

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**ETAPA DE CORTE IDEAL PARA ENSILAR MARALFALFA
(*Pennisetum sp.*) EN EL NORTE DE MEXICO**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALEXANDER GÓMEZ VÁZQUEZ

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



ETAPA DE CORTE IDEAL PARA ENSILAR MARALFALFA
(*Pennisetum sp.*) EN EL NORTE DE MÉXICO

TESIS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA


PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE
PRESIDENTE DEL JURADO


MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
TESIS
POR
ALEXANDER GÓMEZ VÁZQUEZ

ETAPA DE CORTE IDEAL PARA ENSILAR MARALFALFA
(*Pennisetum sp.*) EN EL NORTE DE MÉXICO

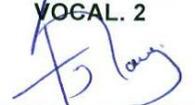
TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE
PRESIDENTE


MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNÁNDEZ TORRES
VOCAL


MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA
VOCAL. 2


IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por bendecir mi camino durante toda mi vida y especialmente hoy, que es una gran experiencia de mi vida, el final de una etapa y el inicio de una nueva. La vida sigue, yo caminare a lado de mis seres queridos mis padres, hermanos, esposa e hija, cuñada, sobrinitas y él siempre estará conmigo, no se aparta, él es mi mejor amigo.

A MÍ ALMA TERRA MATER

Por permitir lograr mi sueño el ser un profesionalista, fuiste mi patio de crecimiento, mi hogar por 5 bellos años, yo siempre en lo alto mantendré tu nombre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL.

A MÍ ASESOR

PHD. Juan David Hernández Bustamante por confiar en mí, por darme la oportunidad de hacer posible esta investigación y todo el tiempo que me dio al guiarme durante el trabajo, por ser un gran catedrático y amigo. Gracias por sus consejos.

A MIS SINODALES

MVZ. Federico Antonio Hernández Torres

MVZ. Cuauhtémoc Félix Zorrilla

IZ. Jorge Horacio Borunda Ramos

Por regalarme un poco de su tiempo y hacer posible la presentación de este trabajo.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por compartir conmigo momentos felices durante la carrera, a toda mi generación que conocí y conviví, especialmente a Rodrigo M. Aroña, que es un gran compañero y amigo, que tuve su apoyo en las buenas y las malas, a Benjamín Fernández, Alberto Montes, José Cruz Gurrola, Noel Eduardo, Alicia Quintana, Mauricio Montes, Vidal López y MVZ. Luis Fernando R, por ser mis mejores compañeros y amigos.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Abelardo Gómez Pérez y Juana María Vázquez Mendoza

Por haber cuidado de mí desde que era un niño, enseñarme el buen camino, y guiarme para ser alguien en la vida, gracias por sus consejos que formaron de mí una persona con buenos valores y especialmente por darme la vida, los quiero mucho.

A MI ESPOSA

María Esther Cruz Camacho

Por ser mi gran compañera, esposa y madre de nuestra hermosa hijita Betsy Alessandra, que es tan bella como su madre, Por ello y todos tus apoyos incondicionales; cariño, ternura, amor y comprensión que me tienes. Te amo mi vida.

A MI HIJITA

Betsy Alessandra Gómez Cruz

Por ser mi mayor felicidad, eres mi princesita hermosa a la que yo amo con todo mi corazón, gracias mi pequeñita por darme la dicha de poder cuidarte, de tenerte conmigo y alegrarme todos los bellos días que viviremos juntos. Te amo mi tesorito.

A MIS HERMANOS

Elid Miguel Gómez Vázquez

Wilber Gómez Vázquez

Gilber Encarnación Gómez Vázquez

Fátima Guadalupe Gómez Vázquez

Rafael Isaac Gómez Vázquez

Por ser parte de mi vida, en mi infancia, juventud y hasta hoy. Por todos sus apoyos, cariños y motivaciones que he recibido por ustedes y sobre todo por ser una gran familia unida, los quiero mucho.

A MI CUÑADA Y SOBRINITAS

Yani Jisela Gurgua Pérez, Por todos los apoyos que he recibido de ti, por ser una gran cuñada, que ha sabido ganar todo el cariño de la familia.

Jetzibe Jissela Gómez Gurgua Y Mayrin Grissel Gómez Gurgua

Por alegrar nuestro hogar a sus llegadas, por dar la felicidad en toda la familia y hacer recordar nuestra niñez, con sus risas, sus travesuras y por sus amor. Las quiero mucho.

A MIS ABUELOS

Hortensia Pérez y Antonio Gómez

Asunción Mendoza y Rafael Vázquez

Por todos sus buenos consejos que me han dado, por el apoyo moral que he recibido de ustedes y el cariño que siempre me han brindado durante toda mi vida. Los quiero mucho.

A MIS TIOS Y TIAS

Gracias por todos sus apoyos y consejos que me dieron, por depositar confianza en mi vida durante mi carrera en especial a mis tíos, Samuel y Dominga, Ángel y Guadalupe, Humberto y Cecilia, Ramón y Ada, Arturo, Mari Cruz, Joaquina, Antonio y Asunción.

A MIS GRANDES AMIGOS Y PERSONAS QUE APRESIO MUCHO

Don. Deudiel G., Josefina P., Elías S. y Nereida, Susana R., Luciano y Nery, Eliseo, José Alberto y mis amigos de la escuela Rodrigo A. Benjamín y Alberto. Por todo el apoyo incondicional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS.....	II
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE CUADROS	VIII
RESUMEN.....	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO:.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
3.1 El pasto Maralfalfa	2
3.2 Origen	3
3.3 Características taxonómicas	4
3.4 Órganos Vegetativos.....	6
3.5 Órganos Reproductivos.....	7
3.6 Características del Pasto Maralfalfa	9
3.7 Ensilaje	12
3.8 Silo	13
3.9 Ensilado.....	13
3.10 Proceso de ensilado; llenado y compactación del silo.....	14
3.11 Sellado del silo.....	16
3.12 Pérdida por efluente.....	16
3.13 Pérdida por oxidación.....	17
3.14 Valores químicos de diferentes ensilados.	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1 Materiales	18

4.2 Localización	19
4.3 Métodos	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
5.1 Materia seca:	24
5.2 Proteína cruda:	25
5.3 Fibra detergente acida:	26
5.4 Fibra detergente neutra:	26
5.5 Grasas:	27
5.6 Cenizas:	28
VI. CONCLUSIÓN	29
VII. LITERATURA CITADA	30

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
1. Pasto Maralfalfa.....	2
2. Maralfalfa de 30 días de edad.....	4
3. Morfología de las hojas del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>).....	7
4. Inflorescencia del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>).....	8
5. Esquema de las espiguillas del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>)...	9
6. Altura del pasto Maralfalfa a 30 días de edad.....	10
7. Producción Mapími Durango.....	10
8. Alimentación con Silo de Maralfalfa.....	11
9. Ensilaje de Maralfalfa.....	12
10. Ensilado de Maralfalfa.....	14
11. Microsilos del pasto (<i>Pennisetum sp</i>).....	20
12. Recolección de muestra de pasto Maralfalfa.....	20
13. Picado de la muestra de Maralfalfa.....	21
14. Llenado del bote para el microsilos.....	21
15. Apisonado del microsilos.....	22
16. Microsilos de Maralfalfa.....	22
17. Destapado del microsilos y su pH.....	23
18. Porcentaje de materia seca de Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.....	25
19. Porcentaje de proteína cruda de Maralfalfa sp. ensilado a tres edades corte.....	26
20. Porcentaje de fibra detergente ácido de Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.....	26

21.	Porcentaje de fibra detergente neutro de Maralfalfa ensilado a tres edades de corte.....	27
22.	Porcentaje de grasas de ensilado de Maralfalfa a tres edades de corte.....	27
23.	Porcentaje de cenizas de ensilado de Maralfalfa a tres edades de corte.....	28

LISTA DE CUADROS

Páginas

1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GENERO <i>PENNISETUM SP</i>	6
2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA VERDE EN DIFERENTES EDADES DE CORTE.....	9
3.	INDICADORES ORGANOLÉPTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE ENSILAJES.....	15
4.	COMPARACIÓN DEL PASTO MARALFALFA ENSILADO CON OTRO TIPOS DE SILOS DE DIFERENTES FORRAJES.....	18
5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA ENSILADO EN DIFERENTES EDAD ES DE CORTE.....	24

RESUMEN

Para obtener la edad ideal de corte y poder ensilar, se recolectó el pasto Maralfalfa y fue ensilado en tres edades diferentes: a 30 días, 45 días, y 60 días de edad, realizando microsilos. Los resultados muestran que la Maralfalfa a 45 días conserva la mayor cantidad de proteína cruda 10 % y además tiene una adecuada cantidad de FDN 61.7 %, la grasa de 13 % y la materia seca es donde se obtiene una buena cantidad con un 15.7 % esto indica que a esta edad contiene un valor nutritivo más idóneo para la alimentación de los rumiantes.

Concluyendo con la edad ideal para cortar y poder ensilar el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es a los 45 días de edad por su óptima composición química.

Palabras claves: Forraje, Microsilos, Maralfalfa, Alimentación, Bromatológico

I. INTRODUCCIÓN

Los forrajes representan una amplia gama de alimentos, que hacen una contribución significativa a la economía de la nutrición global de carne y la leche que producen los rumiantes.

Las características morfológicas de las especies forrajeras están íntimamente relacionadas con la calidad forrajera de la planta, tener un conocimiento del valor nutricional del forraje es de suma importancia para poder determinar que tan conveniente sea utilizarlos en la alimentación del ganado bovino.

La fibra es importante no solo como precursora de la grasa de la leche, sino que de ella depende en gran medida el normal funcionamiento del rumen. Promover la motilidad ruminal, mantener el pH ruminal por su capacidad de intercambio catiónico y estimular la rumia son otras importantes funciones que cumple. El consumo de fibra es de importancia especial bajo condiciones de factores asociados y por la complejidad en su determinación. El consumo de fibra responde principalmente a la capacidad física digestiva del animal, a la composición química de los forrajes y a la demanda de energía de los animales (Hernández G. 2010).

Esto es muy importante en la prevención de los trastornos metabólicos cuando se alimentan con una dieta alta en granos que es común en la ceba de becerros. Las dietas altas en granos deberán ser balanceadas para contener un mínimo de fibra cruda o fibra efectiva (FDN efectiva) para garantizar la adecuada fibra necesaria para estimular la rumia (Hernández G. 2010).

La principal limitante en los sistemas de producción de forrajes en la comarca lagunera es la escasez o poca disponibilidad de agua del subsuelo. Por lo anterior la presente investigación está encaminada a evaluar una nueva alternativa de alimentación de la alfalfa por un forraje (*Pennisetum sp*), conociendo sus propiedades nutricionales y así poder determinar su utilización.

II. OBJETIVO:

Evaluar nutricionalmente el silo de Maralfalfa (*Pennisetum sp.*)

OBJETIVO ESPECIFICO:

Identificar la mejor época de corte para ensilado de Maralfalfa (*Pennisetum sp.*)

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El pasto Maralfalfa.

La Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es un pasto de gran adaptabilidad, es decir, esta gramínea crece bien desde el nivel del mar hasta los 3000 metros (Heredia et al., 2007) y posee un contenido de proteína de alrededor del 16% según estudios en Colombia. Lo que lo convierte en un alimento prometedor para los rumiantes sobre todo en la costa, donde la carencia de pastos de alto valor nutritivo ha impedido una excelente producción manteniendo a los ganaderos en una continua búsqueda de nuevas alternativas de alimentación para su ganado (Sosa et al., 2007).

El pasto Maralfalfa (figura 1) (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) es un pasto perenne con alta productividad que ha sido introducido por los productores en numerosos países de Latinoamérica (Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros) debido a su potencial como forraje para rumiantes (Clavero y Razz, 2009).



Figura 1. Pasto Maralfalfa

3.2 Origen

El origen del pasto *Maralfalfa* (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto. Existen varias hipótesis al respecto entre las que se encuentra la del sacerdote Jesuita José Bernal Restrepo (1979) quien aseguraba que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*). Sostenía, además, que este pasto fue una creación suya resultado de la aplicación del denominado Sistema Químico Biológico (S.Q.B), (Hernández, 2009) desarrollado por este mismo autor y que es propiedad de la Universidad Javeriana (Parra, 2010). Los fundamentos y la metodología que sigue el SQB no son descritos por Bernal (1979) lo que le resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones. Por otro lado, Sánchez y Pérez afirma que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda coincidiendo con lo que afirma Hajduk (2004) (Correa et al., 2010)

Este pasto fue el resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leeke con el *P. purpureum* Schum. Según Hanna et al (1984), este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje del *Pennisetum americanum* (L.) con el alto rendimiento de materia seca del *P. purpureum* Schum. Este híbrido, sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil. Diversos híbridos han sido desarrollados en Estados Unidos con muy buenos resultados tanto en producción como en calidad nutricional (Correa et al., 2010).

El *Pennisetum hybridum* fue introducido al Brasil en 1995 a través de la Empresa Matsuda. Actualmente existen algunas variantes disponibles en el Brasil que han sido sometidas a evaluaciones agronómicas y productivas con resultados muy promisorios. De esta manera, si el pasto Maralfalfa utilizado en

Antioquia corresponde al *P. hybridum* comercializado en Brasil como elefante paraíso matsuda, será necesario establecer, además, a cual (o cuales) variedad corresponde a la producción de Durango, México (Correa et al., 2010).



Figura 2. Maralfalfa de 30 días de edad.

3.3 Características taxonómicas

La identificación y clasificación taxonómica de las gramíneas no es fácil. Las gramíneas, como familia, son fácilmente reconocidas pero resulta difícil distinguir los diferentes géneros y especies. Incluso para los botánicos más versados y experimentados resulta complicado poder establecer con claridad la clasificación taxonómica de muchas gramíneas. Tal es el caso de la Maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Esto se debe posiblemente a que la mayoría de las gramíneas no posee perianto y si lo tienen es muy reducido y, además, presentan un ovario muy simple. Así, estas dos características tan importantes para las

dicotiledóneas, son casi completamente inexistentes en las gramíneas. Mientras que dicha ausencia esta compensada por otras características, estas a su vez no son tan evidentes (Correa et al., 2010).

Las gramíneas pertenecen a la familia *Poaceae*, la más grande de las familias del reino vegetal. Según Dawson y Hatch (2002) dicha familia está compuesta por 5 sub-familias las cuales presentan un alto grado de variabilidad, de manera que la asignación de un ejemplar a una determinada sub-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo determinado, que en uno o en algunos caracteres claves (cuadro 1) (Correa et al., 2010).

En cualquier caso la *Panicoideae* es una de las sub-familias dentro de la cual se encuentra la tribu *Paniceae*. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies. Muestras del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia), fueron analizadas por Sánchez y Pérez en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como *Pennisetum violaceum*. Sánchez y Pérez advierten, que no existe total certeza sobre su identidad y que, ya sea que se trate de una especie silvestre o del híbrido mencionado anteriormente (*P. americanum L. x P. purpureum Schum*), su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales. (Correa et al., 2010).

La variabilidad del denominado pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) deja un nivel de incertidumbre que sólo se podría aclarar mediante un muestreo general en diferentes sitios que indique la variación genotípica y fenotípica de la especie. Sánchez y Pérez continúan indicando que existen otras dos posibles opciones cuya prueba requiere trabajos de investigación específicos:

1. Que se trate de morfotipos de algún *Pennisetum* debidos a plasticidad fenotípica en condiciones locales.

2. Que se trate de un cultivar no registrado antes de *Pennisetum purpureum* (Correa et al., 2010).

CUADRO 1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GENERO *PENNISETUM*

Familia	Sub-familia	Tribus	Géneros	Especies
Poaceae	Pooideae			
	Chloridoideae			
	Oryzoideae			
	Bambusoideae			
	Panicoideae	Andropogoneae		
		festuceae		
		hordeae		
		Agrostideae		
		Paniceae	Axonopus	
			Brachiaria	
			Cenchrus	
			Digitaria	
			Echinochloa	
		Eriochloa		
		Melinis		
		Panicum		
		Paspalidium		
		Paspalum		
		Pennisetum	americanum	
			purpureum	
			clandestinum	
			typhoides	
			violaceum	
			villosum	

Adaptado de Dawson y Hatch, 2002.

3.4 Órganos Vegetativos.

Las raíces del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) 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. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña.

La vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida. Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan. Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación (figura 3a). La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos (figura 3b). Mientras que la longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una misma planta, la relación entre estas dos medidas parece ser un parámetro menos variable y muy útil al momento de clasificar las gramíneas. La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie (figura 3c) (Correa et al., 2010).

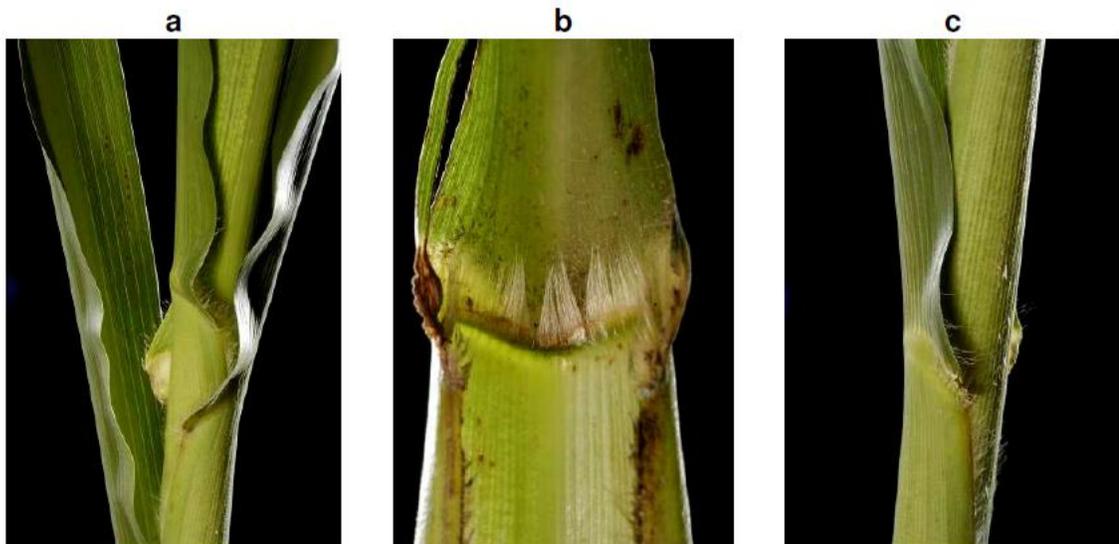


Figura 3. Morfología de las hojas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*).

3.5 Órganos Reproductivos

En general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiga. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo las más generales la espiga, la panícula y el racimo. En el caso particular del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*), las inflorescencias se presentan en forma de panícula (figura 4) las cuales son muy características del género *Pennisetum*. En este tipo de inflorescencia,

del eje principal surgen ramificaciones verticiladas o individuales que se siguen ramificando. Las panículas son contraídas y presentan ramas primarias reducidas a fascículos espinosos, con una o más espigas terminadas en espinas. Se da una desarticulación en la base de los fascículos, y estos forman espinas con bases transversales espinosas, y barbas punzantes hacia afuera y hacia arriba (Correa et al., 2010).

Las espiguillas en el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) es típica del género *Pennisetum*, esto es, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas (figura 5). Sin embargo, hace falta adelantar una descripción más detallada de las mismas. Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden ser estériles y vigorosas o sin estambres, las flores superiores pueden ser fértiles, con un tamaño entre la mitad o igual al de las flores inferiores; las primeras glumas pueden estar fusionadas con callos, sin rodear la base de la espiga y sin aristas; la lema de la parte superior es suave, sin arista, de color café a amarillo o púrpura, glabrosa, con márgenes redondeadas o planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen tres estambres; y las anteras son oscuras o grises (Correa et al., 2010).



Figura 4. Inflorescencia del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*)

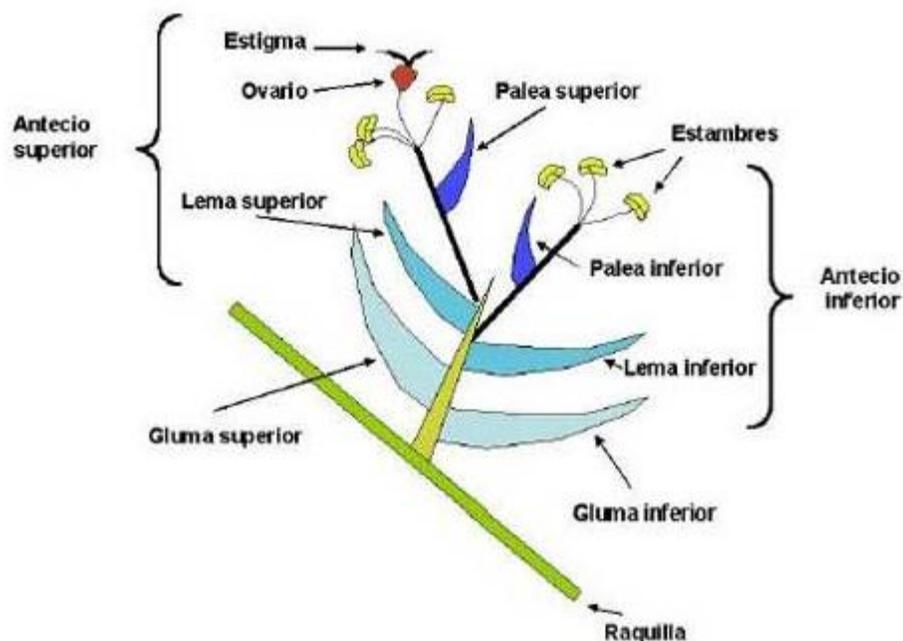


Figura 5. Esquema de las espiguillas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*)

3.6 Características del Pasto Maralfalfa

Crecimiento: Es casi el doble de otros pastos, puede llegar a alcanzar hasta los cuatro metros de altura, (figura 6) tiene una flor similar a la del trigo, es fuerte ante elevadas temperaturas, posee alta producción de follaje y proteína (17.2%) (Cuadro 2). Es muy resistente a factores como el clima, suelos, agua y luminosidad.

CUADRO 2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO MARALFALFA VERDE EN DIFERENTES EDADES DE CORTE.

Fracción química	Edad (días)						
	120	90	64	60	51	47	ND ¹
Materia seca, %	-	26.0	-	10.7	9.7	9.4	13.2
Proteína cruda, %	4.8	3.3	15.7	11.4	9.8	11.8	24.0
Fibra en detergente neutro; %	69.8	81.9	64.5	68.3	66.3	64.6	56.5
Fibra en detergente ácido, %	50.5	61.7	42.9	46.6	46.8	47.3	39.4

(Correa et al., 2010).



Figura 6. Altura del pasto Maralfalfa a 30 días de edad.

Altitud ideal para producción: Se da desde 0 hasta los 3,000 metros sobre el nivel del mar (Ávila 2004).

Rendimiento: Se han cosechado entre 28 Kg. y 44 Kg. por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo (Ávila, 2004). En la comarca lagunera, la producción es de 28.5 kg/m² (Hernández, 2010).



Figura 7. Producción Mapími Durango.

Establecimiento: Es de 3,000 kilos de tallos por hectárea, sembrados acostados, doble caña y a chorrillo no más de tres (3) centímetros de profundidad y a cincuenta (50) centímetros entre surcos (Ávila, 2004).

Sabor: Tiene un 12% de carbohidratos que lo hace altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera, sustituye la melaza (Ávila, 2004).

Fertilización; Está depende básicamente de las necesidades determinadas en un previo análisis de suelos y la debida preparación del terreno. Este pasto responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la alta humedad sin encharcamientos (Ávila, 2004).

Uso: Lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Para el ganado de leche se puede dar fresco, para el ganado de ceba y equinos se recomienda siempre suministrarlo marchito. Además puede ser ensilado, aumentando la digestibilidad a toda la celulosa (figura 8) (Ávila, 2004).



Figura 8. Alimentación con Silo de Maralfalfa.

Corte: Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo los siguientes cortes: Cuando la planta tenga 10% de espigamiento, aproximadamente a los 40 días posteriores a cada corte (Ávila, 2004).

Cantidad de semilla por hectárea: 4,000 (cuatro mil) Kilos por hectárea (González, 2010).

Al tratarse de un pasto de alto rendimiento, el pasto Maralfalfa permite incrementar la producción por hectárea y, por la tanto, la capacidad de carga (Correa, 2006).

3.7 Ensilaje

El ensilaje es una práctica que permite la conservación de los forrajes en estado verde o de semidesección, a través de un proceso de fermentación en condiciones anaeróbicas, en las que ocurren una serie de cambios químicos y físicos, durante el período en que el mismo es almacenado en el silo (figura 9) (Urdaneta et al., 2011).

El proceso de conservación se lleva mediante la acidificación, que impide la continuidad de la vida vegetal y la actividad microbiana indeseable. Esta acidificación, medible en forma de pH (a menor pH, más acidez), se consigue mediante fermentaciones que tienen lugar en el forraje segado. El alimento prensado en el interior del silo experimenta una serie de transformaciones bioquímicas que permiten su conservación en el tiempo. Éstas pueden clasificarse en dos tipos:

1. Acción de las enzimas de la planta. Tienen lugar sobre los procesos respiratorios y sobre la descomposición de glúcidos y proteínas en el forraje segado.
2. Acción de los microorganismos. Responsables de los procesos fermentativos del ensilado (De la Roza, 2005).



Figura 9. Ensilaje de Maralfalfa.

3.8 Silo

Se denomina silo al depósito o construcción donde se almacena el forraje picado para que se produzca la fermentación anaeróbica, necesaria para el ensilaje (Vieyra, 2006)

3.9 Ensilado

Clemente (2006), dice que el ensilado es la conservación de forrajes con alto contenido de humedad (figura 10) el proceso ocurre en ausencia de oxígeno. Cuando logramos desplazar todo el oxígeno de la masa ensilada, comienzan a desarrollarse microorganismos (Bacteria ácido lácticas) que transforman azúcares solubles presentes en la planta de alfalfa en un producto final que es un ácido orgánico de alto poder de acidificación, llamado Acido Láctico, que aumenta la acidez del medio (baja el pH) y la suma de estos dos factores (Alta acidez y ausencia de oxígeno) permiten conservar a la masa ensilada indefinidamente mientras no exista ingreso de aire o humedad al cuerpo del silo. Es de destacar que los azúcares disponibles para las bacterias ácido Lácticas (BALs) son azúcares solubles (mono, di y trisacáridos) ya que al no poseer en su organismo enzimas amilasas no pueden utilizar los azúcares complejos como el almidón para su crecimiento. Si estas condiciones se logran rápidamente el producto final es similar al que le dio origen, siendo las pérdidas en cantidad y calidad muy bajas.

La conservación de alimentos en forma de ensilajes es una gran herramienta de manejo que permite a los productores equipar recursos alimenticios (forrajes, residuos de cosecha, productos agroindustriales) con demanda alimenticia para el ganado. La función básica de la manufactura del ensilaje es almacenar y reservar alimento para su uso posterior con pérdidas mínimas de calidad nutricional (González, 2010).



Figura 10. Ensilado de Maralfalfa.

3.10 Proceso de ensilado; llenado y compactación del silo

Antes de empezar a llenar el silo, éste debe ser acondicionado correctamente, por ejemplo, si es silo de trinchera, revisar que no haya restos de ensilado en mal estado en las paredes, tener una superficie firme y seca (rellenar hoyos, eliminar charcos de agua). Cuando los camiones comiencen a llegar del campo, ya deben estar listos los tractores o la maquinaria con la que se vaya a trabajar (“escrepas”, pay loaders, cargadores frontales) para que en cuanto se reciba la primer carga se pueda manejar pronto y de manera eficiente (Ramírez, 2009).

Al momento de estar acomodando las descargas en el silo, se debe procurar que el llenado sea en capas uniformes con una espesura entre 20 y 30 cm. Esto dependerá de la cantidad a ensilar y de la habilidad de los tractoristas y operadores de camiones para coordinar el sitio de descarga y acomodar forraje en este arreglo de capas (Ramírez, 2009).

La finalidad de acomodar el material a ensilar en capas es lograr una distribución uniforme que permita una mejor compactación. Con 30 cm de espesor, los tractores ejercen presión suficiente para compactar y excluir el aire. Si las capas son más densas se puede notar que después de que pasa el tractor el material se “esponja” y atrapa aire (específicamente oxígeno), que es

uno de los principales factores que afectan negativamente la calidad del silo (cuadro 3) (Ramírez, 2009).

CUADRO 3. INDICADORES ORGANOLÉPTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE ENSILAJES

	Rangos de Calidad			
	Exelente	Buena	Regular	Mala
Olor	Agradable, a fruta madura	Agradable, ligero a vinagre.	Acido, fuerte a vinagre o manteca rancia.	Putrefacto, a humedad o moho.
Color	Verde aceituna.	Verde amarillento.	Verde oscuro.	Casi negro o negro total.
Textura	El forraje conserva todos sus contornos definidos, las hojas aparecen unidas a los tallos.	El forraje conserva todos sus contornos definidos, las hojas aparecen unidas a los tallos	Las hojas tienen a ser transparentes con bordes poco definidos.	No se diferencia entre hojas y tallos, forman masa amorfa jabonosa al tacto.
Humedad	No humedece las manos al hacer presión con el puño y se mantiene suelto el forraje.	No humedece las manos al hacer presión con el puño y se mantiene suelto el forraje	Al ser comprimido en el puño emanan efluentes, con tendencia a ser compactado y formar una masa.	Al ser comprimido en el puño emanan efluentes, con tendencia a ser compactado y formar una masa

(Urdaneta et al., 2011).

El llenado y compactación del silo son puntos críticos que se deben ejecutar eficientemente para lograr ensilado de calidad. La importancia de estos dos pasos radica en que después de cortar las plantas, éstas siguen respirando, esto quiere decir que las plantas siguen consumiendo nutrientes que se intentan conservar para nutrir a las vacas, por lo tanto, el objetivo debe ser, llenar y compactar el silo lo más pronto posible para disminuir la degradación de nutrientes (Ramírez, 2009).

Acomodar el silo en capas va a depender de la frecuencia con la que lleguen los camiones, si hay lapsos considerables entre uno y otro viaje, el productor

puede optar por arreglar capas más delgadas. Independientemente del espesor de las capas es aconsejable estar pasando los tractores continuamente, en silos de trinchera angostos la única opción es circular hacia adelante y hacia atrás en un solo sentido, pero en trincheras más amplias y en los silos de pastel existe la opción de alternar direcciones para procurar uniformidad en el compactado (Ramírez, 2009).

3.11 Sellado del silo

Cuando se ha llenado el silo, se debe sellar o cubrir lo más pronto posible con polietileno (de preferencia oscuro) para disminuir la exposición al oxígeno, evitar la entrada de luz y de agua, y proteger contra plagas (pájaros, roedores). Sobre la cubierta plástica se puede colocar otra cubierta más resistente como lona vinílica o un material similar. Finalmente se procede a cubrir con llantas, orillas de llantas, tierra o cualquier otro material que ejerza presión y mantenga las cubiertas en su lugar. Al momento de poner estos materiales debemos tratar de cubrir la mayor superficie posible (Ramírez, 2009).

3.12 Pérdida por efluente.

Cuando el ensilaje tiene menos de 30% de humedad, se puede esperar que haya pérdidas por efluente. Cuando las presiones son menores como, por ejemplo, en un silo tipo búnker, la pérdida por efluente será menor. Los componentes solubles perdidos en el líquido efluente incluyen azúcares solubles así como productos de fermentación (ácidos y alcoholes). Estos compuestos son las fuentes de energía más fáciles de obtener para el ganado, de modo que la pérdida en energía disponible excede la pérdida de materia seca cuando se pierden los líquidos efluentes y el ensilaje restante tendrá un menor valor alimenticio. Agregar un forraje seco o grano al ensilaje húmedo cuando se ensila puede absorber algunos líquidos efluentes y reducir esta pérdida de nutrientes y energía (Owens, 2011).

3.13 Pérdida por oxidación.

Las pérdidas aeróbicas ocurren durante el tiempo que se está consumiendo el ensilaje. Cuando se exponen al oxígeno, las levaduras y los mohos pueden crecer; estos microbios usan ácido láctico para crecer y disminuyen la concentración de ácido láctico en el ensilaje, así como su valor alimenticio. El crecimiento de levadura provoca que el ensilaje se caliente. La compactación del ensilaje es importante para reducir la cantidad de aire en los espacios entre las partículas, el aire proporciona oxígeno a los microbios nocivos muy al principio del proceso de fermentación y de nuevo cuando la cara o la superficie del ensilaje es expuesta al aire (que contiene oxígeno) cuando se está consumiendo (Owens, 2011).

El ensilaje más húmedo se compacta más fácilmente que el ensilaje más seco y más espacios entre las partículas de ensilaje húmedo serán llenados con agua en vez de aire. Los espacios vacíos entre las partículas de ensilaje a lo largo de la cara del silo permiten que el aire penetre profundamente en el ensilaje y permiten que la levadura y el moho se multipliquen y crezcan. El calor es generado por estos microbios en crecimiento de modo que una temperatura elevada puede servir como un índice de pérdida de energía durante la degradación aeróbica del ensilaje. Como se mencionó anteriormente, el crecimiento de la levadura y el moho se verá inhibido por concentraciones elevadas de acetato o propionato (Owens, 2011).

Las mayores concentraciones de acetato evitan el crecimiento de la levadura y el calentamiento del ensilaje durante varios días o semanas. Esto a su vez disminuye la degradación aeróbica del ensilaje y conserva el valor energético de este (Owens, 2011).

3.14 Valores químicos de diferentes ensilados.

CUADRO 4. COMPARACIÓN DEL PASTO MARALFALFA SP. ENSILADO CON OTRO TIPO DE SILOS DE DIFERENTES FORRAJES.

SILOS	MS	PC	EE	FDN	FDA	CENIZAS
Ensilado de maralfalfa a 45 días	15.7%	10%	13%	61.7%	46.3%	13.7%
Pastos forrajero orgánico ensilado	17.48%	13.19%	2.60%	61.03%	40.08%	23.44%
Ensilado de sorgo	19%	9.87%	3.38%	56.88%	33.94%	8.66%
Ensilado de alfalfa	29.9%	18.37%	3.74%	46.50%	37.3%	8.8%
Ensilado de maíz	31.9%	7.64%	2.2%	52.6%	31.39%	4.5%
Ensilado de soja	29.7%	18%	4.29%	47%	38%	6.3%
Silo de pradera base gramíneas	37%	14%	2.5%	56.2%	38.7%	7.9%

MS= Materia Seca, **PC=** Proteína Cruda, **EE=** Extracto Etéreo, **FDN=** Fibra Detergente Neutro, **FDA=** Fibra Detergente Acida (González 2010).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

Maralfalfa verde

Machete

Tres botes de 18 lts.

Hule negro

Gato hidráulico

Cuerda

Taladro

Laboratorio bromatológico equipos:

Estufa y horno

Balanza analítica

Desecador

Espátula

Recipientes de aluminio

Crisoles

Mufla

Pinzas largas

Aparato de goldfish

Vasos con bordes

Dedales

Portadedales

Tubos recolectores de vidrio

Empaques de corcho

Papel filtro

Destilador

Digestor de proteína

4.2 Localización

El presente estudio se realizó en las instalaciones y el laboratorio de bromatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con coordenadas Latitud Norte 26° 23' y Longitud Oeste 104° 47' ubicada en Periférico y carretera Santa Fe en el municipio de Torreón Coahuila, México.

4.3 Métodos

El diseño que se empleó fue microsilos en botes blancos de plástico con capacidad de 20 lts. de agua, con un taladro se perforaron 3 orificios en la parte

de abajo a 5 cm antes del fondo, para evitar el acumulo de exceso de líquido del forraje (figura 11).



Figura 11. Microsilos del pasto *Pennisetum* sp.

El forraje fue recolectado de la producción en el municipio de Mapími, Durango. Los cortes se realizaron con un machete a 10 cm del suelo con un intervalo de 15 días iniciando el primero a un mes de edad en el día 14 de mayo de 2011 (figura 12). El segundo corte fue a 45 días de edad el día 30 de mayo de 2011 y el tercero a 60 días de edad el día 14 de junio de 2011, donde se le realizó un picado en forma manual con un machete quedando con un largo de 1.5 pulgadas aproximadamente y agregándolo en el bote (ver la figura 13 y 14).



Figura 12. Recolecciones de muestra de pasto Maralfalfa.



Figura 13. Picado de la muestra de Maralfalfa.

El apisonado fue con ayuda de una cuerda, un grato hidráulico y una tapa de plástico, el llenado fue por capas de 10 cm aproximadamente y se apisonó realizando la mayor presión posible, para evitar dejar oxígeno dentro del forraje, y fue tapado con hule negro y una tapa de plástico con peso arriba y se dejó fermentar, este procedimiento fue el mismo para las tres muestras recolectadas (figura 15 y 16).



Figura 14. Llenado del bote para el microsilo.



Figura 15. Apisonado del microsilo.



Figura 16. Microsilo de Maralfalfa.

Después de la fermentación se destapó y se determinó el pH, y fue llevado a realizar el análisis bromatológico y Van Soest, para obtener la materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y cenizas (figura 17).



Figura 17. Destapado del microsilo y su pH.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos se pueden observar en el (cuadro 5) donde el mayor porcentaje de proteína cruda fue a los 45 días, teniendo así un buen porcentaje de FDN con 61.66 % y grasas con 13.00% que son de gran importancia en la alimentación de los rumiantes esto hace una edad buena para ensilar.

CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO (MARALFALFA SP.) ENSILADO EN DIFERENTES EDADES DE CORTE.

VALORES QUÍMICOS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS
MS	12.8%	15.7%	14.4%
FDA	47.7%	46.3%	50%
FDN	60.9%	61.7%	68%
CENIZAS	17%	13.7%	19.9%
GRASAS	13.6%	13%	2.4%
PC	9.6%	10%	6.9%

5.1 Materia seca:

De acuerdo a los resultados obtenidos la mejor muestra con una materia seca fue a los 45 días de edad, teniendo el 15.7 % de materia seca (figura 18) comparando con Correa et al. (2010), con Maralfalfa en verde a los 47 días tiene un 9.4% de MS, analizando los resultados esto nos indica que hubo pérdida de líquidos de la planta. La materia seca es buena para la alimentación del ganado bovino ya que se requiere de buena cantidad de materia seca en el forraje.

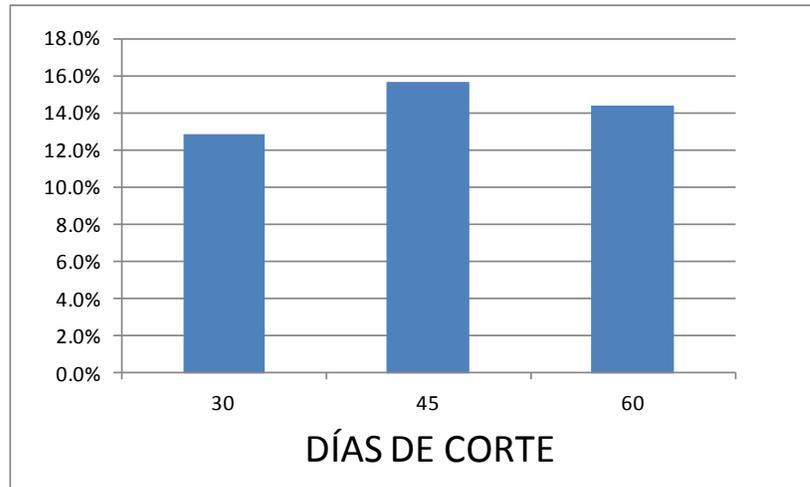


Figura 18. Porcentaje de materia seca de Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.

5.2 Proteína cruda:

Analizando los resultados obtenidos en los tres ensilados a edades de cortes diferentes, el de mayor cantidad de proteína es de 45 días de edad de corte y ensilado teniendo un 10 % de proteína cruda, (figura 19) comparando con Correa et al. 2010 teniendo resultados de 11.8 % de PC. A los 47 días nos dice que las pérdidas de proteína cruda es mínima esto hace que sea una buena edad de corte del forraje Maralfalfa para ensilar.

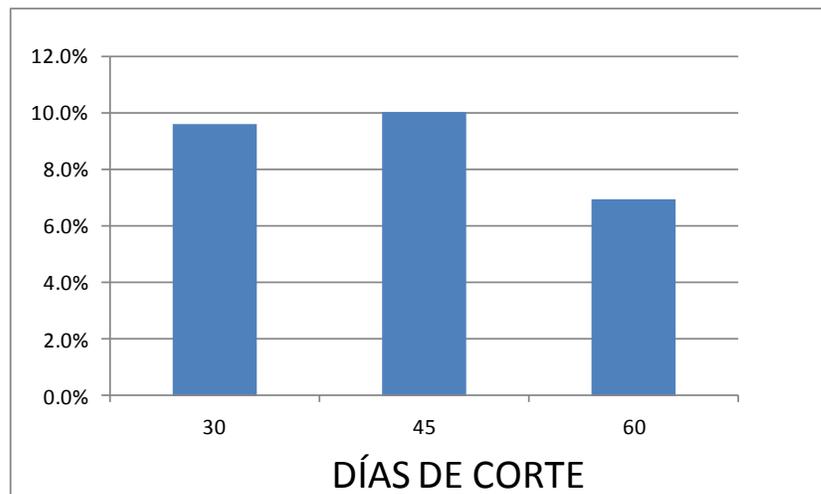


Figura 19. Porcentaje de proteína cruda de la Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.

5.3 Fibra detergente acida:

En los resultados obtenidos de fibra detergente acida el más bajo es a los 45 días de edad y ensilado teniendo un 46.3 % de FDA, (figura 20) comparado con Correa et al. 2010, a los 47 días de edad de la Maralfalfa en verde con un 47.3 % de FDA, esto nos indica que con la fermentación hay una disminución no muy significativa en el porcentaje de FDA.

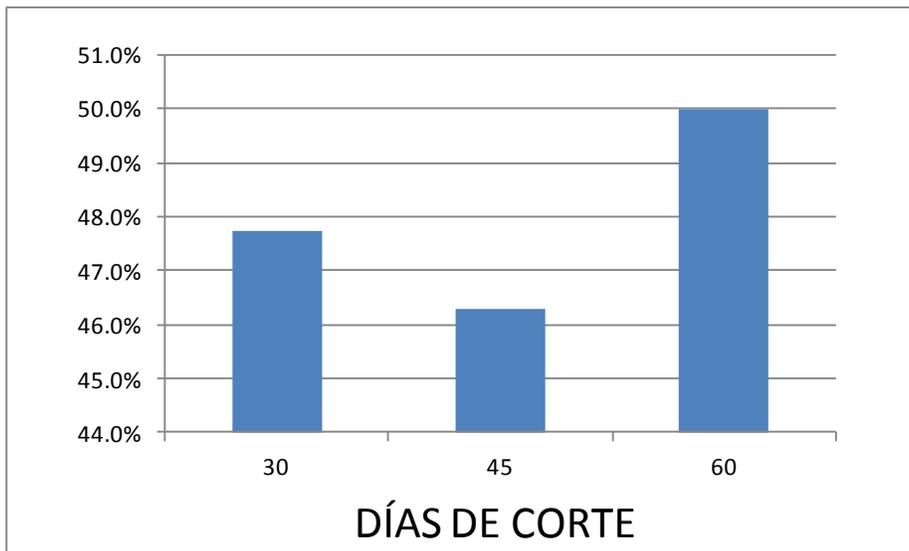


Figura 20. Porcentaje de fibra detergente acida de la Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.

5.4 Fibra detergente neutra:

La FDN a los 60 días de edad y ensilado tenemos un alto porcentaje de 68 % (figura 21) comparando con Correa et al. (2010), en Maralfalfa verde tiene un 68.3 % esto significa que no hay diferencia entre la Maralfalfa ensilada y verde.

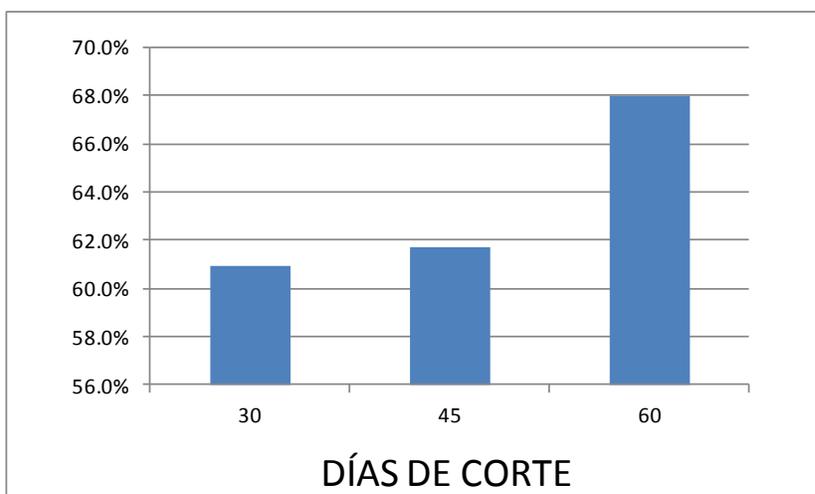


Figura 21. Porcentaje de la fibra detergente neutra de la Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.

5.5 Grasas:

En los resultados obtenidos el más alto es a los 30 días de edad teniendo un 13.6 % tal vez esto se deba a la terneza de la Maralfalfa, (figura 22) comparando con el de los 45 días de edad hay una diferencia no muy marcada esto hace que la edad de corte puede ser a los 45 días teniendo casi los mismos resultados pero con mayor cantidad de forraje cosechado.

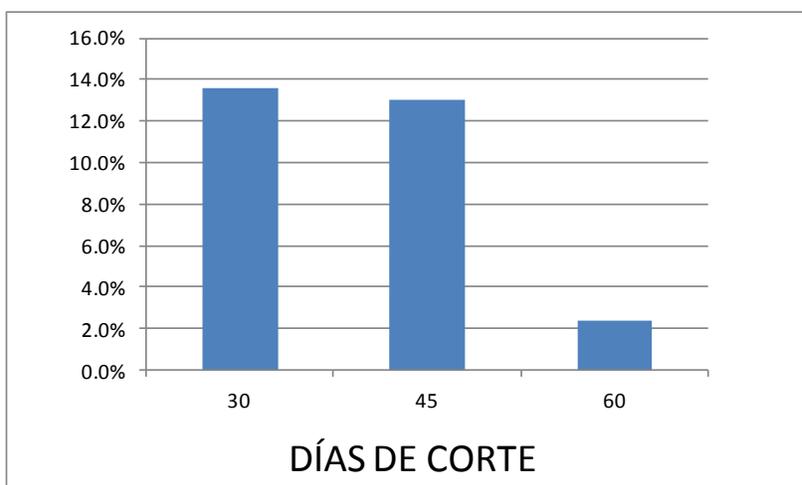


Figura 22. Porcentaje grasas de la Maralfalfa sp. ensilado a tres edades de corte.

5.6 Cenizas:

El resultado con mayor cantidad de cenizas es a los 60 días de edad con un 19.9 % esto se debe a las características físicas de las plantas forrajeras a mayor edad mayor cantidad de minerales (figura 23).

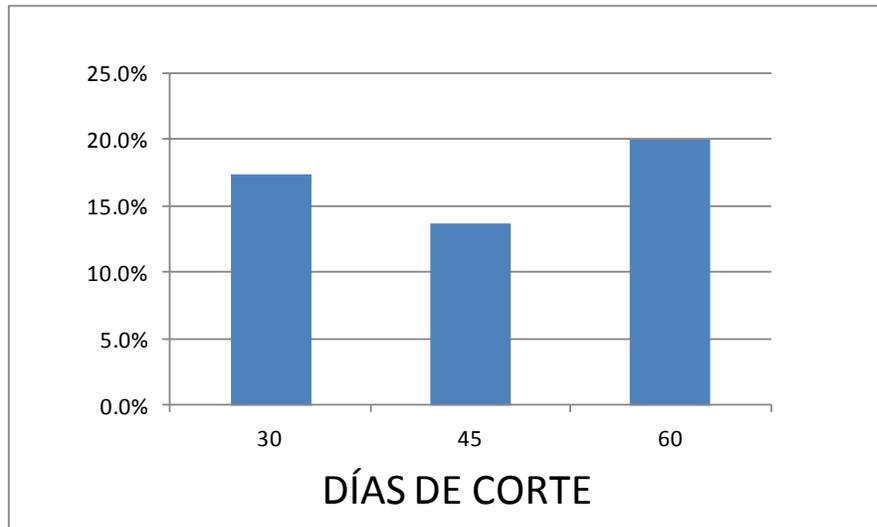


Figura 23. Porcentaje de cenizas de la Maralfalfa ensilado a tres edades de corte.

VI. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la edad adecuada para el corte y poder ensilar la Maralfalfa es a los 45 días de edad, donde es mejor por sus características nutricionales que son muy buenas. La Maralfalfa ensilada a esta edad conserva la mayor cantidad de proteína cruda 10 % y además tiene una adecuada cantidad de FDN 61.7 %, la diferencia de la grasa entre los 30 días 13.6 % y 45 días de edad 13 % no son muy marcadas teniendo un buen porcentaje y la materia seca es donde se obtiene una buena cantidad con un 15.7 %, haciendo así el momento idóneo para cortar y poder ensilar el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*).

VII. LITERATURA CITADA

- Ávila P., (2004) Maralfalfa “El ultimo avance científico en pasto de corte”, El Instituto Colombiano Agropecuario.
- Clavero T., Razz R., (2009) Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación, Rev. Fac. Agron. (LUZ) Venezuela, 26: 78-87.
- Correa C. H. J., (2006) Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Correa, C. H. J., Arroyave, H., Henao, Y., López, A., Cerón, J. M., (2010) Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades.
- De la Roza D. B., (2005) El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad, IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra).
- González N. M. Y., (2010) Digestibilidad *in situ* de la proteína cruda de una nueva variedad de pasto forrajero orgánico ensilado, División Regional de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna.
- Heredia P. N., Paladines O., (2007) Respuesta del pasto maralfalfa (*pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra. Cayambe, Pichincha. Rumipamba, Vol. XXI, Nº 1.
- Hernández G. S., (2010) Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina y Zootecnia, Morelia Michoacán.
- Hernández T. P., (2010) Digestibilidad *in situ* de la proteína cruda de un forraje orgánico henificado, División Regional de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, México.
- Owens F., (2011), producción y conservación de ensilaje de maíz de alta calidad, DIGAL 2011. Chihuahua, México
- Parra E. A., (2010) Caracterización nutricional y digestibilidad de forraje orgánico (*Pennisetum violaceum*) utilizado en la alimentación de bovinos, División Regional de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, México.

- Ramírez R. H. A., (2009) Ensilado de maíz para ganado lechero, Consejos prácticos ilustrados para mejorar la calidad del ensilado, engormix.com, Celaya, México.
- Sosa, D., Larco, C., Falconí, R., Toledo D., Suárez, G., (2007), Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en cabras Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA), Ecuador.
- Urdaneta J., Borges J. A., (2011), Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes mixtos de *Pennisetum spp. Hybridum*, Mundo Pecuário, VII, Nº 2, Pg. 58-63.
- Valdés, R. J., Davila, A. P. D. (1995) clasificación de los géneros de gramíneas (poaceae) mexicanas, Departamento de Botánica Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, Acta Botánica Mexicana. 33:37-50.
- Vieyra C. M. A., (2006) El Ensilaje como Método de Conservación de Forrajes. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Morelia, Michoacán México.