

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PASTO
MARALFALFA (*Pennisetum* sp.) FERTILIZADO CON
TRES DIFERENTES FÓRMULAS NPK:
15-15-15, 17-17-17 o 20-10-10

Por

JUAN ALBERTO DEL TORO MELÉNDEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*)
Fertilizado con tres diferentes fórmulas NPK:
15-15-15, 17-17-17 o 20-10-10

Por:

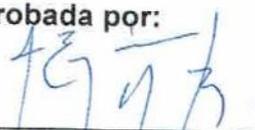
JUAN ALBERTO DEL TORO MELÉNDEZ

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito Parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. José Eduardo García Martínez
Director



MC. Camelia Cruz Rodríguez
Asesor



Ing. Francisco A. Rodríguez Huerta
Asesor

El Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. José Dueñez Alanís

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2020

AGRADECIMIENTOS

A MI PADRE DIOS

Por permitirme tener esta vida, guiando siempre mis pasos por el sendero de la sabiduría, llenándome de aliento en los momentos cruciales y sobre todo por darme la familia que ahora tengo.

A MIS PADRES:

Julián Del Toro Solís

Ana Angélica Meléndez Sánchez

Por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, por llevarme de la mano sobre el camino de la educación, el trabajo y dedición. Por levantarme en mis tropiezos, aplaudir mis logros y nunca dejarme solo, sacrificándose siempre para darme la dicha de tener un mejor futuro a ustedes GRACIAS.

A MI HERMANO:

Omar Del Toro Meléndez

Que es parte de mi sangre, por la confianza y todas las aventuras que vivimos juntos durante el tiempo que duro mi carrera.

A MI ESPOSA:

Karina Y. Morales Ramírez

Que siempre me apoyaste, me diste tu confianza y sobretodo tu amor.

A MI HIJO:

Mateo Del Toro Morales

Quien me hizo fuerte en todos los aspectos para poder lograr mi meta como profesionista.

A MI SUEGRA:

Yolanda Ramírez Lugo

Que me ha brindado su al termino de mi carrera.

A MI PROFESOR Y QUERIDO AMIGO:

MC. Manuel Panuco

Que al inicio de mi carrera me brindo su amistad, confianza y sobre todo su apoyo incondicional para llegar a donde me encuentro.

A MI TUTOR:

Dr. José Eduardo García Martínez

Por transmitirme sus conocimientos, corregir mis errores y soportarme durante la elaboración de este proyecto.

A LOS PATROCINADORES DE ESTE PROYECTO:

Sr. Rigoberto Flores y César Flores

Dueños del Rancho "Paisabel" en Panuco Veracruz, quienes amablemente facilitaron el rancho, la siembra y los fertilizantes para llevar a cabo el presente estudio. A ellos, muchísimas gracias por su apoyo.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, **Juan Alberto del Toro Meléndez**, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41100317 y autor de la presente tesis, manifiesto que:

1. – Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.

2. - Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.

3. – Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.

4. - Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor, de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.

5. - Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente tesis, así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada con el plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE



Juan Alberto del Toro Meléndez
Tesista de Licenciatura/UAAAN

Buenvista, Saltillo, Coahuila, Marzo de 2020.

RESÚMEN

Se determinó el análisis bromatológico (A.O.A.C., 1990) del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), fertilizado con tres diferentes fórmulas de NPK, el cual fue cosechado a los 84 días. Se analizaron 3 tratamientos con diferente fertilizante, los tratamientos fueron T1= 15-15-15, T2=17-17-17 y T3=20-10-10. Las medias de tratamiento para cada variable (proteína cruda PC, extracto etéreo EE, fibra cruda FC, cenizas C, energía metabolizable EM y energía neta de lactancia ENL), fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, se llevó acabo la comparación de medias para todas las variables estudiadas ya que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0.01$). La fórmula de fertilización 20-10-10 fue superior en casi todas las fracciones excepto en C (17-17-17), obteniendo medias por encima del resto de los tratamientos (15-15-15 y 17-17-17) con promedios de: 12.40 % PC, 1.28 % EE, 1.67 Mcal/Kg EM y 1.02 Mcal/Kg ENL, y con un menor contenido de FC que el resto de los tratamientos, con lo cual se presenta una buena calidad de dicho forraje, por lo que es recomendable el uso de este pasto en México.

Palabras Clave: Bromatología, pasto maralfalfa, fertilizante, calidad nutricional, forraje.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Antecedentes del Pasto Maralfalfa	3
Origen ¡Error! Marcador no definido.	
Clasificación Taxonomía	5
Usos del Pasto Maralfalfa.....	6
Calidad del Forraje.....	7
Composición Química	8
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Ubicación del Área de Estudio.....	16
Siembra.....	16
Fertilización	16
Análisis de Varianza	17
Análisis de Muestra	17
Materia Seca Parcial.....	17
Materia Seca Total.....	19
Extracto Etéreo.....	22
Proteína cruda	26
Cenizas.....	28
Extracto libre de nitrógeno..... ¡Error! Marcador no definido.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Materia seca..... ¡Error! Marcador no definido.	
Extracto Etéreo.....	31
Fibra cruda	32
Proteína cruda	32
Cenizas	34
CONCLUSIÓN.....	36
LITERATURA CITADA	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 2. 1 Clasificación taxonómica del género <i>Pennisetum</i> .	6
Cuadro 2. 2 Composición química del pasto Maralfalfa.	9
Cuadro 2. 3 Composición química del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) A diferentes días de corte.	11
Cuadro 2. 4 Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) y Saboya (<i>Panicum máximum Jacq</i>).	12
Cuadro 2. 5 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes cortes ESPOCH.	13
Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento del análisis bromatológico del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con tres diferente fórmulas de nitrógeno, fósforo, potasio (NPK).	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 3. 1 Diagrama para determinar la materia seca parcial.	18
Figura 3. 2 Diagrama para determinar materia seca total.	21
Figura 3. 3 Diagrama para determinar extracto etéreo.	23
Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda.	25
Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda.	28
Figura 3. 6 Diagrama para determinar cenizas.	30

INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades en el sector ganadero de nuestro país, es la producción de forraje a bajos costos. La producción de forraje representa una actividad económica muy importante en la producción y se orienta a la demanda constante de las explotaciones pecuarias, tanto extensivas como intensivas, sin embargo, dicha actividad siempre busca ser eficiente y rentable, es por ello que se deben buscar nuevas opciones para la producción de forraje, como cambiar de variedad o de cultivo, a uno que sea rentable, prometa más y que sus nutrientes sean altos para así estar a un paso más de lo que demanda el campo mexicano.

Los forrajes deben cubrir algunos requisitos para ser considerados en la producción, entre los cuales esta su composición química, ya que éstos proveen de nutrientes y se busca que sea al menor costo que los alimentos concentrados. Sin embargo, uno de los problemas del forraje radica en su valor nutritivo es muy variable y depende de la especie forrajera, clima y estado de madurez durante la cosecha, en este sentido la estrategia de alimentación tiene que considerarse en usar un forraje de calidad.

Una de las principales fuentes de alimentación en el campo mexicano son los pastos ya sean nativos o mejorados en las cuales la calidad y cantidad son características necesarias para cubrir los requerimientos de los animales sin embargo existen dos épocas del año donde ante la escases de forraje, los pastos de corte se utilizan como una alternativa alimenticia en la producción bovina, este es el caso de la maralfalfa (*Pennisetum sp.*) como pasto de corte se empieza a utilizar en ganado de leche, doble propósito y carne a muchos productores les ha funcionado, por su incremento en biomasa y nutrientes, pero

no todos lo pueden aprovechar durante el año, por eso algunos productores han decidido utilizar el ensilaje, el cual es el proceso mediante el cual se conserva forraje verde, de preferencia que contenga alto contenido de carbohidratos solubles, para almacenarse, en este proceso de conservación se realiza una fermentación láctica y su éxito consiste en permitir una degradación dentro de límites cortos de tiempo que no impidan bruscas transformaciones en su composición, su calidad depende también principalmente del grado de compactación y la cantidad de oxígeno que ha quedado en el material ensilado pero sin embargo hay que tener en cuenta los niveles de materia seca para una buena fermentación.

Justificación

Este trabajo está orientado a ofrecer información para los agricultores y ganaderos de la región que buscan conocer cual fertilizante ofrece mejor composición química en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) para así ofrecer un alimento de alta calidad nutricional.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es conocer la composición química mediante el análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con **ENTEC®**, **Triple 15** y **Triple 17**.

Hipótesis

Ho: El análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) tratado con distintos fertilizantes no presenta diferencias.

H : El análisis bromatológico del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) tratado con distinto fertilizante si presenta diferencias.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes del Pasto Maralfalfa

El pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es pasto perenne con alta productividad que se ha introducido en numerosos países como: Colombia, Brasil, Venezuela y recientemente en México entre otros debido a su potencial como forraje para la alimentación del ganado (Correa *et al.*,2004).

Correa (2006) y Moreno y Molina (2007) mencionan que existen varias investigaciones acerca de las prácticas de manejo que se le pueden dar a este pasto, así como de la determinación de su potencial forrajero y valor nutritivo, demostrando en algunos de estos estudios que el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) debido a su productividad de materia seca y valor nutritivo representa una muy buena alternativa para aumentar la producción animal (Márquez *et al.*, 2007).

Por otra parte algunas investigaciones realizadas con genotipos *Pennisetum sp.* demuestran que el pasto maralfalfa es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su productividad de materia seca y valor nutrimental (Clavero y Razz, 2009).

Este pasto se caracteriza por su crecimiento erecto de tallos, muy largos y delgados, con hojas delgadas a medianamente gruesas que abundan hacia el tercio superior de la planta pero escasean en los dos tercios inferiores, en su base forma una macolla, muy parecido al pasto elefante en su forma de crecimiento, esta variedad híbrida puede alcanzar una altura media entre 1.5 y 2.2 metros. Conforme se presenta mayor altura las hojas se doblan hacia abajo, por debajo de los 1200 m.s.n.m. Es mucho más exigente en nutrición, manejo y

riego mientras que a medida que aumenta de los 2600 m.s.n.m. Se ve severamente afectada su productividad por menor luminosidad (Correa *et al.*, 2004).

Origen

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) está en polémica y lleno de mitos, ya que se cree que la Maralfalfa es un pasto mejorado de origen Colombiano creado por el padre José Bernal Restrepo, un Sacerdote Jesuita y Biólogo Genetista quien, utilizando su sistema Químico Biológico llamado Heterohinjerto Bernal, cruzo el pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), originario de África, y la grama (*Paspalum*), y obtuvo una variedad que denomino "Gramafante". Utilizando el mismo sistema cruzo los pastos Gramafante (Elefante y Grama) y el pasto llamado Guaratara (*Axonopus purpussi*) originario del llano colombiano y obtuvo la variedad que denomino "Maravilla o Grama tara", nuevamente cruzo el pasto Maravilla o Gramatara y la alfalfa Peruana (*Medicago sativa*), con el pasto brasilero (*Phalaris azudinacea*) y el pasto resultante lo denomino "Maralfalfa" (<https://pastomaralfalfa.wordpress.com/2008/12/22/16/>). Sin embargo Correa *et al.* (2004) afirman que no existe información que respalde los fundamentos y metodología. Una especulación que manifiesta Correa (2007) es que pudiese tratarse de una técnica conocida como hibridación somática o fusión de protoplastos, utilizada actualmente para el mejoramiento genético de materiales vegetales genéticamente distintos.

Existe otro posible origen, que dicho pasto podría corresponder a un (*Pennisetum hybridum*) comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda. Este pasto fue el resultado de la hibridación del (*Pennisetum americanum*) con el (*Pennisetum purpureum*), este es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje del (*Pennisetum americanum*) con el alto rendimiento de la materia seca del (*Pennisetum purpureum*) Este híbrido, sin embargo es estéril por lo que para

obtener híbridos fértiles se han utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil (Macon, 1992).

Correa *et al.* (2005) Mencionan que muestras del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) que fueron analizadas por el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, dieron como resultado que se trata de otro pasto identificado como *Pennisetum violaceum*, sin embargo hay mucho trabajo que hacer aún por lo que se requiere de investigación para obtener e identificar la especie de manera correcta de el pasto Maralfalfa.

Clasificación Taxonomía

La identificación y clasificación taxonómica de las gramíneas no es fácil (Hafliger y Scholz, 1980). Las gramíneas, como familia, son fácilmente reconocidas pero resulta difícil distinguir los diferentes géneros y especies. 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 (Hafliger y Scholz, 1980).

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 (Dawson y Hatch, 2002).

Cuadro 2. 1 Clasificación taxonómica del género Pennisetum.

Familia	Sub-familia	Tribu	Genero	Especie
Poaceae				
	Panicoideae			
		Paniceae		
			Pennisetum	americanum purpureum clandestinum typhoides violaceum villosum

Fuente: (Correa *et al.*, 2004)

Usos del Pasto Maralfalfa

Los usos que tiene el pasto maralfalfa es muy variado, últimamente se está implementando en algunos animales como lo son los cerdos en forma de harina o mezclado en dietas y subministrado en forma de pellets otros animales como los bovinos, Equinos, Caprinos y Ovinos es mejor dárselos en silos, henificado, picado o de alguna forma que se aproveche mejor los nutrientes que contiene la maralfalfa (<http://www.maralfalfaprogreso.com/index.php/usos-57>).

Para el ganado de engorda y equinos se debe deshidratar aproximadamente de 24 a 48 horas para luego administrarle ya que este deshidratamiento aumenta la proteína de la Maralfalfa, además puede ser ensilado para almacenarlo más tiempo.

Al tratarse de un pasto de corte así es necesario suministrarlo en trozos pequeños para que se pueda ser aprovechado al máximo por el ganado lo cual podemos realizarlo en des picadoras eléctricas o de manera tradicional con machetes o cuchillas, este pasto nos proporciona una elevada cantidad de

biomasa la cual se puede henificar para las épocas de invierno o de escasez de forraje.

Se ha ensayado con muy buenos resultados el suministro en aves y los resultados han sido muy buenos ya que puede sustituir algunos otros alimentos que presentan un mayor costo para el productor, Para el ganado de leche se debe administrar fresco ya que se aprovecha más y es mejor el consumo de este, en algunas explotaciones se está suministrando en forma de silos lo que tiene muy buenos resultados en épocas donde se escasea el forraje (<http://sdgmaralfalfa.jimdo.com/informaci%C3%B3n-de-maralfalfa/>).

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

Calidad del Forraje

En cuanto a la calidad del forraje tiene que considerarse como una propiedad de los forrajes que está ligada a la respuesta del animal es lo que nos dice [Di Marco \(2011\)](#), esta se puede evaluar considerando un forraje de alta calidad cuando este tiene en promedio 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos del 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más del 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS tiende a disminuir a menos de 50%, la FDN se eleva a más del 65% y la PB baja a menos del 8%.

[Pírelas \(2005\)](#) indica que la capacidad que tiene el pasto para aportar nutrientes para el animal ya sea para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción es lo que se le denomina calidad de forraje.

La mayoría de los autores consideran que la calidad es una propiedad del forraje, otros que es el resultado de la respuesta del forraje al ambiente y/o manejo, y otros consideran que debe incluir la respuesta animal o el consumo pero es algo muy importante que tenemos que tomar en cuenta. Se piensa que el principal parámetro para definir la calidad del forraje es la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, aunque algunos autores consideren a esta, como una propiedad del forraje, que es el resultado de la respuesta del forraje al ambiente y/o manejo o que debe incluir la respuesta animal o consumo, cualquiera que sea el caso se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos del 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB), y se considera que un forraje es de baja calidad cuando tiene menos del 50% de DIVMS, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8% ([Oscar, 2011](#)).

Composición Química

La composición química comprende de seis fracciones principales que son: humedad, extracto etéreo, proteína cruda, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Existen una variedad de métodos para obtener la composición química pero el análisis más empleado es el análisis proximal o de Weende. [McDonald et al. \(2002\)](#).

En cuanto al Maralfalfa, como cualquier otro pasto, su calidad nutricional se reduce a medida que avanza la edad del rebrote, este comportamiento de los minerales es necesario tener en cuenta para la formulación de suplementos nutricionales para los animales ([Correa, 2006](#)).

En cuadro 2.2 se presenta la composición química del pasto maralfalfa observándose que es un forraje con excelentes características nutricionales de acuerdo a su contenido de proteína, que lo hace destacar de los demás pastos utilizados en la alimentación animal, aunque los porcentajes de proteína se encuentran por arriba de datos publicados por otros autores podría ser resultado de la edad del pasto ya que este no se menciona, y la proteína tiende a disminuir a mayor edad, una característica importante es el porcentaje de carbohidratos solubles que lo hacen un pasto con un sabor dulce y creo que de buen sabor para los animales que lo consumen.

Ramírez (2003) menciona que el análisis realizado a los 70 días de edad del pasto maralfalfa se obtuvieron los siguientes resultados 15.34% de proteína cruda, 16.56 % de materia seca y fibra cruda 23.89%, pero no indica si fue fertilizado.

Cuadro 2. 2 Composición química del pasto Maralfalfa.

Composición	%
Humedad	79,33
Cenizas	13,50
Fibra	53,33
Grasa	2,10
Carbohidratos solubles	12,20
Proteínas crudas	16,25
Nitrógeno	2,60
Calcio	0,80
Magnesio	0,29
Fósforo	0,33
Potasio	3,38
Proteínas digestibles	7,43
Total Nitrógeno Digestible	63,53

Fuente:<http://sdgmaralfalfa.jimdo.com/informaci%C3%B3n-de-maralfalfa/>

Ramos (2011) enfatiza el contenido de proteína cruda 18.69 % en el pasto maralfalfa analizado a los 65 días de edad al corte. Sin embargo, Osorio (2004)

reporta un contenido de PC de 10.9 aunque no especifica las condiciones en las que fue tomada la muestra como lo son edad de corte, fertilización, riegos etc.

Según [Betancourt \(2004\)](#) al igual que [Osorio \(2004\)](#) no indica condiciones ni especifica edades de la muestra del pasto maralfalfa y sus resultados son los siguientes, PC 13.4%, FDN 64.31%, EE 1.76% CEN 12.04%.

[Buelvas \(2009\)](#) realizó experimentos con el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Utilizando cuatro métodos: fertilización orgánica, fertilización química, mixta y sin fertilización. Fertilización orgánica cuando es fertilizado con abonos orgánicos de los bovinos, 20 kg de estiércol fresco en 80 litros de agua por cada parcela, los resultados fueron los siguientes: MS 15.06%, PC 8.83%, FC 34.46 %, CEN 17.95 %, EE 1.45 %. Fertilización química cuando es fertilizado con abonos químicos los cuales estaban a razón de 250 gr/ha a base de urea, los resultados fueron los siguientes: MS 15.78%, PC 7.6%, FC 34.29%, CEN 17.44%, EE 1.58%. Fertilización mixta esta fertilización fue orgánica más química a razón de 20 kg de estiércol de bovino y 80 litros de agua más 250 gr de urea por parcela los resultados fueron los siguientes: MS 11.18%, PC 9.81%, FC 34.1%, CEN 20.17% EE 1.64%. Sin fertilizar en este no se agregó fertilización ya que se usó como tratamiento testigo y los resultados fueron los siguientes: MS 16.63% PC 6.73%, FC 34.79%, CEN 17.99%, EE 1.31%, LIG 7.14%.

Otro experimento realizado por [Buelvas 2009](#) el pasto maralfalfa en el cual se analizó la composición química a diferentes días de corte (Cuadro 2.3) en el cual se muestra que a los cuarenta días de corte el forraje está en su más alto valor nutrimental a comparación del día setenta este autor también nos muestra que sin duda a menor edad es mayor el contenido de nutrientes.

Cuadro 2. 3 Composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes días de corte.

	40 días	50 días	60 días	70 días
Materia seca	12.79%	13.61%	14.53%	17.12%
Proteína cruda	9.77%	8.68%	7.76 %	6.74%
cenizas	20.05%	18.68%	17.63%	17.17%
Extracto etéreo	2.18%	1.94%	1.11%	0.73%

Fuente: [Buelvas \(2009\)](#).

[Correa \(2006\)](#) describe la composición química del pasto maralfalfa a dos diferentes edades de rebrote al día 56 de rebrote: EE 2.51%, PC 21.18%, CEN 10.4%, FDN 54.7%. Al día 105 de rebrote: EE1.66%, PC 11.9%, CEN 10.5%, FDN 66.9%. Como se puede observar en los datos anteriores presenta niveles más altos de nutrientes en el día 56, y a mayor edad disminuye su composición nutrimental, pero para la alimentación animal contiene buenos nutrientes pero en rendimiento de biomasa son pocos.

[Clavero y Razz \(2009\)](#) analizaron los carbohidratos no estructurales (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, almidón) nitrógeno total y la lignina a diferentes semanas de corte 3, 6, 9, obteniéndose los siguientes resultados: en la semana 3 de corte: NT 2.38%, Carbohidratos no estructurales 13.5%, LIG 6.1%. En la semana 6 de corte: NT 1.73%, Carbohidratos no estructurales 17.6%, LIG 6.7%. En la semana 9 de corte: NT 1.26%. CNE 19.9%, LIG 7.4%. También mencionan que la composición química está determinada por la edad del pasto pues los valores se van declinando con la edad.

[Andrade \(2009\)](#) reporta que al comparar el pasto Saboya (*Panicum máximum jacq*) con el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a los 70 y 90 días de corte los resultados se muestran en el cuadro 2.4 con una fertilización química de tres bultos de cloruro de potasio y dos bultos de urea a los 30 días por cada cuadra sembrada aplicándose un bulto de urea más tarde, lo cual no especifica el peso de los bultos ni tampoco la dimensión de las cuadras se puede observar

que el pasto maralfalfa es superior en proteína en ambos cortes pero en grasa es mayor la Saboya pero menor en materia seca.

Cuadro 2.4 Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y Saboya (*Panicum máximum Jacq.*)

Componente	MARALFALFA		SABOYA	
	70 días	90 días	70 días	90 días
Humedad	82.60 %	77,22%	83.50%	80.63%
Materia seca	17.40%	22.78%	16.50%	19.37%
Proteína cruda	15.68%	11.92%	12.68%	10.03%
Extracto Etéreo	1.66%	1.51%	2.05%	1.78%
Fibra cruda	42.18%	44.03%	41.01%	44.24%
Materia Orgánica	88.70%	89.11%	83.81%	90.76%
cenizas	11.30%	10.89%	16.19%	9.24%

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH (2009).

[Moreno \(2013\)](#) en su análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Que lo hizo en base húmeda y base seca a una altura de corte de 1.80 metros sin embargo no indica la edad de corte, tipo de suelo fertilización, a continuación se muestran los resultados: Base húmeda: PC 7.13%, Humedad 61.9%, Grasa 0.89%, FDA 10.9%, CNE 3.7%, CEN 6.84%, MS 38.1%. Base seca: PC 18.71%, Humedad 0%, Grasa 2.32%, FDA 28.5%, CNE 9.6%, CEN 17.95%, MS 100%. Como se puede observar en base seca indica mayor contenido de nutrientes en contenido de grasa y proteína.

[Erazo \(2009\)](#) presenta la composición bromatológica a diferentes edades de corte del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Ensilado adicionando melaza para elevar el contenido de carbohidratos, el picado se realizó de 3 a 5 cm, solo los días de corte el día 30: Humedad 81.48% MS 18.52 %, PC 22.39%, EE 2.06%, FC 28.14%, CEN 17.72%. Aquí a esta edad de corte nos muestra una

gran cantidad de proteína al igual que de humedad lo que no es muy favorable para realizar un buen ensilaje. Para el día 45: Humedad 81.27%, MS 18.73%, PC 14.23%, EE 1.95%, FC 30.37%, CEN 16.4%. a esta edad aún se muestra la gran cantidad de humedad que hay en el forraje y la proteína como la grasa disminuyen, en cuanto el Día 60: Humedad 81.2%, MS 18.8%, PC 13.01%, EE 1.97%, FC 31.1%, CEN 16.11%. Disminuyen un poco los nutrientes en los sesenta días pero aún son muy buenos los valores para forrajes.

Según Cruz (2008) en el experimento realizado para la determinación del análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Con dos tratamientos T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados, como se muestra (Cuadro 2.5) es un promedio de los dos tratamientos mencionados por este laboratorio ya que nos menciona que se tomaron muestras al azar y se llevó a cabo su análisis, al igual que han mencionado diferentes autores los niveles de nutrientes son más altos a temprana edad.

Cuadro 2. 5 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes cortes.

Componente	Día 30	Día 75	Día 105	Día 135
Materia seca	11.1%	16.7%	17.4%	18.19%
Proteína cruda	17.21%	15.3%	14.01%	13.3%
Grasa	2.02%	1.91%	1.88%	1.88%
Fibra cruda	31.0%	34.17%	35.13%	35.65%
Cenizas	18.47%	16.08%	15.86%	15.79%

Fuente: Cruz (2008).

Métodos para Determinar la Composición Química

El análisis de Weende es, sin duda, el más conocido y, si bien posee una utilidad relativa, en algunos aspectos no ha podido ser mejorado. El método fue ideado por Henneberg y Stohmann en 1867 en la estación experimental de

Weende (Alemania) y consiste en separar, a partir de la MS de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos. Con este método se obtienen cinco principios nutritivos brutos que incluyen los siguientes compuestos: Humedad, Cenizas, Proteína cruda, Extracto Etéreo, Fibra cruda y Extracto no nitrogenado (Tejada, 1985).

Materia seca

La cantidad de materia seca (MS) que contiene un pienso o forraje destinado a la alimentación animal es un criterio esencial de apreciación tanto de su valor nutritivo como de su aptitud para la conservación.

La humedad es la pérdida de peso experimentada por un alimento o pienso cuando se le somete a desecación en estufa de aire, a una temperatura de 100-105°C, hasta peso constante o durante 24 horas. La MS resulta de sustraer al total, el contenido en humedad.

Cenizas

Las cenizas están consideradas, de forma general, como el residuo inorgánico de una muestra que se obtiene al incinerar la muestra seca a 550°C, están constituidas por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales.

Proteína cruda

La Proteína cruda se determina mediante el método Kjeldahl. Como consecuencia de su estructura a base de aminoácidos individuales, el contenido de nitrógeno de las proteínas varía sólo entre unos límites muy estrechos (15 a

18% y como promedio 16%). Para la determinación analítica del contenido en proteína total o "proteína bruta", se determina por lo general el contenido de nitrógeno tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico, calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (en general 6,25)

En el tratamiento Kjeldahl de alimentos no se determinan sólo proteínas o aminoácidos libres, sino también ácidos nucleicos y sales de amonio. También se determina el nitrógeno ligado de compuestos aromáticos, como pirazina, ciclopentapirazina, pirrol y oxazol, así como el nitrógeno orgánico ligado de las vitaminas, tales como la B₁ (tiamina), la B₂ (riboflavina) y la nicotinamida.

Fibra cruda

La técnica determina el residuo que persiste después de dos hidrólisis sucesivas, una ácida y otra alcalina. En cierto modo, intenta simular el ataque gástrico e intestinal que se produce *in vivo*. Es una fracción que se encuentra únicamente en las muestras de origen vegetal; las de origen animal han de contener cantidades inferiores a un 2%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Área de Estudio

El análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) se efectuó en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Su ubicación se encuentra en las coordenadas 25° 21' Latitud Norte y 101° 02' Latitud Oeste, se encuentra a una altura 1,743 msnm. Se tiene una precipitación de 298.5 mm como media anual, y una temperatura media anual de 18.18°C. El clima está dentro de la clasificación de seco o árido.

Siembra

El pasto fue sembrado en parcelas que se ubicaron en el Rancho "Paisabel", propiedad del Sr. Rigoberto Flores Cruz, el cual está ubicado en el Municipio de Panuco, Veracruz. El forraje fue cosechado a los 84 días posteriores a la siembra.

Fertilización

El material vegetativo de pasto maralfalfa fue obtenido de parcelas fertilizadas a razón de 200 kg por hectárea, empleando tres diferentes fórmulas de fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) empleando para ello productos comerciales con diferentes concentraciones NPK: 15-15-15, 17-17-17 o 20-10-10.

Análisis de Varianza

Los resultados de cada experimento fueron analizados mediante un modelo completamente al azar para T=3 y R=5. El modelo empleado fue un ANOVA en un sentido. Se utilizaron, además, pruebas de comparación de medias por Tukey.

Análisis de Muestra

Después de ser cosechados se tomaron muestras de cada tratamiento y repetición para evaluar la composición química de los forrajes. Se utilizaron las técnicas descritas por [Tejada \(1985\)](#) utilizadas en el laboratorio de nutrición animal. Que también como lo menciona la [A.O.A.C.\(1990\)](#) Son las técnicas utilizadas como estándar a nivel internacional las cuales se describen a continuación:

Materia Seca Parcial

Es el método más utilizado para determinar materia seca parcial es el de la eliminación de agua libre por medio del calor de circulación seguida por la determinación del peso del residuo, esta técnica se basa en someter a los insumos o alimentos a temperaturas entre 69-65⁰C la temperatura se regula para efectuar un secado máximo y para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen.

Materiales

- A. Estufa con circulación de aire caliente.
- B. Charolas o bolsa de papel grueso perforadas.
- C. Balanza.

D. Tijeras.

Procedimiento

- A. Caliente el horno 60-65°C.
- B. Perfore su bolsa de papel.
- C. Pese su bolsa de papel perforada. Corte la muestra en pedazos de 1.5 cm aproximadamente, coloque la muestra dentro de la bolsa y pese.
- D. Coloque la bolsa de la muestra en la estufa durante 12-14 horas.
- E. Saque la muestra de la estufa y enfríe a temperatura ambiente, pese su bolsa con la muestra.

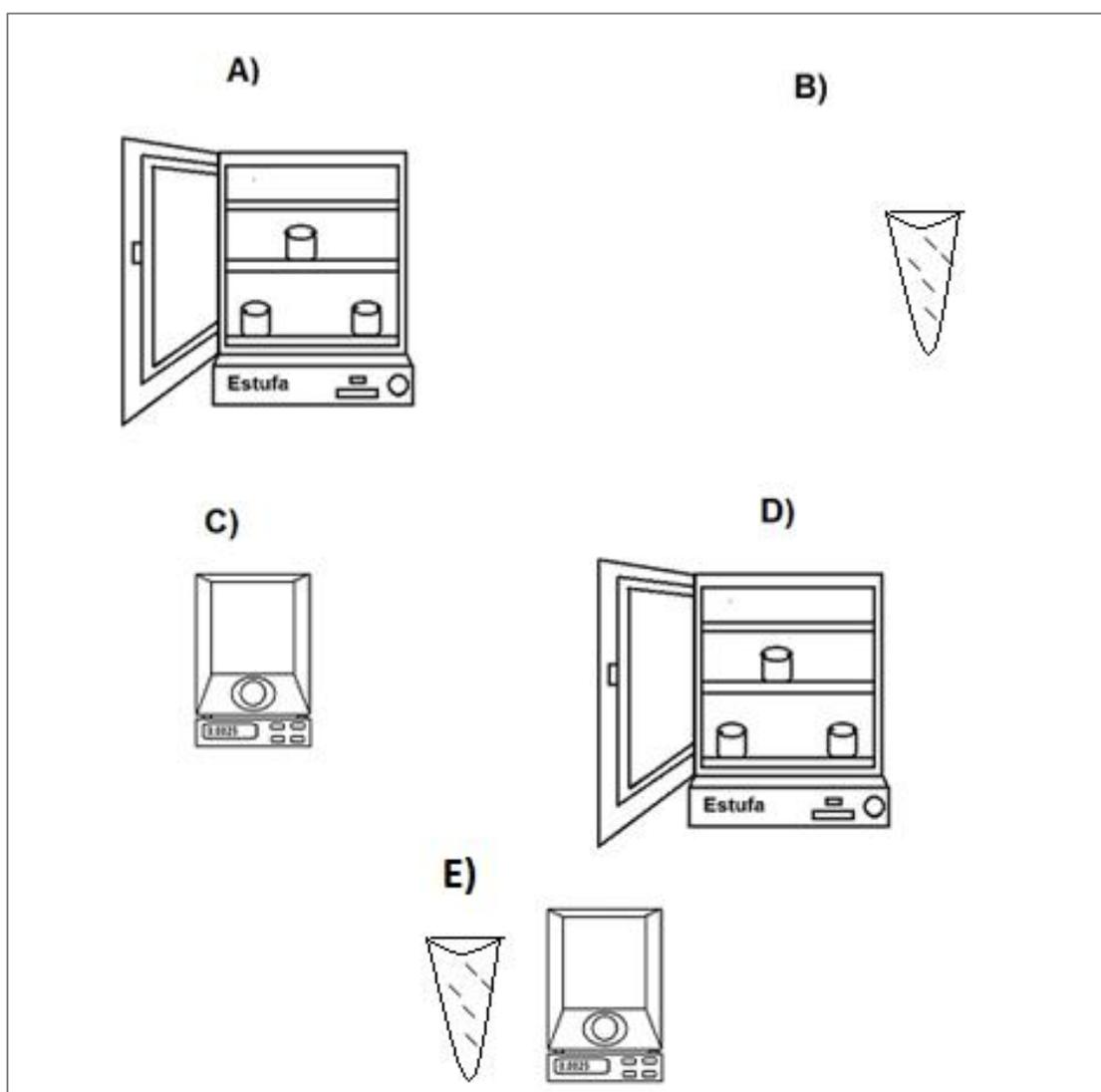


Figura 3. 1 Diagrama para determinar la materia seca parcial

Cálculo

$$\%MSP \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra total}} \times 100$$

Materia Seca Total

La materia seca no, es más que la muestra a la que se le ha extraído el agua por acción de calor. Está constituida por una porción susceptible de quemarse ya que está constituida por sustancias que contienen carbono o materia orgánica y que constituye a dar energía al alimento, la otra porción incombustible se encuentra formada por sustancias que no pueden quemarse y que los residuos que forman son cenizas cuando se somete a calcinación. La materia seca total se obtiene mediante la evaporación total de la humedad a una temperatura que varía entre 100-105° C este medio determina el agua contenida en los alimentos.

Materiales

- A. Estufa de aire caliente a temperatura de 80- 200° C.
- B. Crisoles de porcelana.
- C. Pinza para crisol.
- D. Espátula de acero inoxidable.
- E. Desecador.
- F. Balanza analítica.
- G. Molino Wiley con criba de mm.

Procedimiento

- A. La muestra completamente seca se muele en el molino Wiley, cada vez que se utilice debe limpiarse la muestra molida se coloca en un frasco limpio y seco e identificada.
- B. Coloque los crisoles en la estufa a $80 - 110^{\circ} \text{C}$ durante 24 horas para que estén a peso constante.
- C. Con las pinzas saque con cuidado los crisoles de la estufa y colóquelos en el desecador, enfríe durante 10 minutos y pese.
- D. Pese dos gramos de muestra y colóquelos en el crisol.
- E. Coloque en la estufa durante 12 horas.

F. Saque el crisol con las pinzas, coloque el desecador deje enfriar y pese.

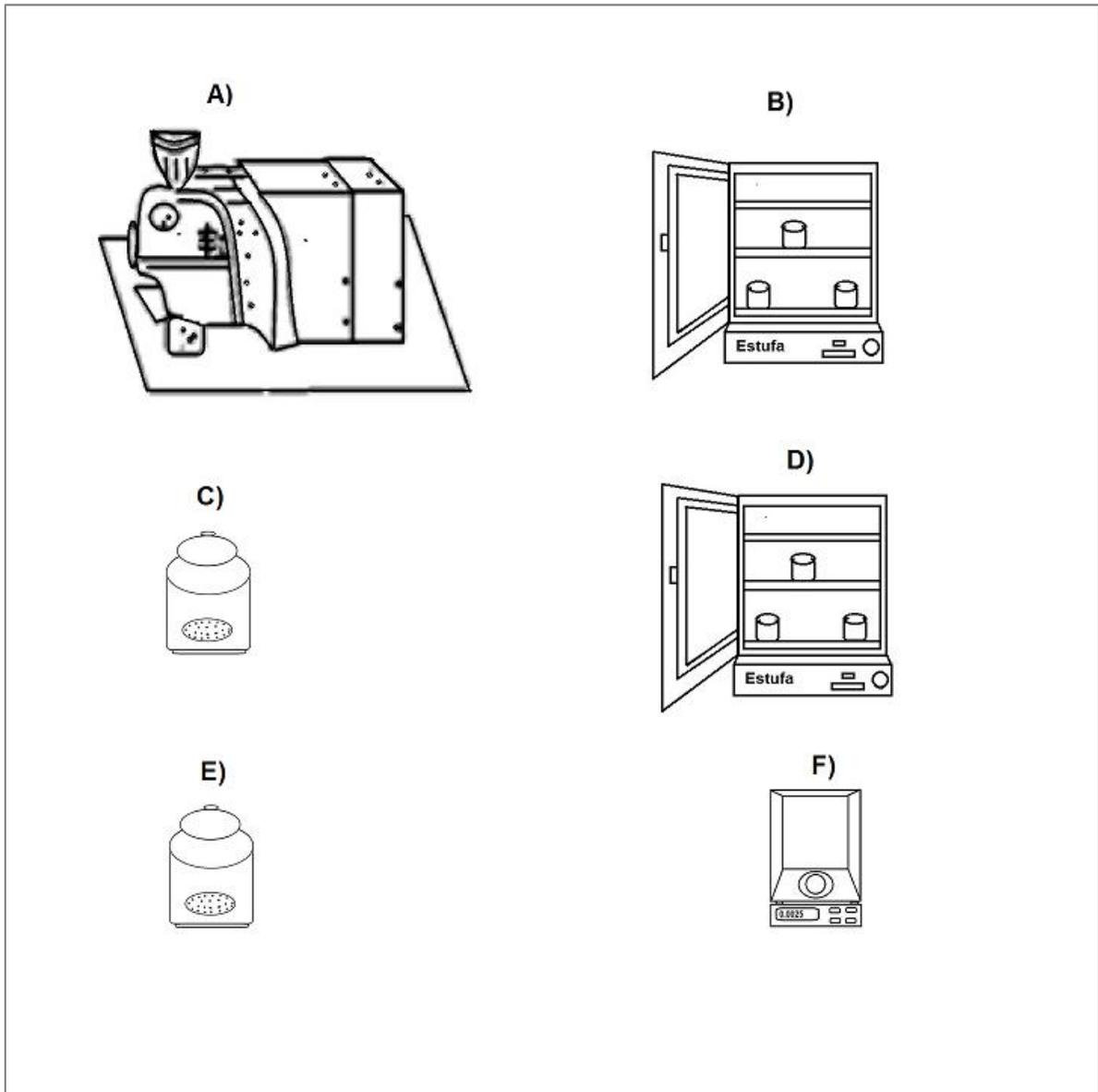


Figura 3. 2 Diagrama para determinar materia seca total

Cálculos

$$\%MST = \frac{\text{peso de crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \%MST$$

Extracto Etéreo

Se determinó el extracto etéreo que contiene una muestra de alimento balanceado o ingrediente, por medio de la extracción con flujo de solvente. La determinación de grasa se basa en su propiedad de ser soluble en solventes orgánicos. Las grasas son compuestos orgánicos muy heterogéneos, pero que tienen en común ser de propiedades muy solubles en algunas sustancias denominadas solventes orgánicos como puede ser éter etílico, éter de petróleo y hexano.

Materiales

- A. Aparato extractor tipo soxleth.
- B. Dedales de asbesto.
- C. Matraces bola fondo plano y boca esmerilada.
- D. Estufa.
- E. Pinzas.
- F. Balanza analítica.
- G. Desecador.
- H. Hexano o éter anhídrido.
- I. Perlas de vidrio.
- J. Papel filtro.

Procedimiento

- A. Los matraces bola de fondo plano con tres perlas de vidrio se colocan en la estufa durante 12 horas para que estén a peso constante.
- B. En un papel filtro pese 4 gramos de muestra (molida) coloque en un dedal de asbesto doblando con cuidado el papel que contiene la muestra.
- C. Con pinzas saque un matraz bola de fondo plano, coloque en el desecador durante 10 minutos, espere a que se enfríe y pese el matraz.

- D. Agregue al matraz 250 ml de hexano.
- E. Coloque el dedal en el sifón soxleth, junto con el matraz bola, al refrigerante, encienda la parrilla y abra la llave del agua, deje 16 horas sifoneando.
- F. Con cuidado retire el dedal con pinzas recupere el solvente coloque el matraz en la estufa, dejamos 12 horas, saque enfríe y pese.

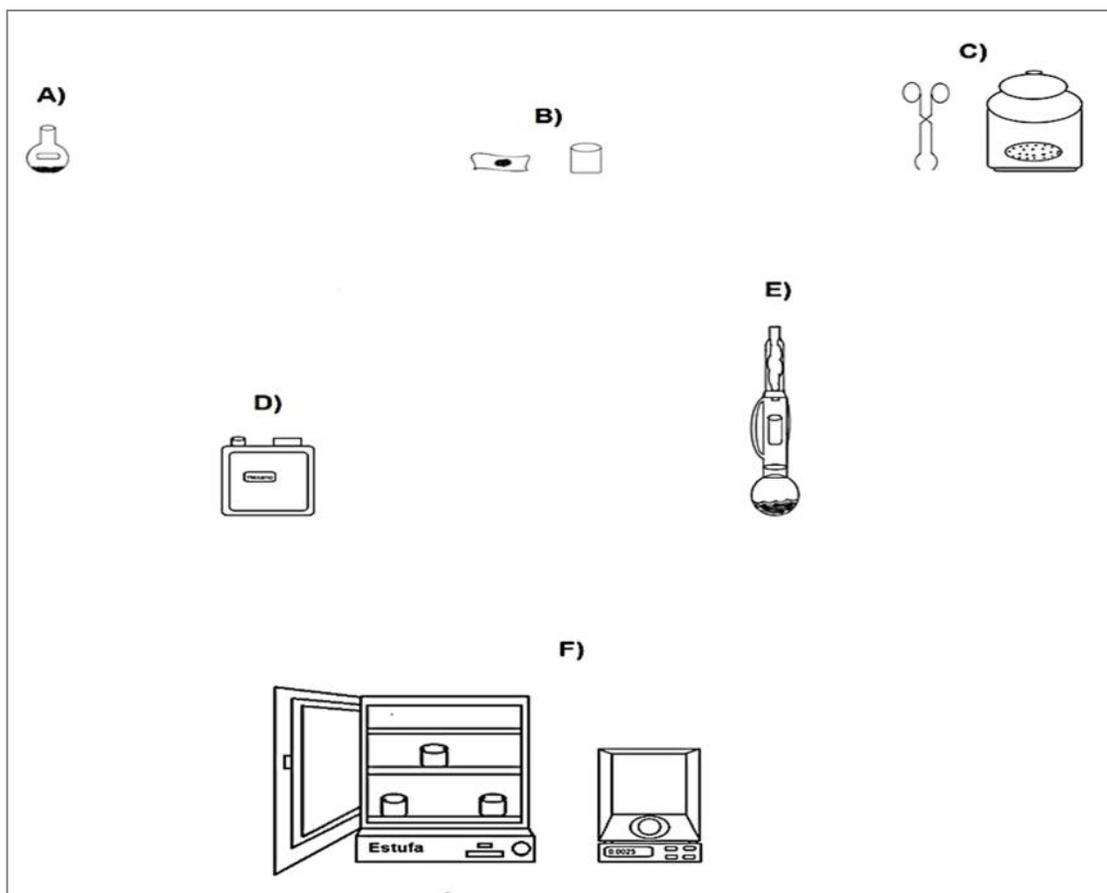


Figura 3. 3 Diagrama para determinar extracto etéreo

Cálculos

$$\% EE = \frac{\text{peso de matraz con grasa} - \text{peso de matraz solo}}{\text{gr muestra}} \times 100$$

Fibra Cruda

En el proceso de la determinación de fibra cruda se trata de simular el proceso de digestión que ocurre normalmente dentro del aparato del sistema

digestivo del animal. Esta simulación se efectúa sometiendo a la muestra a una digestión “hidrolisis” en medio ácido como ocurrirá en el estómago de los animales y posteriormente la muestra se somete a otra digestión alcalina como sucedería en el intestino delgado.

Se determinará sometiendo a la muestra que queda tras la determinación del extracto etéreo, a tratamientos sucesivos con ácidos y bases diluidas y a ebullición, el residuo insoluble es la fibra bruta que contiene toda la celulosa existente en la muestra y parte de la hemicelulosa y la lignina.

Materiales

- A. Digestor de labconco.
- B. Vasos Berzelius de 600ml.
- C. Ácido sulfúrico 0.255N.
- D. Hidróxido de sodio 0.313N.
- E. Agua destilada.
- F. Filtro de tela.
- G. Embudos de vidrio.

Procedimiento

- A. Pese 2 g de su muestra desengrasada, colóquela en el vaso Berzelius.
- B. Agregue 100ml. de ácido sulfúrico 0.255N.
- C. Abra la llave del digestor labconco, encienda la parrilla 2-3.5 coloque el vaso.
- D. A Partir de que la muestra empiece a hervir se toma el tiempo de 30 minutos.
- E. caliente el agua destilada, coloque el filtro sobre el embudo filtre su muestra y lave con agua caliente.

- F. Por medio de una espátula vacíe su muestra en el vaso, agregue 100ml.de hidróxido de sodio 0.313N .a partir de que empiece a hervir tome el tiempo de 30 minutos.
- G. Retire su muestra, fíltrela y lávela con agua caliente con las pinzas saque un crisol de la estufa, por medio de una espátula retire la muestra y colóquela en el crisol.
- H. Deje el crisol en la estufa durante 12 horas.
- I. Saque el crisol en la estufa con las pinzas, colóquela en el desecador enfríe y pese.
- J. Coloque su crisol en la mufla durante 2 horas, enfríe en el desecador durante 10 minutos.

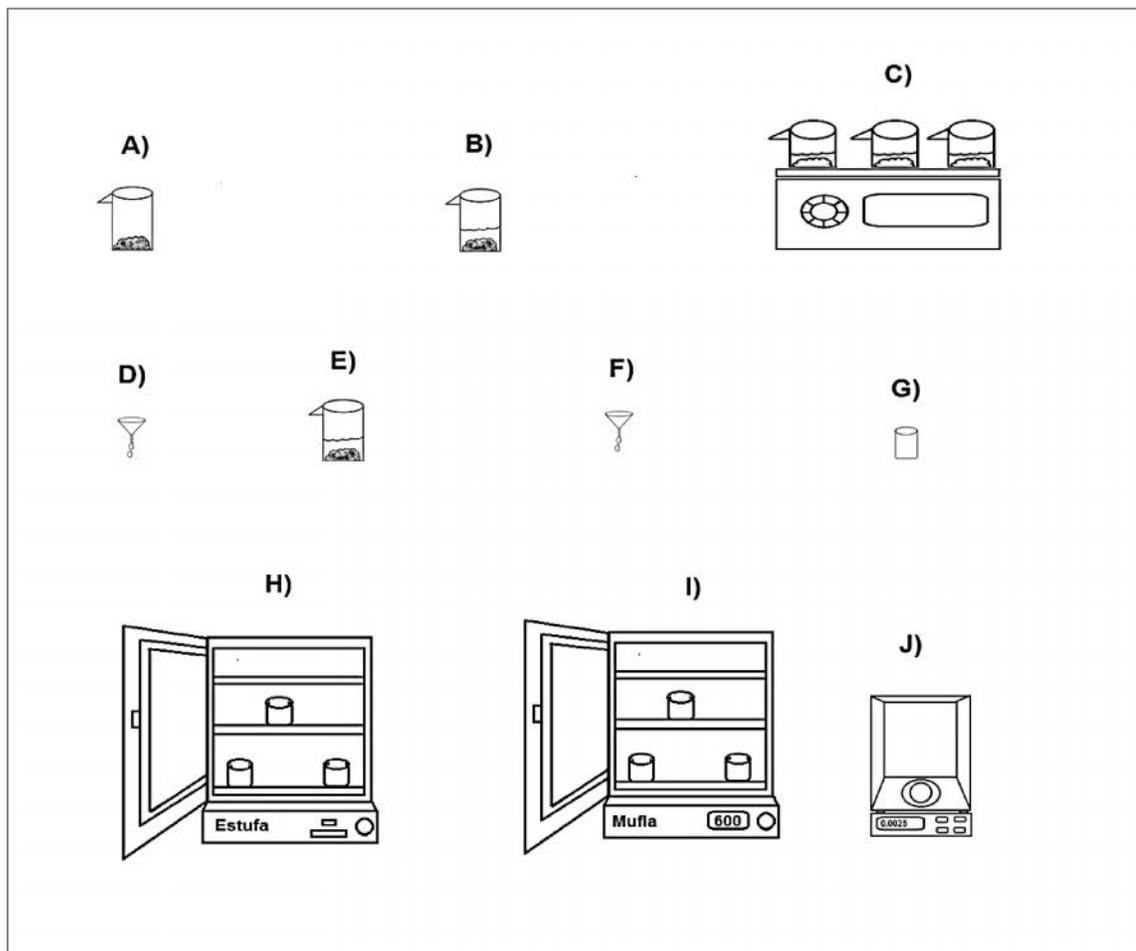


Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda

Cálculos

$$\%FC = \frac{\text{peso crisol con fibra seca} - \text{peso crisol con ceniza}}{\text{gr de muestra}} \times 100$$

Proteína cruda

Indicara determinaciones de compuestos quimicos nitrogenados que no son proteinas, esto servira para determinar otros compuestos, A demas de los compuestos definidos como proteina verdadera, la proteina cruda incluye compuestos nitrogenados no proteicos los cuales son sustancias formadas por aminoácidos y a su vez contienen hidrogeno con un por ciento de 16%, el método que se utilizara para determinar la cantidad de proteína es la del método de kjeldahl. En realidad, es un método indirecto realmente se determinará la cantidad de nitrógeno presente en la muestra.

Materiales

- A. Matraz Kjeldahl de 800 ml.
- B. Aparato de digestion y destilacion Kjendahl.
- C. Matraz erlenmeyer 500ml.
- D. Buretra.
- E. Acido sulfurico 0.1N.
- F. Hidroxido de sodio 45%.
- G. Acido borico 4%.
- H. Indicador mixto.
- I. Agua destilada.
- J. Mezcla de selenio.
- K. Perlas de vidrio.

L. Acido sulfurico concentrado.

Procedimiento

- A. Pese 1 gramo de muestra (previamente molida).
- B. Coloque la muestra en el matraz Kjeldahl.
- C. Agregue 1 cucharada de muestra de selenio (catalizador)
- D. Agregue 6-7 perlas de vidrio.
- E. Agregue 30 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- F. Coloque el matraz en el digestor kjeldahl, encienda en la parrilla entre 4-5 encienda el motor aspirador de gases, hasta que la muestra cambie de color café oscuro a verde claro.
- G. Enfrié el matraz, colóquelo en la llave del agua con cuidado, agréguele 300 ml de agua destilada.
- H. En el matraz Erlenmeyer agregue 50 ml de ácido bórico, añada 5-6 gotas de indicador mixto, coloque la manguera del destilador kjeldahl dentro del matraz.
- I. Agite el matraz kjeldahl para que se disuelva la muestra, abra la llave del agua coloque el matraz con cuidado ,procurando no agitar el matraz 110 ml de hidróxido de sodio al 45 % añada 6-7 granallas de zinc, con cuidado llévelo al aparato de destilación kjeldahl. coloque en la parte de arriba, enciende la parrilla, abra la llave del agua, reciba hasta 300ml retire primero el matraz Erlenmeyer de la manguera apague la parrilla, para evitar que la muestra se succione y regrese al matraz kjeldahl.
- J. corra un banco (sin muestra) y siga los pasos B-J.

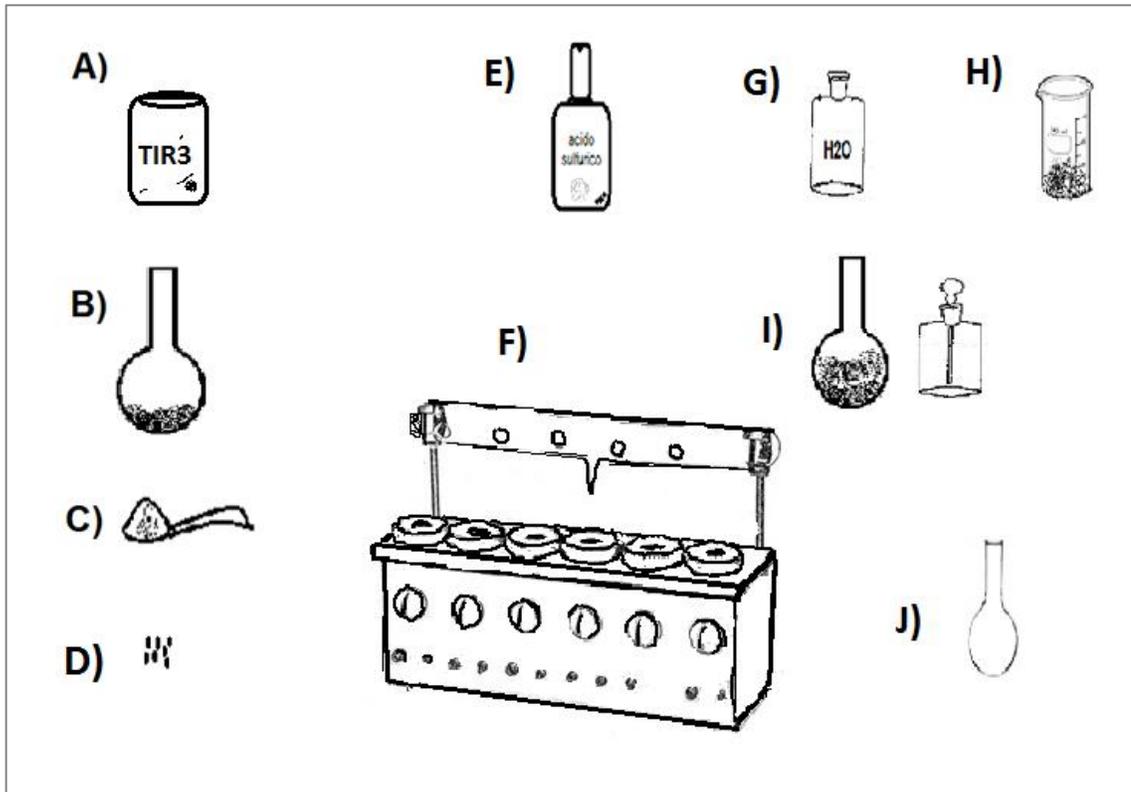


Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda.

Cálculos

%Nitrogeno

$$= \frac{(\text{ml de H}_2\text{SO}_4 \text{ en muestra} - \text{ml de H}_2\text{SO}_4 \text{ en blanco}) \times 0.014 \times \text{normalidad de ácido}}{\text{gr. muestra}} \times 100$$

$$\%PC = \%N \times 6.2$$

Cenizas

De la combustión de cenizas se determinará la cantidad de diversas sustancias que la muestra ha perdido como por ejemplo carbono y humedad y así se elaboran los cálculos para determinar el porcentaje de ceniza en la muestra.

Materiales

- A. Mufla 550-600°C.
- B. Crisol de porcelana.
- C. Desecador.
- D. pinzas.
- E. Balanza analítica.

Procedimiento

- A. Preincinerar en el mechero la muestra de materia seca contenida en el crisol hasta que la muestra se quemé.
- B. Colocar en la mufla durante 2-3 horas.
- C. Sacar con las pinzas, coloque dentro de el desecador y enfrie durante 15 minutos y pese.

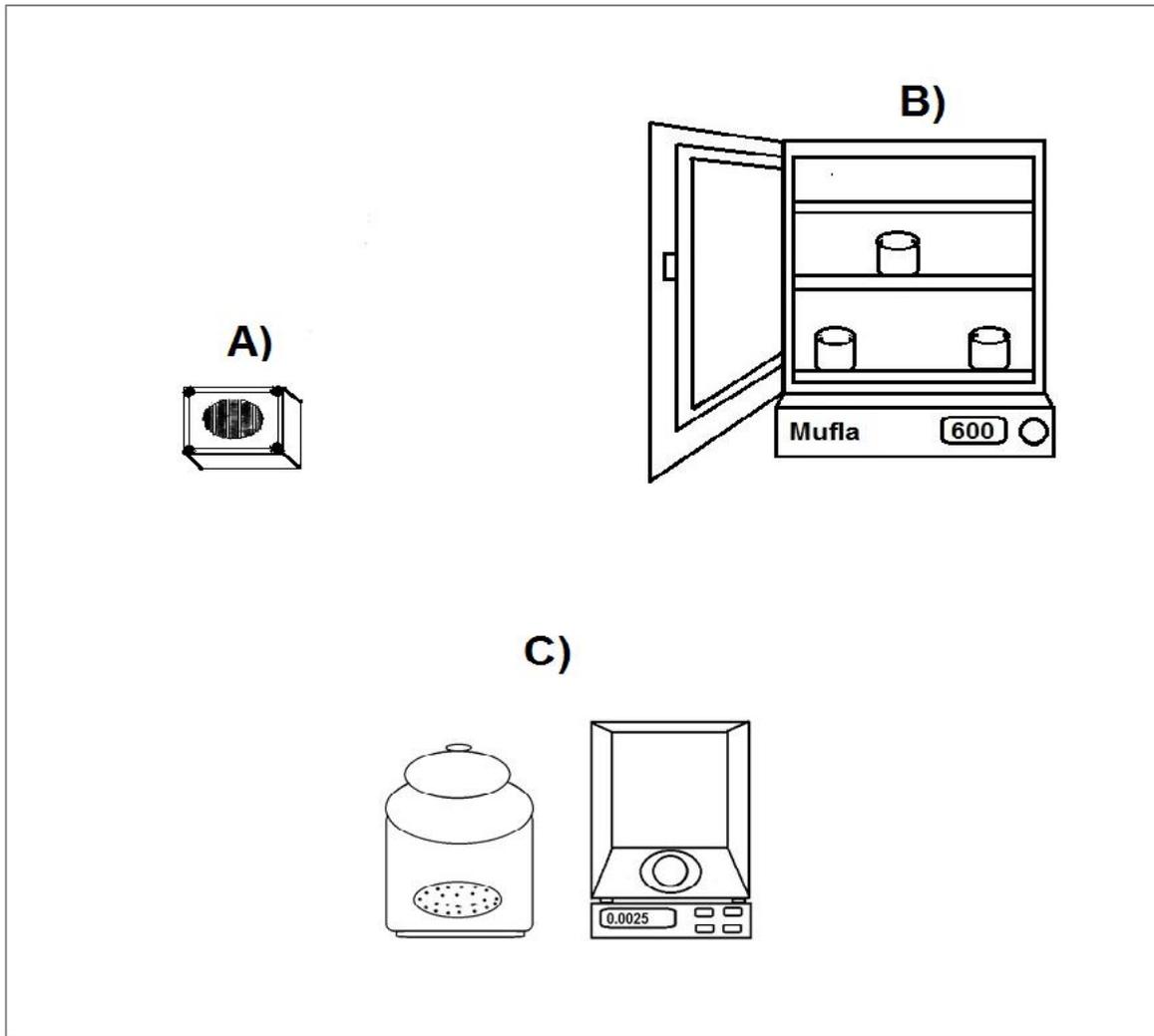


Figura 3. 6 Diagrama para determinar cenizas

Calculos

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{peso de crisol con cenizas} - \text{peso de crisol solo}}{\text{gr de muestra}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez obtenidos los valores del análisis bromatológico (Cuadro 4.1) se procedió a realizar el análisis de varianza empleando un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, encontrando diferencias altamente significativas entre tratamientos para las diferentes variables estudiadas ($P < 0.01$).

Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento del análisis bromatológico del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) fertilizado con tres diferente fórmulas de nitrógeno, fósforo, potasio (NPK)

Fórmula de fertilización (NPK)	Extracto etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Proteína Cruda (%)	Cenizas (%)	EM (Mcal/Kg)	ENI (Mcal/Kg)
15-15-15	1.05b	38.63b	1066b	16.08b	1.48b	0.88b
17-17-17	0.91b	39.84b	11.21b	17.40a	1.39b	0.82b
20-10-10	1.28a	35.79a	12.40a	15.43b	1.67a	1.02a

Valores con diferente literal dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.01$)
EM= Energía metabolizable, ENI= Energía neta de lactación

Extracto Etéreo

Las medias de tratamiento para extracto etéreo, resultaron significativas ($P > 0.01$), el nivel más alto de grasa es para en tratamiento con la fórmula de fertilización 20-10-10, con 1.28%. Al respecto, [Osorio \(2004\)](#) obtuvo un porcentaje de 2.4 en extracto etéreo y menciona que es un buen forraje. [Betancourt \(2004\)](#) reporta un valor más bajo al anterior (1.76 %), pero no indica la edad de corte ni el tipo de fertilización. [Correa et al. \(2004\)](#) también reportó resultados mayores a los de esta investigación siendo de 2.9% de grasa a los

40 días de corte con fertilización, pero no indica el fertilizante usado. [Buelvas \(2009\)](#) utilizando tres tipos de fertilización también muestra valores mayores de grasa a los obtenidos en esta investigación (1.58%), aunque en ese caso se fertilizo con urea a razón de 250 Kg/ha. Sin embargo, este mismo autor, en otro estudio realizado a diferentes días de corte nos muestra su más alto porcentaje al día 40 de corte con 2.18% de extracto etéreo [Buelvas \(2009\)](#), lo cual es más similar a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Fibra Cruda

Para la variable fibra cruda, también se observó diferencia significativa ($P>0.01$), presentándose el valor más bajo en la media de tratamiento con fertilización 20-10-10, cabe señalar que para esta variable el contenido más bajo representa una mayor calidad ya que esa esta inversamente relacionada con la digestibilidad. [Buelvas \(2009\)](#) muestra un resultado similar al encontrado en este trabajo, con fertilización orgánica de 20 kg de estiércol de bovino en 80 litros de agua por parcela teniendo un resultado de FC de 34.46 %, siendo este el más alto de sus tres experimentos los otros realizados con fertilización química, mixta y un testigo. Por otra parte, [Andrade \(2009\)](#) muestra un nivel de FC de 42.18 % a los 70 días de edad y 44.03 % a los 90 días, siendo estos valores más altos a los nuestros pero no deseables ya que entre más fibra menos se aprovechan los nutrientes. Así mismo, pero utilizando ensilaje de maralfalfa, [Erazo \(2009\)](#) a los 30, 45 y 60 días muestran FC 28.14 %, 30.37 % y 31.10 % respectivamente, van progresivamente de acuerdo a sus edades por la madurez de la planta ya que se lignifican a mayor edad. [Cruz \(2008\)](#) en sus parámetros de FC muestra a los 30, 75, 105 y 135 días teniendo un promedio de 34 % de FC siendo fertilizados con 90 N 120 P 30 K kg/ha teniendo resultados similares a los nuestros.

Proteína Cruda

Por su parte, para la proteína cruda, en este análisis fue altamente significativo ($P < 0.01$) y se observa que el valor más alto fue de 12.40% para el tratamiento con fertilización 20-10-10 superando a los demás fertilizantes (15-15-15 y 17-17-17). [Carulla et al. \(2004\)](#) observaron un porcentaje mayor de PC (15.7%) pero cabe señalar que lo analizaron al día 64 de corte lo cual implica una planta más joven y por lo tanto con mayor concentración de nutrientes. Lo mismo observaron [Ramos \(2011\)](#) con una edad de corte de 65 días con 18.69% y [Ramírez \(2003\)](#) que menciona que a los 70 días de corte tiene 15.34% de PC.

[Osorio \(2004\)](#) menciona que el pasto contiene un 10.9% de PC pero no indica si es fertilizado ni la edad de corte, al igual que [Betancourt \(2004\)](#) que tampoco menciona a que edad es el corte su valor que presenta es de 13.4% PC en pasto maralfalfa. Para [cruz \(2008\)](#) al día 75 tiene un porcentaje de 15.3% y al día 105 14.01% siendo fertilizados con 90 N 120 P 30 K kg/ha, son muy similares a los obtenidos en este trabajo con el nivel de 7.5 de inoculante conservador.

[Correa et al. \(2006\)](#) mencionan que este forraje corresponden los niveles de proteína de acuerdo a su edad en su investigación al día 56 muestra un 21.18% de PC y al día 105 con 11.9% ya que a mayor edad contiene menos nutrientes pero mayor cantidad de biomasa. [Andrade \(2009\)](#) en su análisis bromatológico a los 70 y 90 días con una fertilización tres bultos de cloruro de potasio y dos de urea por cada cuadra comparando la maralfalfa con la Saboya a los 70 días la maralfalfa muestra 15.68% de PC y la Saboya 12.68% y 'para los 90 días para la maralfalfa fue de 11.92% y la Saboya de 10.03% cuyos valores son menores a los obtenidos en esta investigación con inoculante conservador al día 90.

[Moreno \(2013\)](#) reporta que a una altura de 1.80 m del pasto maralfalfa a base seca obtuvo un 18.71% de PC pero sin embargo no dice la edad del corte ni tipo de fertilización, otro estudio realizado en este forraje por [Erazo](#)

(2009) ensilado a diferentes edades de corte adicionando melaza a los 30 días de edad obtuvo 22.39% de PC, a los 45 días con 14.23% y a los 60 días 13.03 % de igual manera se puede comprobar que la proteína va decreciendo conforme aumenta la edad y es menor a los resultados obtenidos en este estudio.

Cenizas

En el análisis para las medias de tratamiento de las fracciones de cenizas en el pasto maralfalfa se observó diferencia significativa ($P < 0.01$), aunque en este caso, se puede ver que el nivel más alto fue en el tratamiento con fertilización 17-17-17 (17.4%). Buelvas (2009) con fertilización orgánica tiene resultados similares 17.95 % de cenizas al igual que con fertilización química con 17.44 % siendo el más alto con la fertilización mixta con 20.17 % de cenizas ya que en las cenizas están contenidos todos los micro y macro minerales, otro estudio realizado por este mismo autor Buelvas (2009) a los días de corte 50, 60 y 70 muestran resultados similares con 18.68 %, 17.63 % y 17.17 % respectivamente.

Otros autores, como son Osorio (2004) muestra un 12 % de cenizas pero no indica edad de corte ni fertilización al igual que Betancourt (2004) con 12.04 % de cenizas, sin embargo Correa et al (2004) entre los días 40 y 110 de corte con 12.95 % de cenizas siendo este un rango muy abierto y teniendo valores menores a los obtenidos en este trabajo.

Otros resultados obtenidos por Correa et al. (2006) son inferiores en el día 56 con 10.4 % y en el día 105 con 10.5 %, al igual como lo muestra Andrade (2009) al día 70 con 11.30 % y al día 90 con 10.89 % aunque son fertilizados con cloruro de potasio y urea están por debajo de los valores obtenidos en este trabajo.

Energía Metabolizable y Neta de Lactancia

El contenido de energía metabolizable (EM) y neta de lactancia (ENI) del pasto maralfalfa en el presente trabajo, fue afectado significativamente ($P > 0.01$) por las diferentes fórmulas de fertilización, observándose la mayor concentración para la fertilización con 20-10-10 (1.67 Mcal/Kg EM y 1.02 Mcal/Kg ENI). Cerdas-Ramírez (2015) reportó valores entre 2,12 y 2,56 Mcal/kg con dosis crecientes de nitrógeno aportado al suelo. De igual manera, los contenidos de EM reportados para el pasto maralfalfa por varios investigadores: Sosa et al. (2006) con 2,13 Mcal/kg y NRC (1989) 2,33 Mcal/kg, son muy superiores a los encontrados en el presente estudio. Sin embargo, otros autores encontraron contenidos de energía metabolizable inferiores a los indicados en por los mencionados autores al evaluar pastos *Pennisetum* con edades entre 50 y 60 días, en la zona lluviosa de Costa Rica (Sánchez y Soto, 1997; Sánchez y Soto, 1999).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados encontrados en el presente estudio de investigación, realizado para determinar el análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con diferentes fórmulas de NPK, se concluye que resulta más conveniente utilizar la formulación 20-10-10 de NPK en la fertilización del pasto maralfalfa, ya que se obtienen mayores concentraciones de PC, EE, EM y ENI, a la vez que se presenta la menor concentración de FC, con lo cual se tiene una mejor calidad del forraje en el pasto maralfalfa y con ello se obtiene el máximo beneficio para el productor y evidentemente también para el animal. El pasto maralfalfa demuestra tener buenas propiedades nutricionales y responde bien a prácticas de conservación por lo que es una alternativa viable en la alimentación y nutrición animal en nuestro país.

LITERATURA CITADA

- Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range Manage.* 38:305 – 311.
- Álvarez, A. y Lascano, C. (1987) Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia.
- Andrade. (2009). *Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) en la localidad de Chalguayacu, Canton Cumanda, provincia de Chimborazo.*
- Araujo Febres, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de pastos y forrajes. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela, 1-12.
- Betancur, JF. (2004). *Comparación de dos procedimientos matemáticos para estimar la degradabilidad efectiva en rumen.* Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Buelvas R. (2009) *Evaluación de tres tipos de fertilizaciones sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes.* Tesis de grado.
- Calsamiglia S. (1997) Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. En: XIII curso de especialización FEDNA, Madrid, 6 y 7 de Noviembre. 16 p.
- Carulla J, Cárdenas E, Sánchez N, y Riveros C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. Eventos y Asesorías Agropecuarias, Auditorio de la Salud, Hospital General de Medellín, Septiembre 1 y 2: 21 – 40.
- Cerdas-Ramírez, R. 2015. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes.* Vol. XVI. (33-2015) ISSN: 2215-2458 125.

- Chaverra y Bernal J. El ensilaje en la alimentación del Ganado vacuno. Bogotá DC, Colombia: IICA, tercer mundo editores 2000.
- Church, D. C., Pond W. G. Y Pond K. R. 2007. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da ed. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 636.
- Clavero, T y Razz, R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Rev. Fac. Agron. (Online). vol.26, n.1. pp. 78-87. (Fecha de acceso: Septiembre 3 del 2014). URL disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100005&lng=es&nrm=iso. ISSN 0378-7818.
- Correa H. J. 2006: Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #84. Retrieved May 27, 2014, from.
- Correa H. (2006) Producción Animal, Univ. Nac. De Colombia; Humberto Arroyave, Yessica Henao, Alejandro López, Zootecnistas, Univ. Nac. De Colombia; y Juan M. Cerón, Cooperativa COLANTA (Fecha de acceso: marzo 24 del 2014) Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/pasto-maralfalfa-mitos-realidades-t440/141-p0.htm>.
- Correa, H Ceron, J Arroyave, H., Henao, J., López (2004). (Fecha de acceso: marzo 13 del 2014) URL Disponible en: <http://www.agro.unalmed.edu.codepartamentospanimaldocsmaralfalfa.pdf>
- Correa, H. J., Arroyave, H., Henao, J., López, A., y Cerón, J. M. 2005. Pasto maralfalfa: Mitos y realidades (parte 1). (Fecha de acceso: Abril 20 del 2014). URL disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/foros/articulo-pasto-maralfalfa-mitos-t6069/089-p0.htm>.
- Correa, H.J. ET AL. (2007). Maralfalfa: Mitos y Realidades II. Correa HJ y Cuellar AE. Aspecto clave del ciclo de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. Revista Col Cienc Pec 2004; 17: 29 – 38.
- Cruz, D. (2008) Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fosforo con base estándar de potasio. Chambo, Chimborazo, 2008. Tesis de ingeniero zootecnista. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. 37-88p.

- Dawson JE Y Hatch ST. (2002). A World Wide Web key to the grass genera of Texas. S.M. Tracy Herbarium, Department of Rangeland Ecology and Management, Texas A&M University. (Fecha de acceso: Febrero 23 del 2014) Disponible en: URL <http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.htm>
- Delgado Estrella Manuel y Soto Díaz Luz del Carmen (2014) usos de la maralfalfa en la producción ovina. Cordero supremo (Fecha de acceso: Marzo 1 del 2014). URL disponible en: <http://corderosupremo.com/wp-content/uploads/2014/03/Maralfalfa-en-la-ovinocultura.pdf>
- Di Marco, O. Estimación de calidad de los forrajes. 2011. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce INTA Balcarce. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf.
- Erazo V. Carlos Napoleón. (2009) Utilización del ensilaje de Maralfalfa de diferentes edades de corte en la alimentación de cuyes. Tesis de grado Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH. pp. 32-35.
- Hafliger y Scholz H. (1980). Grass weeds 1: weeds of the subfamily Panicoideae. CIBA-Geigy Limited, Basle.
- Honig, H., y Woolford, M K. 1980. Changes in silage on exposure to air. p. 76-87, in: C. Thomas (ed) Forage Conservation in the 80s. BGS Occasional Symposium, No.11. Hurley, UK: British Grassland Society.
- Jiménez, M. A. 2001. Conservación de forrajes para la alimentación del ganado. Universidad autónoma Chapingo. Dirección de difusión cultural. ISBN - 968-884-072-6.
- Linn JG, Martin NP, Howard WT, and Rohweder DA. 1987. Relative feed value as a measure of forage quality. Minnesota Forage and Grassland Council.
- Macon E., Sollenberger L. and Moore JE. 1992. Defoliation Effects on Persistence and Productivity of Four *Pennisetum* sp. Genotypes. Agron. J. 94:541–548
- Manríquez, J. A. 1994. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. (Fecha de acceso: abril 25 del 2014). URL Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S08.htm>
- Marco O. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. (Fecha de acceso febrero 20 del 2014). URL disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf

- Márquez F. J. Sánchez D. Urbano y C. Dávila. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*. 25(4): 253-259.
- McDonald, P., Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; Morgan, C.A. 2002. *Nutrición Animal*.
- Mejía H. J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta universitaria*, 12(3), 56-63. (Fecha de acceso: Mayo 3 del 2014). URL disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/416/41612204.pdf>
- Merry, R.J., Lowes, K.F., & Winters, A. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. p. 17-27, in: Jambor et al., 1997, q.v.
- Moore JE. And Macoon E., Sollenberger L. (1994). Forage quality indices: development and application. In: G.C. Fahey, Jr. (Ed.) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Moore JE. y Undersander DJ. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings, NFTA Workshop*.
- Moreno. (2013). *Establecimiento del cultivo de maralfalfa en Tecalitlan Jalisco. Análisis bromatológico en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga Jalisco. Tesis de grado.*
- Néstor A. J., Romero A. Y Bruno A.1995. Conservación del forraje de alfalfa. (Fecha de acceso: Marzo 14 del 2014). URL Disponible en: http://www.produccion.animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/05conservacion_alfalfa.pdf
- Official Methods of Analysis*. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, DC, USA 1990.
- Osorio F. (2004). *Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera*. En: *memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad*.
- Pírelas, M. F. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. *Manual de ganadería doble propósito*. (Fecha de acceso: Junio 15 del 2014). URL Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manualganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf
- Ramírez G. L (2003). *Pasto Maralfalfa, un manjar para los hatos ganaderos. El colombiano*. Agosto de 2003., p 4.

- Ramos. A. S; Valdés C.O, (2011). El pasto forrajero más controvertido en la actualidad. Jalisco ganadero; 2do informe de actividades. (5):34-35.
- SAGARPA. 2014. [Técnicas de ensilaje y construcción de silos forrajeros](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Silos%20Forrajeros.pdf). (Fecha de acceso: Septiembre 6 del 2014). URL disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Silos%20Forrajeros.pdf>
- Sánchez D. Y Pérez J.A. 2007. Comunicación personal. Herbario MEDEL, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Tejada de H. I. (1985). [Manual de laboratorio](#) para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Departamento de Divulgación Técnica INIP-SARCH, México
- Texeira JC Y de Andrade G. (2001). Carbohidratos en alimentación de rumiantes. En: II Simposio de agricultura y Patógenos – NEF Calsamiglia S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. En: XIII curso de especialización FEDNA, Madrid, 6 y 7 de Noviembre. 16 p.
- Tobal, C.F. 2002. Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad. (Fecha de acceso: Abril 15 del 2014) URL disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a16tobal.pdf>
- Wilkinson, J.M., Wadephul, F., & Hill, J. (1996). Silage in Europe: a survey of 33 countries. Welton, UK: Chalcombe Publications.