron cuatro núcleos de muestreo (los cuales se consideraron como

repeticiones) y el corte en cada uno se realizó con tijera a 6 cm del suelo, se recogió la biomasa total.

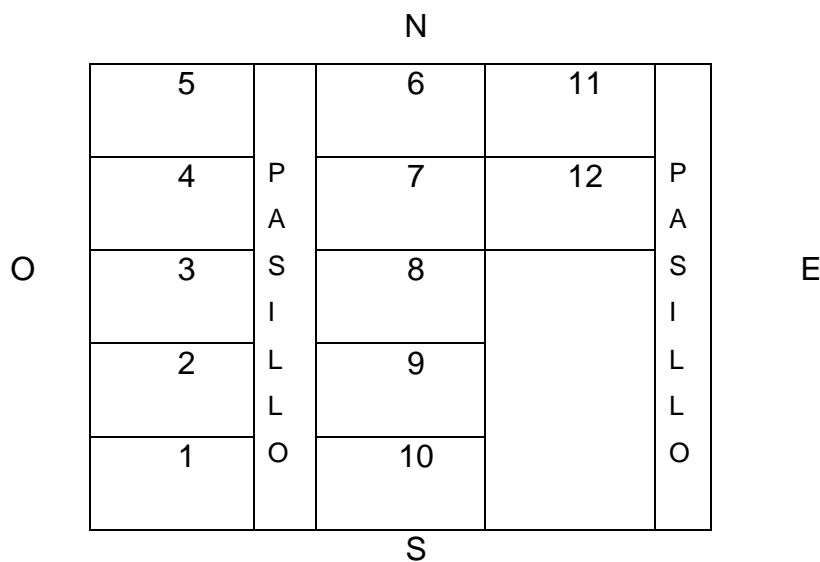


Figura 4.1. Distribución de las parcelas de pasto Mombasa en el área de estudio.

Las muestras recolectadas se pesaron y se conservaron en frío, en una hielera con gel refrigerante y transportaron al laboratorio de Bromatología de la FES-Cuautitlán UNAM. El tiempo transcurrido entre el corte y la llegada al laboratorio fue de 48 hrs. Cada núcleo fue pesado y secado a 60 °C durante 48 horas; por separado, para obtener la materia seca (MS) y posteriormente fueron molidos, por separado, en un molino de Wiley; además, fueron etiquetados y envasados (Morfín, 2011).

4.3. VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en cada repetición fueron: humedad total (HT), proteína cruda (PC), cenizas (C), extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO); así como, energía digestible (E.D.) y energía metabolizable (E.M.).

Los métodos utilizados fueron: para humedad total (HT), proteína cruda (PC), cenizas (C) y extracto etéreo (EE) según los métodos de la AOAC (1999). En el caso de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L), para su determinación se utilizaron los métodos que consigna Van Soest *et. al.*, (1991), Así mismo, para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO) se empleó la técnica de Tilley y Terry (Tilley y Terry, 1963).

En el caso de la energía digestible y la metabolizable, éstas se calcularon con el uso de los resultados de los análisis químicos y la digestibilidad de cada una de las muestras correspondientes, sustituyendo los valores obtenidos en las fórmulas del total de nutrientes digestibles (T.N.D.), energía digestible (E.D.) y energía metabolizable (E.M.) (Morfin, 2011)

- Total de nutrientes digestibles (TND):

$$\text{TND} = \text{PCD} + \text{ELND} + \text{FCD} + 2.25 (\text{EED}).$$

Donde:

PC= Proteína cruda

ELN=Extracto libre de nitrógeno

FC= Fibra cruda

EE=Extracto etéreo

D = digestibilidad *in vitro* de la materia seca

- Energía digestible (ED)

$$\text{ED (Kcal/100 g)} = \% \text{ TND} \times 4.4$$

- Energía metabolizable (EM)

$$\text{EM (Kcal/100 g)} = \text{ED} \times 0.82$$

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos obtenidos de las variables: proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente acida, lignina, digestibilidad in vitro de la materia seca y de la materia orgánica, así como, energía digestible y energía metabolizable fueron sometidos a un análisis de varianza con una distribución de tratamientos completamente al azar. La comparación de medias fue realizada por medio de la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

5 RESULTADOS

En el cuadro 5.1 se presentan los resultados de la composición química de la biomasa del pasto Mombasa durante el periodo sequía. En cuanto a proteína cruda, los valores se encontraron por debajo del 8 %. Los mayores porcentajes de PC se encontraron en diciembre y abril, pero el valor más bajo correspondió a mayo ($p < 0.05$). Resalta que el intervalo de variación en cuanto a PC es amplio (entre el 5% y el 8 %).

En cuanto a cenizas se encontraron valores por debajo del 13 %, además de una amplia variación (entre 8% y 13%). Los resultados más bajos se encontraron en los meses de noviembre y enero ($p < 0.05$), y en el resto de los meses los contenidos de ceniza fueron estadísticamente similares.

Los resultados de extracto etéreo fueron menores al 5%, los valores altos se presentaron en los meses de enero, febrero, abril y mayo; asimismo, en los meses de noviembre, diciembre y marzo fueron los de menor porcentaje ($p < 0.05$).

En el extracto libre de nitrógeno se observan valores menores del 7%, presentando un amplio rango de variación entre las muestras (del 2% al 7%). En este concepto hubo diferencias estadísticas significativas entre los meses de muestreo, al igual que en el resto de los conceptos estudiados ($p < 0.05$); los valores mayores se encontraron en diciembre y mayo y los más bajos en febrero.

En el cuadro 5.2 se presentan las fracciones de Van Soest, resalta que la fibra detergente ácida se encontraron valores menores al 49%, destaca que hay diferencias estadísticas entre meses ($p < 0.05$), el mes de febrero fue el del mayor valor y en el mes de abril el de menor valor.

Respecto a la fibra detergente neutra, se encontraron valores menores al 79% y solo en noviembre hubo diferencias significativas en este concepto. Los valores observados van del 70% al 79%.

Cuadro 5.1 Composición química en época de sequía (noviembre a mayo) de una pradera de zacate Mombasa cultivada en Tuxpan, Veracruz, cortado entre los 30 y 33 días de crecimiento. En base seca.

Fecha	% P.C	% C	% E. E	% E.L.N.
Noviembre	6.5 b	8.1 d	2.7 c	3.5 b
Diciembre	8.2 a	13.4 a	1.5 d	7.0 a
Enero	6.8 b	9.2 d	3.6 b	4.9 b
Febrero	6.3 b	12.8 ab	4.4 ab	2.3 c
Marzo	7.4 a	11.9 abc	2.7 c	4.6 b
Abril	8.1 a	11.3 bc	4.4 ab	4.3 b
Mayo	4.9 c	11.1 c	4.8 a	6.0 a

Promedios para; PC Proteína cruda, C Cenizas, E. E Extracto etéreo, E.L.N Extracto libre de nitrógeno
Medias con diferentes literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

Para lignina se observa que los porcentajes fueron menores al 8%, mostrando los valores más altos en el mes de noviembre y diciembre y los más bajos en febrero y marzo. En los demás meses no se observaron diferencias estadísticamente; el intervalo que se encontró fue del 5% al 8% ($p < 0.05$).

En el cuadro 5.3 se observan los resultados de la digestibilidad del pasto Mombasa. La mayor digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), se presentó en marzo, siendo superior ($p < 0.05$) con respecto a los otros meses y la de menor valor en noviembre. Aunque los resultados en general, con respecto al periodo trabajado tuvieron una variación muy amplia.

En general, se puede observar que resultados similares se presentaron en la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), en la que los valores más altos ocurrieron en marzo y la de menor valor en noviembre.

Cuadro 5.2. Fracciones de Van Soest de una pradera de Mombasa cultivada en Tuxpan, Veracruz. En época de sequía (noviembre a mayo), cortado entre los 30 y 33 días de crecimiento

Mes	% F.D.A.	% F.D.N.	% LIGNINA	% Hemicelulosa
Noviembre	46.4 ab	79.35 a	8.12 a	32.93 b
Diciembre	45.43 bc	69.86 b	7.22 ab	25.98 b
Enero	44.88 bc	75.48 ab	6.35 bc	32.97 a
Febrero	48.91 a	75.26 ab	5.34 c	28.73 a
Marzo	45.30 bc	73.52 bc	5.13 c	28.23 a
Abril	43.26 c	72.01 bc	6.74 b	32.54 a
Mayo	44.44 bc	73.13 bc	6.78 b	28.63 a

F.D.A =Fibra detergente ácido; F.D.N= Fibra detergente neutro,

Medias con diferentes literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

Cuadro 5.3. Digestibilidad in vitro de una pradera de Mombasa cultivada en Tuxpan, Veracruz. Cortado entre los 30 y 33 días de crecimiento. En época de sequía.

Mes	DIVMS %	DIVMO %
Noviembre	35.03 d	31.03 d
Diciembre	48.49 b	44.08 b
Enero	45.59 bc	44.87 b
Febrero	35.36 d	38.45 c
Marzo	53.26 a	51.43 a
Abril	44.11 c	43.37 b
Mayo	45.77 bc	43.35 b

DIVMO: Digestibilidad in vitro de la materia orgánica. DIVMS: Digestibilidad in vitro de la materia seca. Medias con diferentes literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

En el cuadro 5.4 se presentan los contenidos de energía digestible y metabolizable, resaltando que en general los contenidos de energía se encuentran por debajo de 2 Mcal/Kg. Mostrando que solo en los meses de diciembre, enero y mayo hay coincidencia estadística, destacando que el mes de marzo presento el valor mayor, contrastando con los meses de febrero y noviembre que son los que presenta los valores menores.

Cuadro 5.4. Energía digestible y energía metabolizable de una pradera de Mombasa cultivada en Tuxpan, Veracruz. Cortado entre los 30 y 33 días de crecimiento. En época de sequía.

Mes	TND	Energía digestible ED [£]	Energía Metabolizable EM [£]
	g/100g	Mcal/Kg	Mcal/Kg
Noviembre	0.32 e	1.43 e	1.17 e
Diciembre	0.41 b	1.84 b	1.51 b
Enero	0.41 bc	1.82 bc	1.49 bc
Febrero	0.31 f	1.37 f	1.12 f
Marzo	0.46 a	2.06 a	1.69 a
Abril	0.39 d	1.72 d	1.41 d
Mayo	0.40 c	1.79 c	1.46 c

Promedios para; TND Total de nutrientes digestibles, ED Energía digestible, EM energía metabolizable. Medias con diferentes literal en la misma columna son diferentes ($p < 0.05$).

6 DISCUSIÓN

Las características nutricionales de los forrajes varían dependiendo de la especie, época del año, las condiciones de crecimiento, las condiciones físico-ambientales y agronómicas en las que se desarrolla la planta (Minson, 1990; León *et al.*, 2012; Verdecia *et al.*, 2008). De ahí la importancia de la evaluación de las características nutricionales del zacate Mombasa en la zona, en las diferentes épocas del año.

Dado que cada una de las muestras de forraje se obtuvieron de entre 30 y 33 días de crecimiento, las variaciones en la composición química podrían atribuirse a las condiciones climáticas de la zona y al fotoperiodo (el cual afecta la fotosíntesis de las plantas) (Cruz *et al.*, 2011; Minson, 1990), las cuales ejercen un efecto marcado en el valor nutritivo de *Panicum maximum* vs. Mombasa (Verdecia *et al.*, 2012).

En cuanto a los valores numéricos obtenidos en este trabajo para todos los conceptos nutricionales se encontró que son similares a los obtenidos por Verdecia *et al.* (2009) y Verdecia *et al.*, (2012).

Además de tener otros factores que afectan la composición de la planta, en la que se reduce en la época de sequía en donde el contenido de la materia seca se incrementa (Verdecia *et al.*, 2009).

En la época de sequía hay una baja del porcentaje de la proteína cruda reflejo de un menor crecimiento (Verdecia *et al.*, 2009), y debido a la relación inversa entre el incremento en porcentaje de materia seca y la proteína cruda, durante la época de sequía es menor el porcentaje de proteína (Juárez *et al.*, 2009), ya que en periodo de lluvias el porcentaje de proteína es de 8% como lo reporta Ortega *et al.* (2011).

El bajo contenido de proteína encontrado en el mes de mayo se puede atribuir al fotoperiodo, ya que en la época de invierno se reducen las horas luz afectando a la planta que va a reducir su crecimiento; sin embargo, en primavera al aumentar las horas de luz y

la temperatura, la planta crece en forma exponencial y también envejece, más rápidamente (Verdecia *et al.*, 2008).

En cuanto al intervalo de proteína cruda entre 5 y 8% en el zacate Mombasa en este trabajo, la variación es acorde a lo que se esperaría de un forraje de clima tropical, este intervalo se encuentra dentro la variación normal para forrajes de clima tropical (Minson, 1990).

Respecto al contenido de cenizas que presenta el forraje es cercano a lo que reporta León *et al.* (2012), aunque la cantidad de cenizas depende de la calidad y edad de las plantas, el clima, época y las riquezas minerales del suelo (León *et al.*, 2012).

Los valores obtenidos de FDA y FDN son resultados similares a los de Ortega (2011) quien encontró en épocas de lluvias valores promedio de FDA de 47% y de 69% en FDN. El contenido de fibra (FDN, FDA, lignina, celulosa y hemicelulosa) tienen consecuencias para la digestibilidad de las plantas. La fibra detergente neutro (FDN), que es una medida del contenido de la pared celular, es el componente químico de la alimentación que determina su velocidad de digestión; Además FDN está inversamente relacionada con la digestibilidad de las plantas (McDonald *et al.*, 2002).

Sin embargo los valores para FDA y FDN son altos en comparación con Suárez *et al.* (2011) en los que encontraron valores de FDA y FDN de 40% y 67% . Por lo tanto al incrementar los niveles de FDN, se esperaría que la digestibilidad y aportes de energía fueran menores. Por otro lado, dado que el contenido de FDN está correlacionado positivamente con la densidad del forraje y el llenado del rumen, un mayor contenido de FDN significa un menor consumo de materia seca (Suarez *et al.*, 2011).

En cuanto a la lignina los valores en este trabajo son bajos en comparación a los de Ortega *et al.*, (2011) aunque Suárez *et al.*, (2011) reporta valores de 5.9. Estos valores se deben a la edad de la planta y temperatura.

Los valores de digestibilidad (DIVMS) que se presentaron en este trabajo variaron del de 53% al 33%; que contrasta con los resultados obtenidos por otros investigadores con gramíneas en zonas tropicales (Juárez *et al.*, 2009); sin embargo, también existe un porcentaje significativo de especies cuya digestibilidad se encuentra entre el 30 y 40% (Minson, 1990).

El porcentaje de digestibilidad que se presenta es bajo, en comparación con otros autores (Ortega *et al.*, 2011; Juárez *et al.*, 2009). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que conforme va disminuyendo la digestibilidad, se incrementa los valores de la lignina. La disminución de la digestibilidad tanto para la materia seca como para la orgánica va en relación con el aumento de la edad (Verdecia *et al.*, 2008), ya que puede estar influenciada por el crecimiento de la planta, lo que trae consigo un engrosamiento de la pared celular, fundamentalmente de la pared primaria, lo que reduce el espacio intercelular donde se encuentran los nutrientes (Verdecia *et al.*, 2008).

En el período de sequía la proteína disminuye, al igual que la digestibilidad de la materia seca y orgánica, aumentando la fibra detergente neutro, dichos resultados coinciden con los obtenidos por Verdecia *et al.* (2008).

Los resultados bajos de energía metabolizable encontrados en este trabajo, van de 1.1 a 1.6 Mcal/kg que son bajos en comparación a los que reporta Juárez *et al.* (2009) que son de 2.1 Mcal/Kg; se podría atribuir al manejo de la pradera en la cual no hay fertilización y riego. Además de las características del suelo y de los factores ambientales, ya que ellos van a determinar la composición química del forraje observando menores porcentajes durante la época de sequía, debido al incremento de deficiencia hídrica conforme va pasando la época, lo cual reduce el crecimiento de la planta (León *et al.*, 2012). Estos valores según Nutrient Requirements of Beef cattle; no cubren las necesidades energéticas de los animales.

7 CONCLUSIONES

El valor nutricional del pasto Mombasa fue bajo en general, pero de acuerdo a los intervalos que se obtienen para forrajes tropicales.

En la zona de estudio en la época de sequía los contenidos de PC fueron menores del 8%, pero acordes a lo que se esperaría de una gramínea zona tropical; además, el contenido de PC fue muy variable.

La digestibilidad del forraje fue menor al que se esperaría de una gramínea tropical, además se encontró que a mayores valores de digestibilidad se presentaron menores contenidos de FDA y lignina.

En cuanto a energía digestible fue baja en las praderas muestreadas, por lo que se requerirá alguna suplementación energética para la alimentación de los animales.

El contenido de energía metabolizable del forraje, en esa zona en la época de sequía, no cubrirían las necesidades de este concepto en bovinos de pastoreo.

Los bajos valores encontrados en este trabajo son inadecuados para cubrir los requerimientos de los animales en pastoreo.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Abegunde T. O y Akinsoyinu A. O. 2010. Replacement effects of *Panicum maximum* with *Ficus polita* on performance of West African dwarf goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.
- Aganga A. A y Tshwenyane S. 2004. Potentials of Guinea Grass (*Panicum maximum*) as Forage Crop in Livestock Production *Pakistan Journal of Nutrition* 3 (1) – 4 p.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 1999 16th ed. Washington, DC: Association of Analytical Chemists : 1141 p.
- Barbosa de Sousa A C, Jank L, Campos D. A. S, Zucchi M. G y Pereira de Souza A. 2011. Molecular diversity and genetic structure of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.), a Tropical pasture grass. *Tropical plant Biol*; 4: 185–20 p.
- Batistoti C. Lemppa B. L, Jankc M. G, Moraisa A. C, Cubasb R. A, Gomes M.V.B y Ferreira. 2012. Correlations among anatomical, morphological, chemical and agronomic characteristics of leaf blades in *Panicum maximum* genotypes. *Animal Feed Science and Technology* 171. 173– 180 p.
- Buxade Carbó Carlos, 1995. Zootecnia bases de producción animal tomo tres. Editorial mundi prensa, 87- 98 p.
- Cruz L. P., Hernández G. A y Enríquez Q. J. 2011. Desempeño agronómico de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Scheiwckt en el trópico húmedo de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 34 (2): 213 – 131 p.
- Daniel W. W. 2004. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. México: Ed. Limusa, 185-190, 314-317 p.
- De Alba J. 1971 Alimentación del ganado en América latina. Prensa médica mexicana, 83, 90 p.
- Dwain H. R y Vallentine F. J. 1999. Harvested Forages. 1ª edición. Academic press. San Diego, California. Universidad de Wisconsin. 59-67, 75, 110, 131 p.
- Enciclopedia de los municipios de México; Veracruz de Ignacio de la Llave*, Secretaría de Gobernación, disponible en <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/>. Tomado de la red noviembre 2012.

- Enríquez Q. J., Meléndez, N. F y Bolaños A. E.1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP, CIRGOC. Campo experimental Papaloapan. Libro técnico. Núm. 7 .Veracruz México. 7,16, 72-86 p.
- Flores Menéndez J.A. 1990. Bromatología animal. Editorial Limusa. México. 165, 213, 234 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2010. Anuario estadístico del Estado de Veracruz. INEGI. Gobierno del Estado de Veracruz., México.
- Juárez A., Cerrillo M., Gutiérrez E., Romero E., Colín J y Bernal, H. 2009. Estimación del valor nutritivo de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y la producción de gas *in vitro*. Téc. Pec. Méx. 47- 55 p.
- Kawas J. R y Huston, J. E. 1990. Nutrients of hair sheep in tropical and subtropical regions. Chapter 4. (small ruminant-collaborative research support program.
- León G. M, Martínez S. S, J, Redimio M. Pedraza O. R y González P. C . 2012. Indicadores de la composición química y digestibilidad *in vitro* de 14 forrajes tropicales. Revista de producción animal. 24 (1).
- Masumi E. Kaori K, Tsuruta Sh ,Akashi R, Yamamoto T, Takahara M, Masahito I, Okumura K y Nakagawa H.Genetic relationship estimation in guinea grass (*Panicum máximum* Jacq.) Assessed on the basis of simple sequence repeat markers Japanese Society of Grassland Science ISSN1744-6961
- Mc Donald P, Edwards R. A, Greenhalgh TFD y Morgan C. A. 2002. Nutrición animal 6º ed. Editorial Acribia, Zaragoza España. 245-248, 421-428 p.
- Mcllroy R.J., 1991. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ciudad de México: Limusa 168 p.
- Minson D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego California. Universidad de Winsconsin. 1-34 p.
- Morfín L. L. 2011. Manual de Laboratorio de Bromatología. Universidad Nacional Autónoma de México; Facultad de Estudios Superiores. Cuautitlán. 58,98-91 p.
- Morfín L. L. 2013. Manual de forrajes. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores. Cuautitlán. 34p.

- Ortega G. R, Castillo G. E, Jarillo R. J, Escobar H. R, Ocaña Z. E y Valles M. B. 2011. Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. *Tropical and subtropical Agroecosystems*. 13: 481- 491p.
- Pérez L. O. 2003. Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo. Corpoica. Informe Anual Programa Pecuario. C.I. La Libertad. Villavicencio. 47 p.
- Ramírez R. O, Hernández G. A, Carneiro S, Pérez P.J, Enríquez Q. F, Quero C. A, Herrera H y Cervantes N. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombasa (*Panicum máximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica pecuaria México*; 47(2): 203-213 p.
- Ramírez R. O. Hernández G. A, Carneiro S. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombasa cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*: 303 – 311 p.
- Ramírez R. O, Carneiro S., Hernández G., Enríquez Q. J., Pérez P. J., Quero C., Herrera H J. G.. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum máximum* CV. 'Mombasa' Cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* vol. 34 (3) 213 – 220 p.
- SAGARPA (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación), 2011. siap.gob.mx
- Shimada M.A. 2009. *Nutrición animal*, 2a ed, Editorial Trillas, México D.F; 397.
- Silva A. G, Franca A. F. S, Miyagi E. S y Mello S. Q. S. 2009. Proteins fraction of mombaca grass submted to nitrogen doses at two cutting heights. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 6(5) 1148-1155.
- Sosa R. E, Cabrera T. E, Demetrio Pérez R. D y Ortega R. L. 2008 Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Técnica pecuaria México*. 46(4):413-426
- Steel R. G y Torrie D, J.1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª ed. Mc Graw-Hill/Interamericana de México. 622 p.
- Suaréz P. E, Reza G. S, García C. F, Pastrana V. I y Díaz E. A. 2011. Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto guinea (*Panicum*

- maximum* cv Mombasa) Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 12(2). 167-174 p.
- Tilley J.M.A. y Terry R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. British Grassland Society 18:104-111.
- Van Soest P. J, Robertson J. B y Lewis B. A, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharido in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74: 3583-3597 p.
- Verdecia D. M, Ramírez J L, Leonard I, Pascual Y y López Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum máximo cv. Tanzania*. Revista electrónica de Veterinaria, 9 (5). 1695- 7504p.
- Verdecia D, Ramírez J., Leonard I y García F. 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum máximo* (c.v Mombasa y Uganda) en la provincia de Granma. Revista electrónica de veterinaria, 10(5).
- Verdecia D.M., Herrera R.S., Ramírez J.L., Leonard I, Bodas R, Andrés S, Giráldez F.J, Álvarez Y, y López S. 2012. Valoración nutritiva del *Panicum maximum* vc. Mombasa en las condiciones climáticas del Valle del Cauto, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 46(1) 97-101 p.
- Velásquez T. P A, Teresa B. T, Reis A. R, Rivera R. A, Moura D. P H. 2010. Composición química, fraccionamiento de los carbohidratos y de proteína cruda y digestibilidad in vitro de forrajes tropicales en las diferentes edades de corte. Revista Brasileña de ciencia animal, 39(6)