

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



**Bromatología del ensilado de pasto maralfalfa  
(*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC<sup>®</sup>  
e inoculado con Sil-All 4x4<sup>®</sup>**

**Por**

**EDUARDO GONZÁLEZ MORENO**

**TESIS**

**Presentada Como Requisito Parcial Para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo del 2015**

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

Bromatología del ensilado de pasto maralfalfa  
(*Pennisetum sp.*) Fertilizado con ENTEC®  
e inoculado con Sil-All 4x4®

POR

EDUARDO GONZÁLEZ MORENO

TESIS

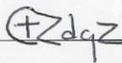
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Dr. JOSÉ EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ

Director

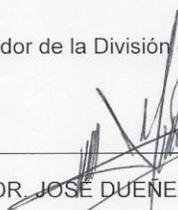
  
MC. CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ

Coasesor

  
MC. LAURA MARICELA LARA LÓPEZ

Coasesor

Coordinador de la División de Ciencia Animal

  
DR. JOSÉ DUÑEZ ALANÍS

  
COORDINACIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Mayo del 2015

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad de mi corazón emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios, por el don de la vida.

A mis padres Juana Moreno y Esteban González por sus esfuerzos, son impresionantes y su amor es invulnerable, me han proporcionado todo y cada cosa que he necesitado, sus enseñanzas las aplico cada día, sus ayudas fueron la base para culminar la carrera.

A mis hermanos: Adrián, Omar, Efrén, Alitzel, Isaac, Asael, por esos momentos inolvidables que hemos compartido por su cariño y apoyo moral y verme como ejemplo a seguir.

A mis abuelos que me apoyaron moralmente y especialmente a mis abuelas que pasaron a mejor vida y desde un lugar lejano están observando que he avanzado un escalón más en la vida.

También con todo cariño a Marlen y Hansel por ser el motor que me impulsa a seguir adelante por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mi querido Zapote, Santa Catarina, tierra que me vio nacer y por tener la dicha de ser uno de los primeros profesionistas nacidos en este lugar.

*Eduardo González Moreno*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar, y aquí estoy, estudiando no para saber más ni ser mejor que otros, para superarme a mí mismo, para ayudar a otros, grandioso regalo de la vida, mis palabras de cierre y comienzo van para ustedes que hicieron posible todo esto, por enseñarme a ser quien soy.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi "ALMA MATER" por el apoyo brindado para la realización de mis estudios.

A Dr. José Eduardo García Martínez por darme la oportunidad de colaborar con él para este trabajo como profesor y amigo.

A MC. Camelia Cruz y MC. Laura Maricela Lara por su apoyo y consejos durante este trabajo y la carrera.

A los laboratoristas Carlos, Luis y Maricela, por su apoyo en los trabajos realizados en el laboratorio como trabajadores, asesores y amigos.

A mis compañeros y amigos que siempre me motivaron a seguir, y a los que me ayudaron físicamente a colaborar en este trabajo en laboratorios, consejos y más.

Un agradecimiento a todos amigos y familiares que ayudaron de forma directa o indirecta para el desarrollo de este trabajo.

Con estas personas y con todas las que contribuyeron de alguna u otra forma en mi formación como persona y como profesionista.

Estaré infinita y eternamente agradecido...

*Eduardo González Moreno*

Correo Electrónico; Eduardo gonzalez moreno, [bar\\_20\\_04@hotmail.com](mailto:bar_20_04@hotmail.com)

## MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscriptor, Eduardo González Moreno, estudiante de la carrera Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41100443 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 al autor de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco las responsabilidades sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y el alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto la metodología de la investigación realizada por la siguiente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad es únicamente mía.



---

Eduardo González Moreno  
Tesista de licenciatura/UAAAN

## RESÚMEN

México necesita de forrajes de calidad a bajos costos para que el campo mexicano siga produciendo alimento para la ganadería, sin embargo, existen una cantidad de pastos introducidos que no llenan las expectativas de los productores y por ello se busca introducir algunos con gran cantidad de biomasa y alto contenido nutricional por lo que una opción viable es el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), que se utiliza en Sudamérica pero en los últimos años se ha introducido a México, por lo tanto se desconocen sus prácticas de manejo para mantener o mejorar sus nutrientes. Por lo anterior presentamos el siguiente trabajo para dar a conocer más opciones de conservación de este forraje y tener en cuenta que es bueno en calidad y cantidad en nuestro país.

Se determinó el análisis bromatológico (A.O.A.C., 1990) del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y cosechado a los 84 días. Se analizaron 5 tratamientos con diferente dosis del inoculante/conservador Sil All 4x4<sup>®</sup>, los tratamientos fueron T1= 0g, T2=2.5g, T3=5.0g, T4=7.5g y T5=10 g/ton. Las medias de cada tratamiento para cada fracción, fueron analizadas mediante un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, se llevó a cabo comparación de medias para proteína cruda y cenizas ya que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). T4 fue superior obteniendo un resultado de 14.03% en proteína cruda y en cenizas con 17.95%, el resto de los tratamientos se comportaron de manera similar para FC, MS, EE, y no tuvieron nivel de significancia. Una dosis de 7.5 g/Ton de inoculante/conservador es suficiente para obtener una máxima en la composición química del pasto maralfalfa por lo que es recomendable su uso en ensilados de este pasto en México.

**Palabras Clave:** *Bromatología, maralfalfa, ensilado, inoculante, fertilización.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivo	3
1.3. Hipótesis	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
2.1. Antecedentes de la Maralfalfa	4
2.2. Origen	5
2.2. Taxonomía	7
2.3. Usos de la maralfalfa	9
2.4. Calidad del Forraje	10
2.4.1. Consumo	11
2.4.2. Composición química	12
2.4.3. Digestibilidad	22
2.5. Índice de Valor Relativo Forrajero	23
2.6. Ensilaje	25
2.7.1. El Proceso Del Ensilaje	26
2.7.2. Herramientas que ayudan a tener un buen ensilaje	28
2.7.4. Característica para la evaluación de ensilajes.	29
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	30
3.1. Ubicación del área de estudio	30
3.2. Ubicación de las parcelas	30
3.3. Siembra	30
3.4. Fertilización	31
3.5. Análisis de varianza	31
3.6. Análisis de Muestra	31
3.6.1. Materia Seca Parcial	32
3.6.2. Materia Seca Total	34
3.6.3. Extracto Etéreo	36
3.6.4. Fibra Cruda	39

3.6.5. Proteína cruda	41
3.6.6. Cenizas	44
3.6.7. Extracto libre de nitrógeno	46
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
4.1. Materia seca	48
4.2. Extracto Etéreo	49
4.3. Fibra cruda	51
4.4. Proteína cruda	52
4.5. Cenizas	55
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>57</b>
<b>6. LITERATURA CITADA</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 2. 1 Clasificación taxonómica del género <i>Pennisetum</i> .	8
Cuadro 2. 2 Composición química del pasto Maralfalfa.	13
Cuadro 2. 3 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes días de corte.	14
Cuadro 2. 4 Efecto en la composición química del pasto maralfalfa entre el día 40 y 110 de corte, con fertilización y sin fertilizar.	15
Cuadro 2. 5 Composición química del pasto maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) A diferentes días de corte.	16
Cuadro 2. 6 Análisis bromatológico a los 70 y 90 días de rebrote para maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) y Saboya ( <i>Panicum máximum Jacq.</i> )	17
Cuadro 2. 7 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes cortes ESPOCH.	19
Cuadro 2. 8 Estimación del Índice de Valor Relativo de algunos forrajes utilizados en Colombia para la alimentación de ganado de leche.	25
Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento de los porcentajes de la bromatología del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) ensilado y fertilizado con ENTEC 26 <sup>®</sup> e inoculado con SIL-ALL4x4 <sup>®</sup> .	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 3. 1 Diagrama para determinar la materia seca parcial.	33
Figura 3. 2 Diagrama para determinar materia seca total.	35
Figura 3. 3 Diagrama para determinar extracto etéreo.	38
Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda.	40
Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda.	43
Figura 3. 6 Diagrama para determinar cenizas.	45
Figura 4. 1 Comportamiento de los porcentajes de materia seca del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®	48
Figura 4. 2 Comportamiento de los porcentajes de extracto etéreo del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®	49
Figura 4. 3 Comportamiento de los porcentajes de fibra cruda del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®	51
Figura 4. 4 Comportamiento de los porcentajes de proteína cruda del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®	53
Figura 4. 5 Comportamiento de los porcentajes de cenizas del pasto Maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®	55

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las prioridades en nuestro país es el desarrollo y la conservación de los recursos naturales, la producción de forraje a bajos costos. En un mundo en donde los nuevos desafíos derivados del cambio climático se suman las inundaciones, sequías, heladas, contaminación, y deterioro de los recursos naturales, México no se queda atrás para revertir estas tendencias. La preservación de los suelos, de la biodiversidad, de los bosques, esto juega un gran papel fundamental para el desarrollo agropecuario y rural.

La producción de forraje representa una de las actividades económicas cuya producción se orienta a la demanda constante de explotaciones pecuarias tanto extensivas como intensivas pero como cualquier empresa necesitan ser rentables y cuando su rentabilidad es baja se van pronto a la quiebra y por eso es necesario cambiar y buscar nuevas opciones como cambiar de variedad o de cultivo a uno que deje más inversión y tener en cuenta que les sea rentable y prometa más que sus nutrientes sean altos para así estar a un paso más de lo que demanda el campo mexicano.

Para la ganadería en México no es fácil ya que en los gastos, la alimentación es la que demanda más inversión, en el ganado para cubrir sus requerimientos nutricionales tiene como primera prioridad el consumo de forrajes de calidad, los cuales proveen de nutrientes a 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.

## **1.1. Justificación**

Este trabajo está orientado a ofrecer una alternativa viable para los agricultores y ganaderos de la región que buscan conocer las dosis óptimas del inoculante conservador Sil-All 4x4<sup>®</sup> en el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) ensilado y fertilizado con ENTEC<sup>®</sup> para así ofrecer un alimento de alta calidad nutricional.

## 1.2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es conocer la composición química mediante el análisis bromatológico del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC<sup>®</sup> e inoculado durante el proceso de ensilado con diferentes dosis de inoculante conservador Sil-All 4x4<sup>®</sup>.

## 1.3. Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** El análisis bromatológico entre los silos del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) tratados con diferentes dosis de inoculante conservador no son diferentes.

**H<sub>α</sub>:** El análisis bromatológico entre los silos de pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) tratados con las diferentes dosis de inoculante conservador son diferentes.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de la 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).

Han sido pocas las evaluaciones científicas en este pasto con la finalidad de conocer su valor nutritivo como su potencial forrajero y su manejo. 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 hibrida 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).

## 2.2 Origen

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Es incierto y se encuentra en discusión por lo que se han planteado alguna hipótesis al respecto entre las más acertadas están las siguientes:

La más polémica y entre las principales se encuentra que la Maralfalfa es un pasto mejorado de origen Colombiano creado por el padre José Bernal Restrepo Sacerdote Jesuita, Biólogo Genetista nacido en Medellín el 27 de Noviembre de 1908, utilizando su sistema Químico Biológico S.Q.B llamado Heterohinjerto Bernal, (H.I.B.), cruzo el pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), originado del África y la Grama (*Paspalum*), 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. 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).

La Colchicina es un alcaloide que se encuentra en las semillas y en los bulbos de *Colchicum autumnale*, ésta afecta a las células en división de tal forma que a la separación de las cromátidas de cada cromosoma no sigue la migración de las mismas hacia los polos opuestos porque el efecto de la misma es inhibir la formación del huso acromático. Cuando ésta se aplica durante la mitosis, los cromosomas son incapaces de separarse durante la anafase, de tal manera que esta propiedad se utiliza para duplicar el número de cromosomas. De igual manera, la colchicina se emplea para interrumpir la mitosis en la metafase, estado en el que los cariotipos se visualizan con mayor facilidad (<http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/cambios%20cromosomicos/Cambios%20cromosomicos%20numericos%20II.htm>).

Sánchez y Pérez (2007) en un comunicado personal a 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.

Sin embargo el origen del pasto Maralfalfa no es muy claro, por lo que puede tratarse de otro pasto, estudios recientes dan como resultado que se trata del *Pennisetum hybridum* que es comercializado en Brasil con el nombre de pasto elefante paraíso Matsuda (Correa *et al.*, 2005).

Mientras tanto el origen de este pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) Seguirá estando en incógnita mientras no se realicen los análisis que sean correspondientes pues puede tratarse de otros *Pennisetum* que han cultivado anteriormente y se ha cruzado entre especies al no aparecer una teoría más aceptable será solo llamado como *Pennisetum sp.*

## 2.2. 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. 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.

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).

Continúan indicando que existen otras dos posibles opciones cuya prueba requiere trabajos de investigación específicos: 1. Que se trate de morfo tipos de algún *Pennisetum* debidos a plasticidad fenotípica en condiciones

locales y, 2. Que se trate de un cultivar no registrado antes de *Pennisetum purpureum* (Correa et al., 2004).

La aclaración final sobre la identidad del pasto maralfalfa depende, entonces, de la posibilidad de establecer un patrón morfológico diferenciable de otros pastos similares. En el cuadro 2.1. Se desglosa la clasificación de las *Poaceae* o gramíneas hasta llegar al género *Pennisetum*, se tendrán que realizar los estudios correspondientes para obtener la especie correcta del pasto maralfalfa, ya que estudios recientes han demostrado que se trata de otros pastos o una cruce. Por el momento sin tener más resultados claros se sugiere que se le denomine como *Pennisetum sp.* (Correa et al., 2005).

**Cuadro 2. 1 Clasificación taxonómica del género *Pennisetum*.**

Familia	Sub-familia	Tribu	Genero	Especie
<b>Poaceae</b>	Pooideae			
	Chloridoideae			
	Oryzoideae			
	Bambusoideae			
	<b>Panicoideae</b>	Andropogoneae		
		Festuceae		
		Hordeae		
		Agrostideae		
		<b>Paniceae</b>		<i>Axonopus</i>
				<i>Brachiaria</i>
				<i>Cenchrus</i>
				<i>Digitaria</i>
				<i>Echinochloa</i>
				<i>Eriochloa</i>
				<i>Melinis</i>
				<i>Panicum</i>
				<i>Paspalidium</i>
			<i>Paspalum</i>	
			<b><i>Pennisetum</i></b>	<b><i>americanum</i></b>
				<b><i>purpureum</i></b>
				<i>clandestinum</i>
				<i>typhoides</i>
				<i>violaceum</i>
				<i>villosum</i>

Fuente: (Correa et al., 2004) Pasto maralfalfa: Mitos y realidades.

### 2.3. Usos de la 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/usuarios-57>).

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/>).

Para el ganado de ceba o engorde 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.

[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.

#### **2.4. Calidad del Forraje**

Existe acuerdo en la bibliografía que el principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo no existe un método de referencia para determinar dicho parámetro, ni una norma que especifique que parámetros se tienen que evaluar para determinar la calidad de un forraje. Tampoco está definida la terminología apropiada para usar en la temática, es así que tanto se puede hablar de calidad de forrajes, calidad forrajera, valor nutritivo, calidad nutritiva, composición nutritiva, o simplemente “calidad”, entre otros términos ([Marco, 2011](#)).

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 [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.

#### **2.4.1. Consumo**

El consumo es uno de los factores más importantes en determinar la producción animal. Se estima que el 70 % de las variaciones en la producción animal en pastoreo se pueden explicar por la variación en el consumo. En pastoreo, el consumo está determinado en primer lugar por la oferta forrajera y en segundo lugar por la calidad del forraje y particularmente las concentraciones de fibra en este. Sin embargo, las deficiencias nutricionales (proteína y minerales) pueden ejercer limitaciones adicionales al consumo en cuanto a la cantidad del consumo del alimento ([Marco ,2011](#)).

A medida que la oferta aumenta el consumo aumenta indican [Álvarez y Lazcano \(1987\)](#) en pasturas nativas sugirieron que se alcanza un máximo de consumo de forraje verde cuando se ofrece de 1 Kg. de materia seca verde digerible por cada 100 Kg. de peso vivo, se logra con una oferta de 4 a 5 kg de materia seca por cada 100 de peso vivo.

[Allison \(1985\)](#) nos indica que en las dietas con alto contenido de fibra y baja en energía son consumidas en menor cantidad, esto debido a que el principal factor es la capacidad del retículo – rumen. Además la velocidad en que pasa el alimento a través del tracto digestivo y la absorción de este son factores que modifican el consumo.

Para [Araujo \(2005\)](#) el comportamiento de la dieta también juega un papel importante en la regulación del consumo como, la tasa constante de fermentación y tamaño de las partículas. Factores como la energía, proteína, minerales, fibra detergente neutra y la palatabilidad de la dieta influyen en el consumo, también Las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad influyen en el comportamiento, función y productividad de los animales, alterando el consumo de alimento y afectando también el consumo de agua.

[Mejía \(2002\)](#) los factores que afectan el consumo están ligados a las propiedades nutritivas del alimento como su composición química, características del animal como la capacidad del tracto digestivo y las necesidades energéticas del animal. Los principales factores en los animales que hacen variar el consumo son: tamaño corporal o peso metabólico, estado fisiológico y condición corporal.

#### **2.4.2. Composición química**

Según [McDonald \*et al.\* \(2002\)](#) dicen que la composición química de los alimentos se comprende de seis fracciones principales que son humedad, extracto etéreo, proteína cruda, cenizas, fibra cruda y extracto no nitrogenado. Existen una variedad de métodos para obtener la composición química pero el análisis más empleado es el análisis proximal o de Weende.

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.

**Cuadro 2. 2 Composición química del pasto Maralfalfa.**

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

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

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.

Ramos (2011) enfatiza que la composición nutricional en el pasto maralfalfa es de, proteína cruda 18.69 %, materia seca 16.65%, fibra cruda 27.67%, esto fue analizado a los 65 días de edad.

Carulla *et al.* (2004) Describen el análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes edades de corte, pero la escasa información técnica presentada y la falta de algunos datos, no muestra una tendencia clara en la composición química del pasto en función de la edad de corte pero nos ilustra (Cuadro 2.3) que para la proteína a mayor edad tiende a incrementarse pero no nos indica tipo de fertilización o suelo por lo que existen muchas variables para los resultados obtenidos.

**Cuadro 2. 3 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes días de corte.**

Componente	120 días	90 días	64 días	60 días	51 días	47 días
Proteína cruda	14.8%	13.3%	15.17%	11.4%	9.8%	11.8%
FDN	69.8%	81.9%	64.5%	68.3%	66.3%	64.6%
FDA	50.5%	61.7%	42.9%	46.6%	46.3%	47.3%
Materia seca	-----	26.0%	-----	10.7%	9.7%	9.4%

Fuente: Carulla *et al.* (2004).

En otro estudio realizado por Correa (2007) donde se compararon los resultados obtenidos con una fertilización orgánica y sin fertilización a una edad de corte entre los días 40 y 110 analizando cómo se modifica su contenido de nutrientes, los resultados fueron los siguientes y expresados en porcentajes. Se observó que sin fertilización orgánica la cantidad de MS, y EE es mayor que con fertilización presentándose los valores (Cuadro 2.4) Para la digestibilidad verdadera de los carbohidratos también es determinante la fertilización presentando 23.95, y sin fertilización solo 19.8. Sin embargo no ocurre lo mismo con cenizas, FDN, FDA, Lignina, con ellos la cantidad es más alta con fertilización, para la proteína muestra que es mayor sin fertilizar, otros autores comentan que fertilizando se obtienen mejores resultados, aquí es la muestra que no siempre puede ser así porque influyen muchos factores fenotípicos.

**Cuadro 2. 4 Efecto en la composición química del pasto maralfalfa entre el día 40 y 110 de corte, con fertilización y sin fertilizar.**

Componente	fertilizada	Sin fertilizar
Materia seca	11.79 %	12.11%
Proteína cruda	18.41 %	22.05%
Cenizas	12.95 %	9.75%
FDN	56.0 %	53.9%
FDA	37.96%	35.8%
Lignina	7.27%	6.84%

Fuente: [Correa \(2007\)](#).

[Osorio \(2004\)](#) presenta un reporte donde no especifica las condiciones en las que fue tomada la muestra como lo son edad de corte, fertilización, riegos entre otros teniendo los siguientes resultados PC 10.9 %, FDN 68.5 %, EE 2.4% y CEN 12.0 %.

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 2.5) 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. 5 Composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes días de corte.**

	40 días	50 días	60 días	70 días
<b>Materia seca</b>	12.79%	13.61%	14.53%	17.12%
<b>Proteína cruda</b>	9.77%	8.68%	7.76 %	6.74%
<b>cenizas</b>	20.05%	18.68%	17.63%	17.17%
<b>Extracto etéreo</b>	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 2.6 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 2.6 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 2.7) 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. 7 Análisis bromatológico del pasto maralfalfa a diferentes cortes.**

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

Fuente: [Cruz \(2008\)](#).

#### **2.4.2.1. Métodos para determinar la composición química de la maralfalfa.**

Los alimentos son sustancias que, tras ser ingeridas por los animales, pueden ser digeridas, absorbidas y metabolizadas. Los componentes químicos que pueden ser utilizados por los animales se denominan nutrientes.

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 Bruta, Extracto Etéreo, Fibra Bruta y Extracto no nitrogenado ([Tejada, 1985](#)).

#### **2.4.2.1.1 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.

#### **2.4.2.1.2 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.

#### **2.4.2.1.3 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 B<sub>1</sub> (tiamina), la B<sub>2</sub> (riboflavina) y la nicotinamida.

#### **2.4.2.1.4 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%.

#### **2.4.2.1.5 Sistema de fibras**

La valoración de los contenidos en fibra cruda (FC) y extracto no nitrogenado (ENN) no separa correctamente las fracciones digestible e indigestible de los hidratos de carbono presentes en el alimento. Van Soest en 1970 desarrolló el concepto de fibra detergente neutro basándose en la anatomía de la célula vegetal. En la pared celular se localizan las sustancias menos digestibles: la celulosa ligada a lignina dentro de una matriz de hemicelulosa, pectina y goma vegetal, Fibra Detergente Neutro es el sistema analítico pretende determinar el contenido de pared celular o residuo FDN mediante la solubilización del contenido celular (CC).

Fibra Detergente Ácido: En un análisis secuencial (AS) de los componentes de la pared celular vegetal, la fibra detergente ácido (FAD) representa principalmente una fracción compuesta de lignina, celulosa, minerales, cutina y algunas hemicelulosas.

### 2.4.3. Digestibilidad

Para [McDonald et al. \(2002\)](#) dicen que la digestibilidad de un alimento puede definirse como la cantidad de alimento que no es excretada y por lo tanto si no es excretada se considera que es absorbida por el animal, sin embargo hay pérdidas de los nutrientes por diversas funciones del cuerpo.

En la medida que la pared celular aumenta en un forraje, se ha encontrado que hay una reducción en la digestibilidad y el consumo voluntario. La reducción en la digestibilidad se explica porque los nutrientes más digestibles se encuentran en el contenido celular (proteínas, azúcares, lípidos) mientras los menos digeribles se encuentran en la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). Normalmente la pared celular se estima por el método denominado Fibra en Detergente Neutro o FDN ([Marco, 2011](#)).

El aprovechamiento de un alimento se mide por la digestibilidad, la cual señala el porcentaje del alimento que es utilizado por el organismo. La digestibilidad se constituye por dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en partes del tracto digestivo ([Manríquez, 1994](#)).

Para [Church et al. \(2007\)](#). Indican que las pruebas de digestibilidad permiten calcular la proporción de nutrientes presentes en una ración y la proporción de estos que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo del animal.

Los métodos utilizados para determinar la digestibilidad de los alimentos son principalmente dos, el método *in vivo* y el método *in vitro*, en el primero se utilizan los animales para realizar el experimento y en el segundo método se

trata de reproducir en el laboratorio los fenómenos ocurridos de manera natural en los animales (Tobal, 2002).

La maralfalfa se comporta de manera similar a los demás pastos utilizados en la alimentación animal en lo que respecta a la digestibilidad, la digestibilidad de la materia seca disminuye a mayor edad del pasto (Clavero y Razz ,2009).

## 2.5. Índice de Valor Relativo Forrajero

Como sabemos los forrajes además de ser el alimento natural son la base de la alimentación de los rumiantes, es por eso que se debe establecer la calidad nutricional de los mismos En la alimentación animal se cuenta con la existencia de concentrados de origen vegetal y animal, pero a pesar de la gran variedad de ingredientes los forrajes aún son la base de la alimentación de los rumiantes, esto ha contribuido a crear una clasificación en base a la calidad nutricional de los mismos. Con esta finalidad se han desarrollado algunos índices tales como el Índice de Valor Relativo de los Forrajes (Moore *et al.*, 1994).

Con todos estos indicadores se hace la estimación del consumo de materia seca y la energía disponible ya que son los principales factores que afectan la productividad de los animales esto suponiendo que la única fuente de nutrientes fuera el forraje. (Moore, 2002).

Considerando que para determinar el valor relativo de los forrajes (VRF) se tienen que tomar en cuenta las relaciones que existen entre la FDN con el CMS y la FDA con la energía disponible (Linn *et al.*, 1987).

Néstor *et al.* (1995) nos dicen que el valor relativo forrajero es un índice ampliamente usado para obtener información se necesitan de datos como el consumo de materia seca y la digestibilidad de los forrajes, este dato

se utiliza para fijar un valor a la calidad de un forraje y ponerle un precio en base a su contenido nutricional.

Para calcular este índice la FDN se relaciona con el Consumo de MS y por lo tanto la FDA con la energía disponible, a partir de estas se obtiene mediante otra formula el valor relativo forrajero. [Correa et al. \(2005\)](#) manejan las fórmulas de esta manera y el valor relativo de los forrajes (exceptuando el ensilado de maíz) se calcula:

$$\text{IMS (\% PV)} = 120/\text{FDN (\%MS)}$$

$$\text{DMS (\%)} = 88,9 - (0,779 \times \text{FDA, \%})$$

$$\text{El VRF} = (\text{DMS} \times \text{IMS})/1,29$$

Donde MS = materia seca; IMS = ingestión de MS; DMS = digestibilidad de la MS.

El valor obtenido de este conjunto de operaciones no tiene unidades pero permite comparar la calidad entre leguminosas, gramíneas y sus mezclas incluso tomando en cuenta el proceso al que son sometidas como ensiladas, henificadas o en fresco ([Calsamiglia, 1997](#)).

Este sistema de valoración ha sido adoptado oficialmente por el American Forage and Grassland Council como criterio de valoración de la calidad de los forrajes ([Texeira y de Andrade, 2001](#)).

Este índice permite la clasificación de los forrajes en seis tipos manejando se en calidades excelente (>151.0), primera (151-125), segunda (124-103), tercera (102-87), cuarta (86-75), y quinta (>75). El valor relativo forrajero del pasto maralfalfa sometido a fertilización y sin ella presentando un valor más alto sin fertilización 107.8 y con fertilización apenas alcanza un valor de 103.3 con un promedio de 105.6. ([Correa et al., 2005](#)).

En el cuadro 2.8 [Correa et al. \(2005\)](#) Se puede observar el pasto maralfalfa con VRF de 70.3 pero puede llegar a presentar hasta 107.8 es un pasto muy similar al kikuyo con VRF que van desde 106.2 hasta 108.0 pero diferente al Rye grass que puede presentar un VRF de hasta 128.7 teniendo una diferencia considerable con este, también se puede observar que a mayor edad de FDN y FDA se incrementan pero se ven reducidos otros nutrientes lo que no es favorable para la alimentación animal, estos son los forrajes más utilizados en el ganado de leche.

**Cuadro 2. 8 Estimación del Índice de Valor Relativo de algunos forrajes utilizados en Colombia para la alimentación de ganado de leche.**

Forraje	FDN	FDA	VRF	Autor
<b>Kikuyo</b>	52.5	35	108.0	Gaitán y Pabón, 2003
<b>Kikuyo</b>	56.6	30.40	106.2	Soto <i>et al.</i>
<b>Kikuyo</b>	56.1	30.5	107.0	Osorio, 2004
<b>Kikuyo + Ryegrass</b>	51.7	29.2	118.0	Osorio, 2004
<b>Ryegrass</b>	46.4	30.9	128.7	Gaitán y Pabón, 2003
<b>Estrella</b>	67.8	39	79.2	Osorio, 2004
<b>Alfalfa</b>	52.8	34.6	107.9	Osorio, 2004
<b>Maralfalfa</b>	68.5	46.5	70.3	Osorio, 2004
<b>Guinea-india</b>	70.3	43.8	71.3	Osorio, 2004
<b>Sorgo</b>	73.5	49.8	62.2	Osorio, 2004
<b>Maíz</b>	75.7	48.1	62.0	Osorio, 2004
<b>Falsa Poa</b>	63.6	42.4	80.5	Gaitán y Pabón, 2003

Fuente: [\(Correa et al., 2005\)](#).

## 2.6. Ensilaje

Algunos forrajes frescos o cultivos como maíz, gramíneas, leguminosas, trigo y alfalfa, puede ser conservado por medio del ensilaje. En muchos países los forrajes ensilados son muy apreciados como alimento animal. En Europa, los agricultores de países como Holanda, Alemania y Dinamarca, almacenan más de 90 por ciento de sus forrajes como ensilaje. Aún en países con buenas condiciones climáticas para la henificación, como Francia e Italia, cerca de la mitad del forraje es ensilado [\(Wilkinson et al., 1996\)](#).

Según [McDonald et al. \(2002\)](#) la conservación de un silo depende en gran parte de las actividades como el picado del forraje y rapidez con la que se llena el silo, lo ideal es llenarlo en un día y cuando las condiciones no lo permiten se recomienda hasta tres días máximo. En el apisonado se recomienda que este sea intenso y mucho más cuando el forraje es más seco. Se recomienda que al terminar se tape adecuadamente pues la entrada de oxígeno provoca una putrefacción haciendo que el material sea inútil, no comestible y tóxico.

El ensilado es el resultado de una fermentación controlada del forraje, las condiciones en las que se desarrolla son anaeróbicas y los contenidos de carbohidratos fermentables tienen que ser altos para lograr una producción de ácido láctico ([Church et al., 2007](#)).

Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial asegurar que se produzca una buena fermentación microbiana en el ensilado. El proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del forraje, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para el ensilaje.

### **2.7.1 El Proceso Del Ensilaje**

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico fermentan los carbohidratos hidrosolubles del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas ([Merry et al., 1997](#)).

### **2.7.1.1 Fase 1**

Fase aeróbica, en esta fase que dura sólo pocas horas el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

### **2.7.1.2 Fase 2**

Fase de fermentación, esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

### **2.7.1.3 Fase 3**

Fase estable, mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.

### **2.7.1.4 Fase 4**

Fase de deterioro aeróbico, esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas.

La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos también facultativos como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses ([Honig y Woolford, 1980](#)).

### **2.7.2 Herramientas que pueden ayudar a tener un buen ensilaje**

Según un artículo emitido por [SAGARPA \(2014\)](#) dice que las características ideales del forraje para ser ensilado es que debe contener del 60% al 70% de humedad y contener del 8 al 12% de carbohidratos solubles. Además recomienda que al ensilar se procure tener las siguientes características: El tamaño de la partícula en los forrajes va de 1 a 2 cm y esto dependerá de la humedad y por supuesto de la especie forrajera; Compactar el silo por cada capa de 0.5 a 1 metro de espesor para expulsar el aire, agregar otra capa y repetir hasta llenar el silo; Es fundamental llenar el silo e impermeabilizar al menor tiempo posible con plástico y agregar capas de tierra de 20 a 25 cm, esto puede variar de la clase de silo.

### **2.7.3 Ventajas de Ensilar**

A consecuencia de los numerosos cambios que se dan durante el proceso de ensilaje, se obtiene un producto succulento y ácido que los animales lo consumen muy bien, el valor nutritivo no se pierde mientras no se destape el silo y el contar con el material ensilado permite establecer estrategias de alimentación para las épocas de escasez de forrajes y otra ventaja también es que el caso de las leguminosas como la alfalfa, el proceso de ensilaje evita la pérdida de hojas, comparado con el henificado o empacado, estas y otras más son las ventajas que nos indica (SAGARPA,2014).

Cuando se ha tenido éxito en el ensilaje se obtienen características cuantitativas y cualitativas muy características de los mismos. El olor debe ser lo más parecido al obtenido en la fermentación de frutas, cuando se tienen olores desagradables es signo de que ocurrió una fermentación indeseable. El color del ensilaje elaborado de la manera correcta debe ser parecido al color original de la especie ensilada, los colores pueden variar de verde a un color amarillo, la presencia de colores oscuros indican que existió putrefacción. La textura del ensilaje debe ser suave y que esta no se pegue en los dedos y tampoco se desintegre. El sabor debe ser un agrio aceptable que sea tolerado por los animales y ser palatable. (Jiménez, 2001).

#### **2.7.4 característica para la evaluación de ensilajes.**

Chaverra y Bernal (2000) indican cuales son los indicadores más importantes en los ensilajes de acuerdo con las características organolépticas los clasifican en los siguientes indicadores que a continuación se describen: excelente: su color es verde aceituna o amarillo oscuro y su olor a miel o azucarado de fruta madura y en cuanto a su textura conserva sus contornos continuos; Buena: su apariencia de color es verde amarillento los tallos con tonalidad más pálida que las hojas y el olor que despide es ligero a vinagre su textura es igual a la anterior; Regular: el color es verde oscuro, su olor fuerte a ácido como vinagre que es el ácido butírico y su textura se separan las hojas

fácilmente de los tallos y tienden a ser transparentes, los vasos venosos muy amarillos; Mala: en esta el color es Marrón oscuro casi negro o en su totalidad es negro, el olor es muy desagradable a mantequilla rancia y su textura no se observa diferencia entre los tallos y las hojas, es más amorfa y jabonosa, al tacto es brillante y húmeda.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. 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.

#### **3.2. Ubicación de las parcelas**

Las parcelas se encuentran ubicadas en el Rancho "Paisabel", propiedad del Sr. Rigoberto Flores Cruz, el cual está ubicado en el Municipio de Panuco, Veracruz.

#### **3.3. Siembra**

El pasto fue sembrado el 3 de agosto de 2013 y se fertilizó el 28 de septiembre del mismo año. El forraje fue cosechado a los 84 días posteriores a la siembra (26 de octubre).

### **3.4. Fertilización.**

El material vegetativo de pasto maralfalfa fue obtenido de parcelas fertilizadas con 200 kg por hectárea del fertilizante ENTEC 26<sup>®</sup>.

### **3.5 Análisis de varianza**

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

### **3.6 Análisis de Muestra.**

Después de ser cosechados se tomaron muestras de cada tratamiento y repetición para evaluar la composición química de los forrajes. Además, todos los tratamientos y repeticiones, fueron micro-ensilados (las muestras fueron adicionadas con diferentes niveles del inoculante y conservador de ensilajes Sil-All 4x4<sup>®</sup>: 0, 2.5, 5.0, 7.5, y 10.0 g/ton) y se almacenaron por un periodo de 120 días después de los cuales fueron evaluados.

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:

### **3.6.1 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 69-65<sup>0</sup>C la temperatura se regula para efectuar un secado máximo y para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen.

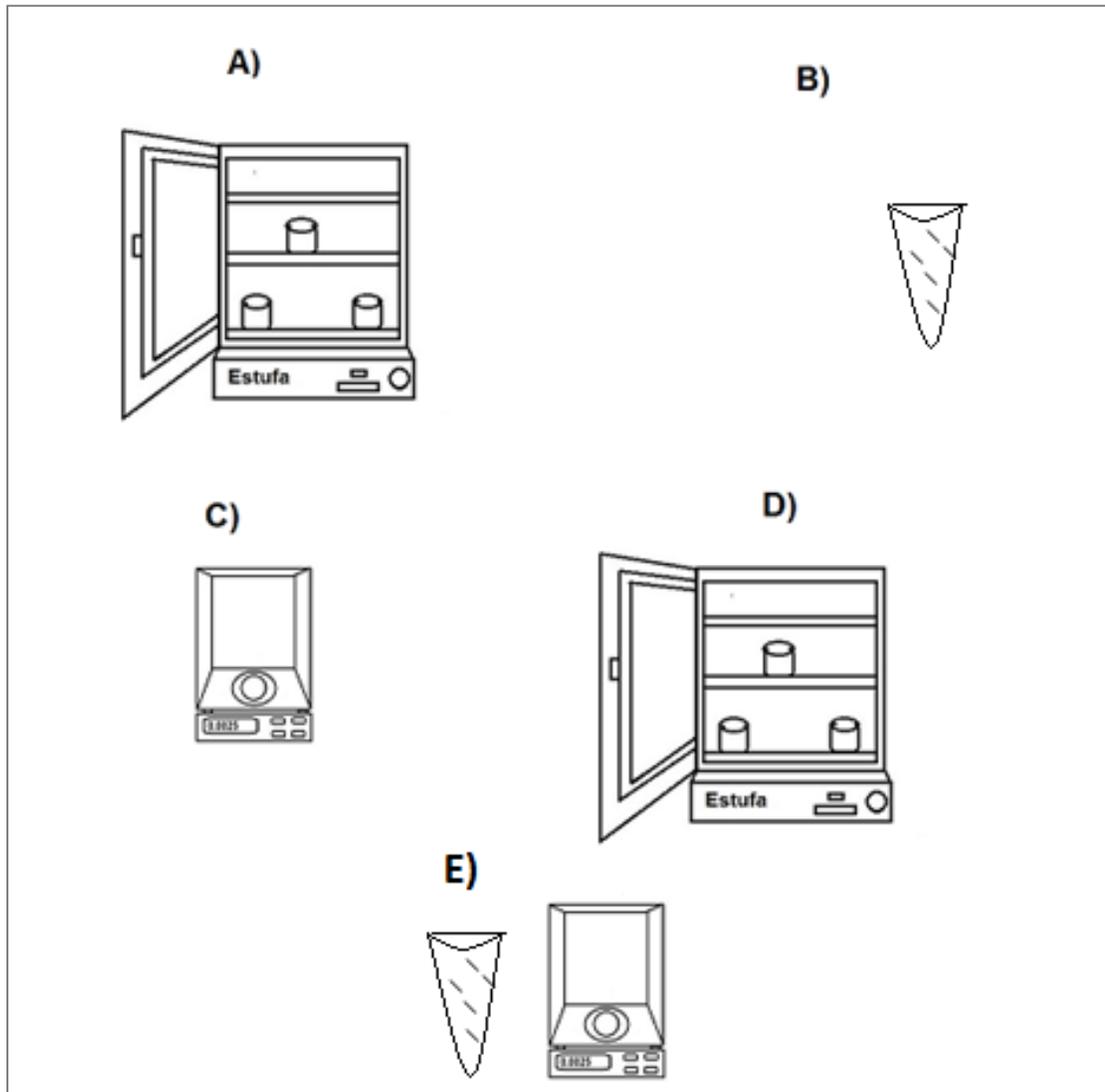
#### **3.6.1.1 Materiales**

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

#### **3.6.1.2 Procedimiento**

- A. Caliente el horno 60-65<sup>0</sup>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.**

### 3.6.1.3 Cálculo

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

### **3.6.2 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.

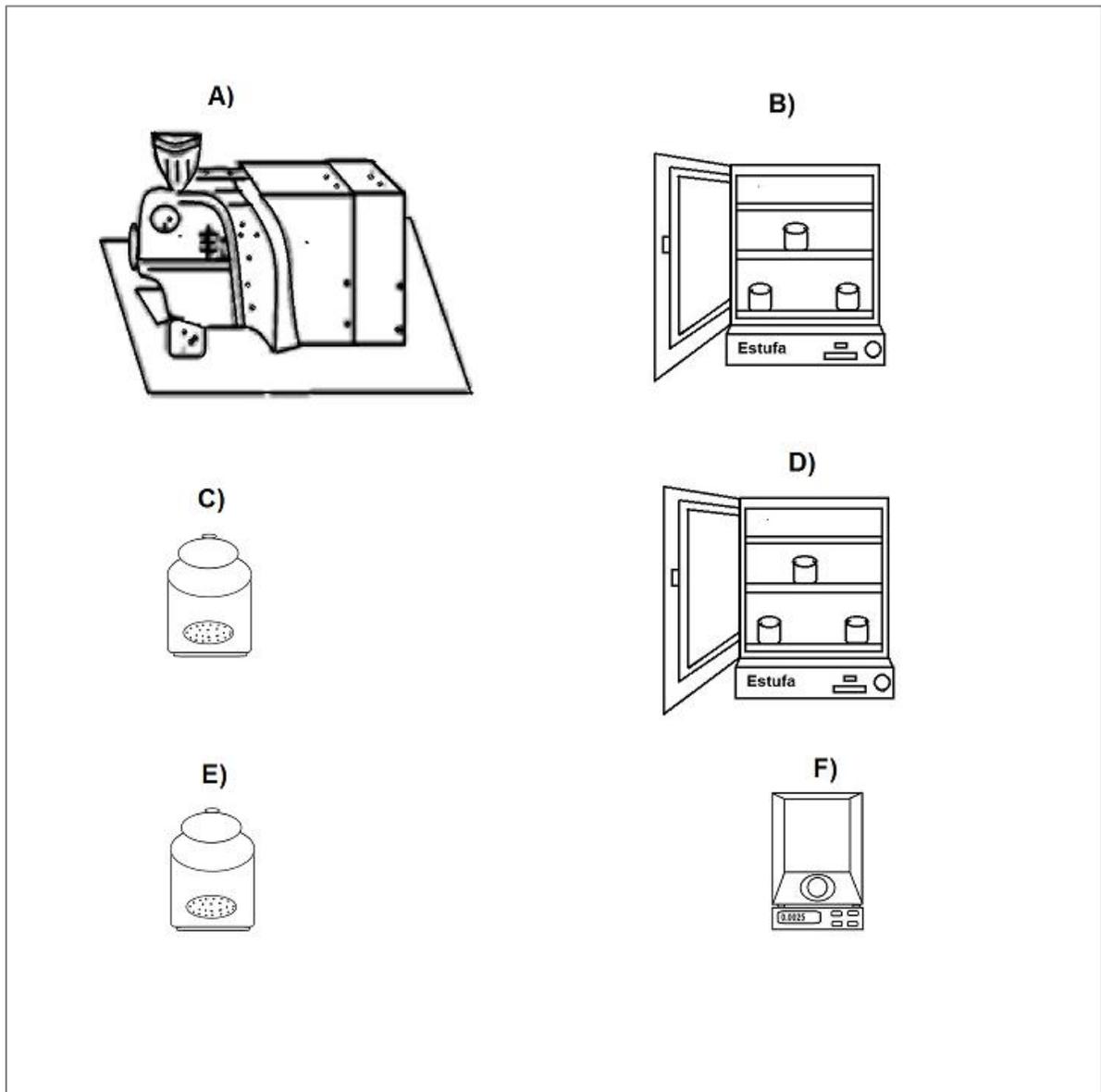
#### **3.6.2.1 Materiales**

- 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.

#### **3.6.2.2 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° 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**

### **3.6.2.3 Cálculos**

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

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

### 3.6.3 Extracto Etéreo

Se determinara 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.

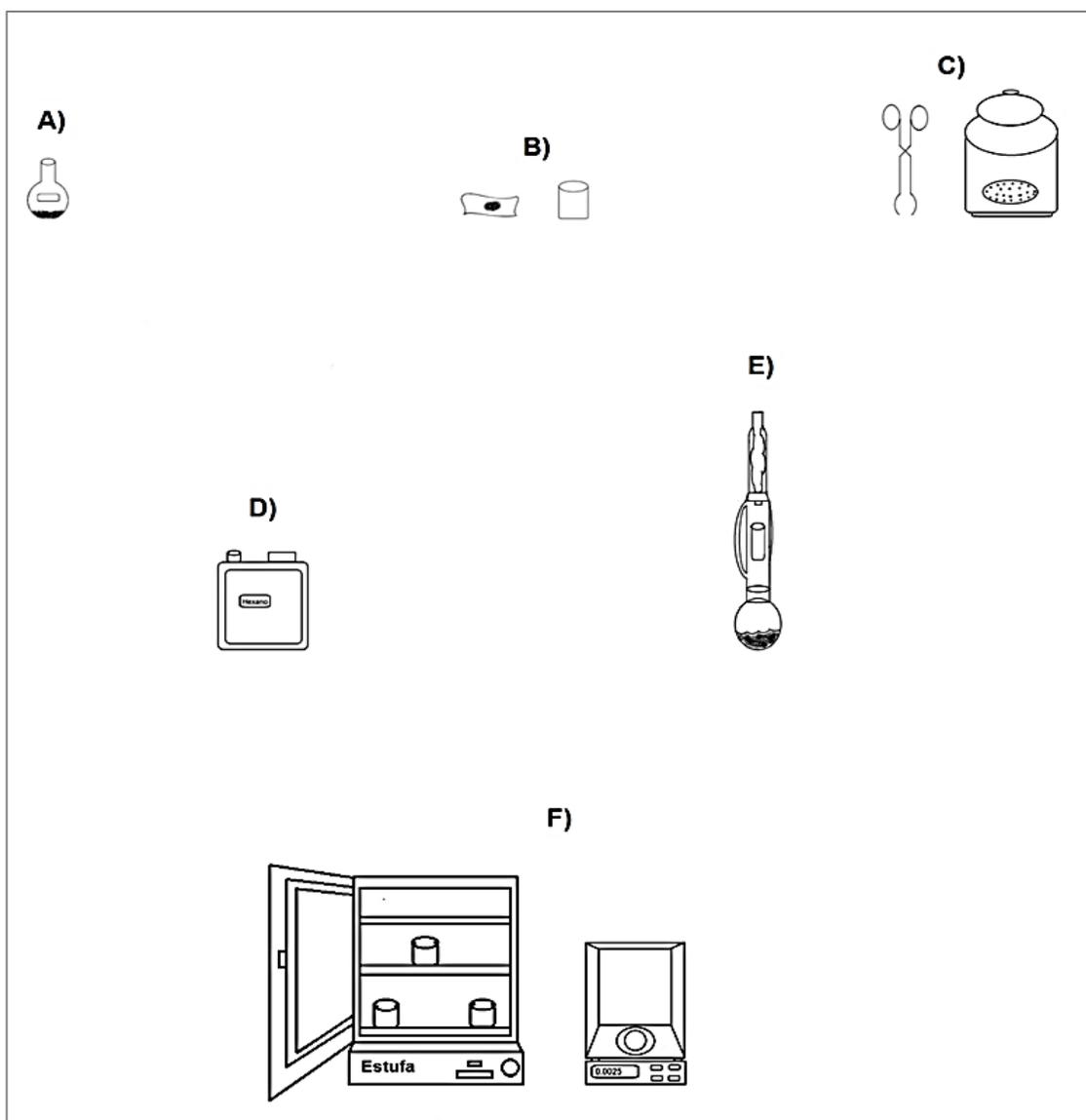
#### 3.6.3.1 Materiales

- 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.

#### 3.6.3.2 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.**

#### **3.6.3.3 Cálculos**

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

#### **3.6.4 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.

##### **3.6.4.1 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.

##### **3.6.4.2 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 enfrié y pese.
- J. Coloque su crisol en la mufla durante 2 horas, enfrié en el desecador durante 10 minutos.

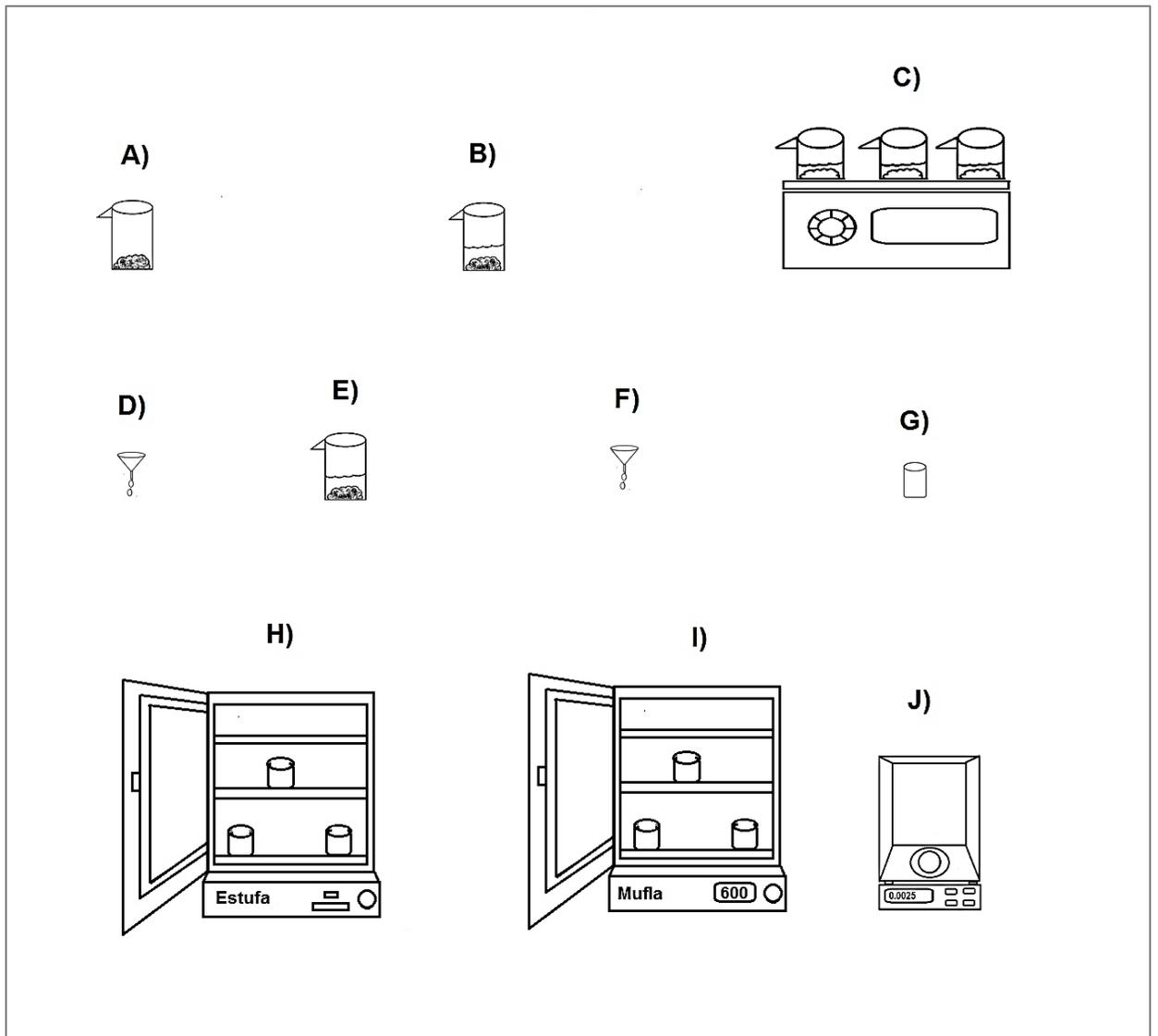


Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda

### 3.6.4.3 Cálculos

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

### **3.6.5 Proteína cruda**

Indicará determinaciones de compuestos químicos nitrogenados que no son proteínas, esto servirá para determinar otros compuestos, Además de los compuestos definidos como proteína verdadera, la proteína cruda incluye compuestos nitrogenados no proteicos los cuales son sustancias formadas por aminoácidos y a su vez contienen hidrógeno con un porcentaje 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.

#### **3.6.5.1 Materiales**

- A. Matraz Kjeldahl de 800 ml.
- B. Aparato de digestión y destilación Kjeldahl.
- C. Matraz Erlenmeyer 500ml.
- D. Bureta.
- E. Ácido sulfúrico 0.1N.
- F. Hidróxido de sodio 45%.
- G. Ácido bórico 4%.
- H. Indicador mixto.
- I. Agua destilada.
- J. Mezcla de selenio.
- K. Perlas de vidrio.
- L. Ácido sulfúrico concentrado.

#### **3.6.5.2 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 kjeldhal, 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.

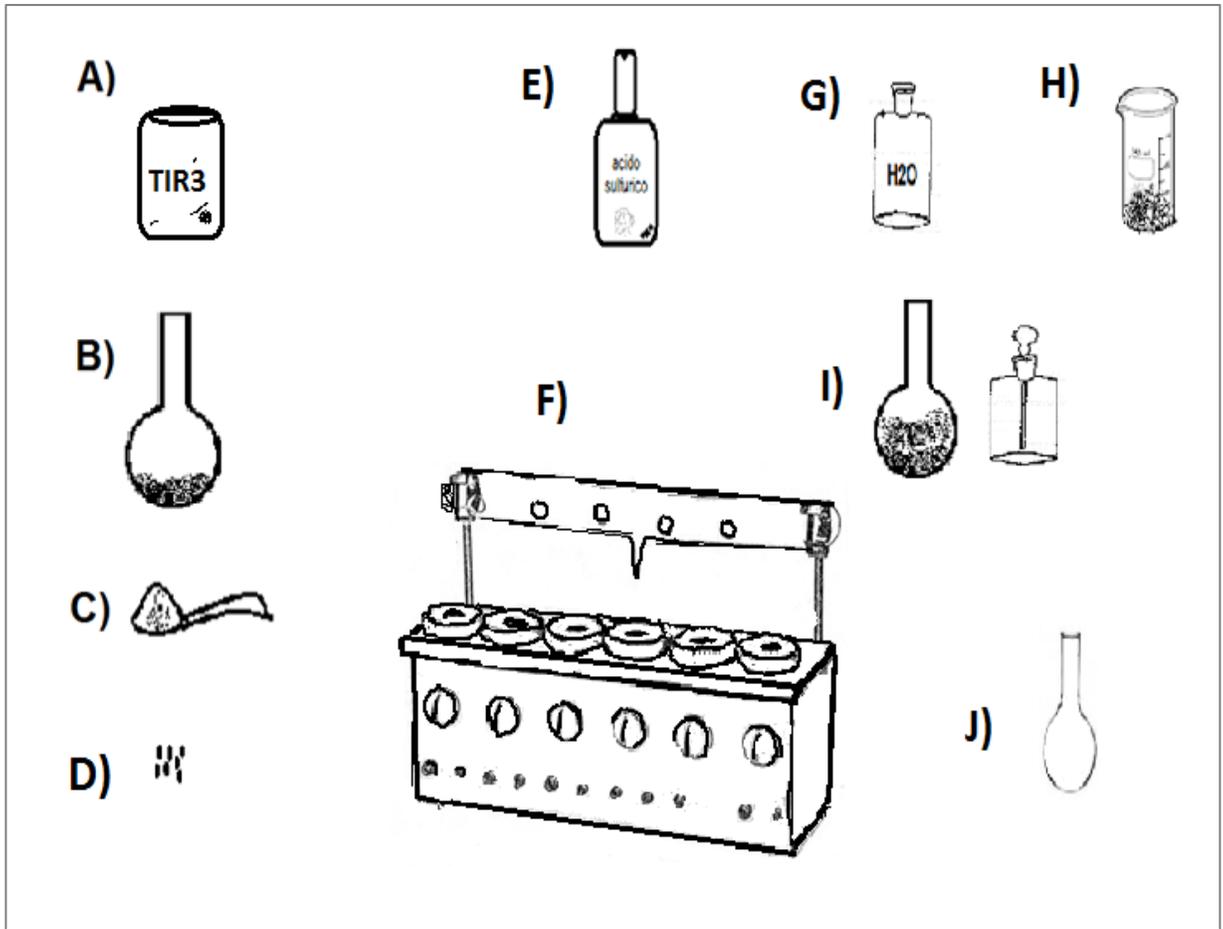


Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda.

### 3.6.5.3 Cálculos

%Nitrogeno

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

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

### **3.6.6 Cenizas**

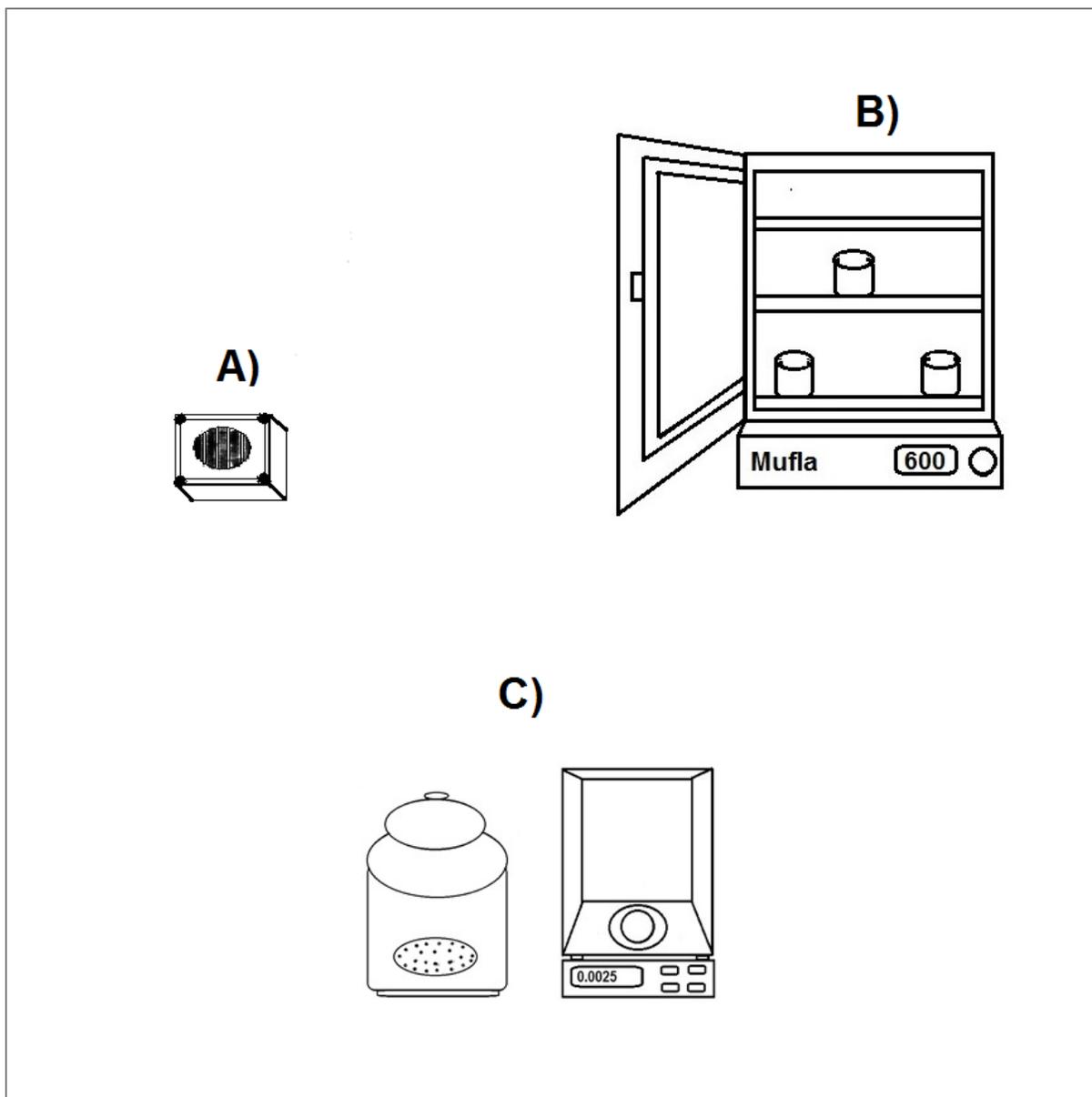
De la combustión de cenizas se determinará la cantidad de diversas sustancias que la muestra ha perdido como por ejemplo carbono y humedad y así se elaboran los cálculos para determinar el porcentaje de ceniza en la muestra.

#### **3.6.6.1 Materiales**

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

#### **3.6.6.2 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**

### 3.6.6.3 Calculos

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

### **3.6.7 Extracto libre de nitrógeno**

El extracto libre de nitrógeno comprende los azúcares, el almidón y gran parte del material clasificado como hemicelulosa. Se obtiene sumando los porcentajes cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda y se resta de 100 partes de la muestra realizada.

#### **3.6.7.1 Cálculo**

$$\% \text{Extracto libre de nitrógeno} = 100 - (\% \text{cenizas} + \% \text{EE} + \% \text{PC} + \% \text{FC})$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al conocer los valores del análisis bromatológico se procedió a realizar el análisis de varianza por medio de un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, se obtuvo que el grado de probabilidad de aceptar la hipótesis nula es de 0.1 % así que el grado de confiabilidad es alto y por lo tanto si existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, los resultados se muestran a continuación (cuadro 4.1) nos muestra que existe una variación altamente significativa para la proteína y cenizas, con respecto a los porcentajes de variabilidad no son muy altos, ya que los resultados no están dispersos, esto indica que el análisis bromatológico se realizó de manera correcta.

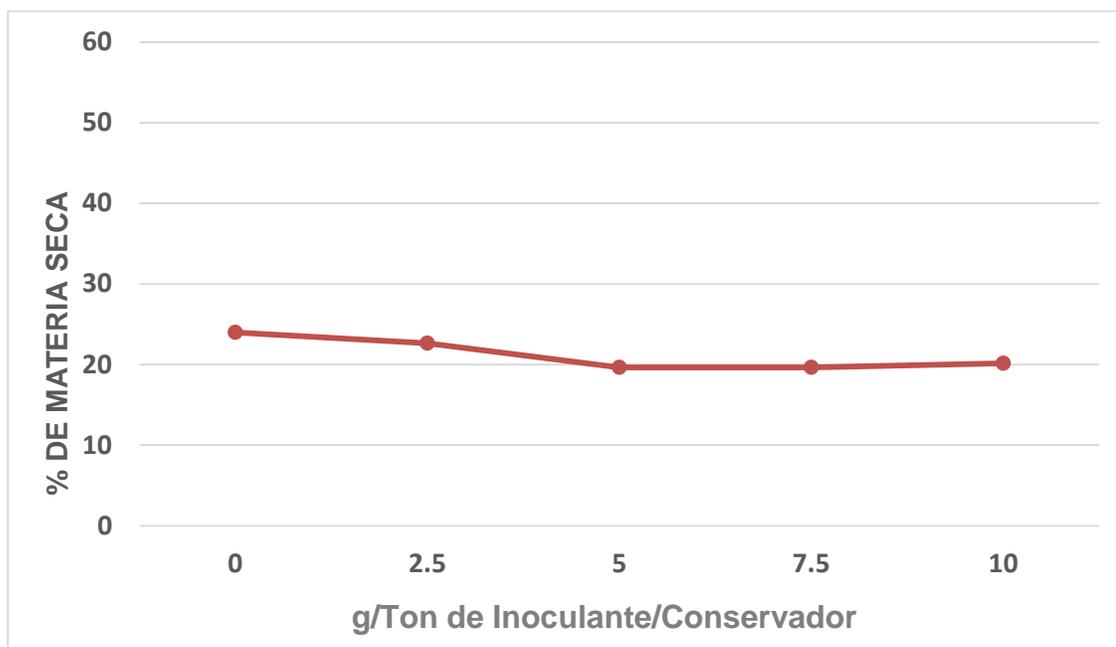
**Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento del análisis bromatológico del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) ensilado y fertilizado con ENTEC 26® e inoculado con SIL-ALL 4x4®**

Dosis de inoculante g/ton	Materia Seca %	Extracto etéreo %	Fibra Cruda %	Proteína Cruda %	Cenizas %
0.0	24.00	2.26	36.44	10.71 c	13.86 bc
2.5	22.66	2.31	36.41	12.44 b	13.44 c
5.0	19.66	2.14	37.71	10.72 c	15.63 b
7.5	19.66	2.44	34.08	14.03 a	17.95 a
10.0	20.66	2.15	37.34	11.79 bc	13.76 bc

Valores con diferente literal dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.01)

## 4.1 Materia seca

En el análisis del comportamiento de las medias de tratamiento para las fracciones de materia seca (figura 4.1) se puede observar que no hay diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para ninguno de los tratamientos, el más alto que corresponde a el tratamiento 1 con 24% y el más bajo que corresponde a el tratamiento 3 y 4 con 19.66%.



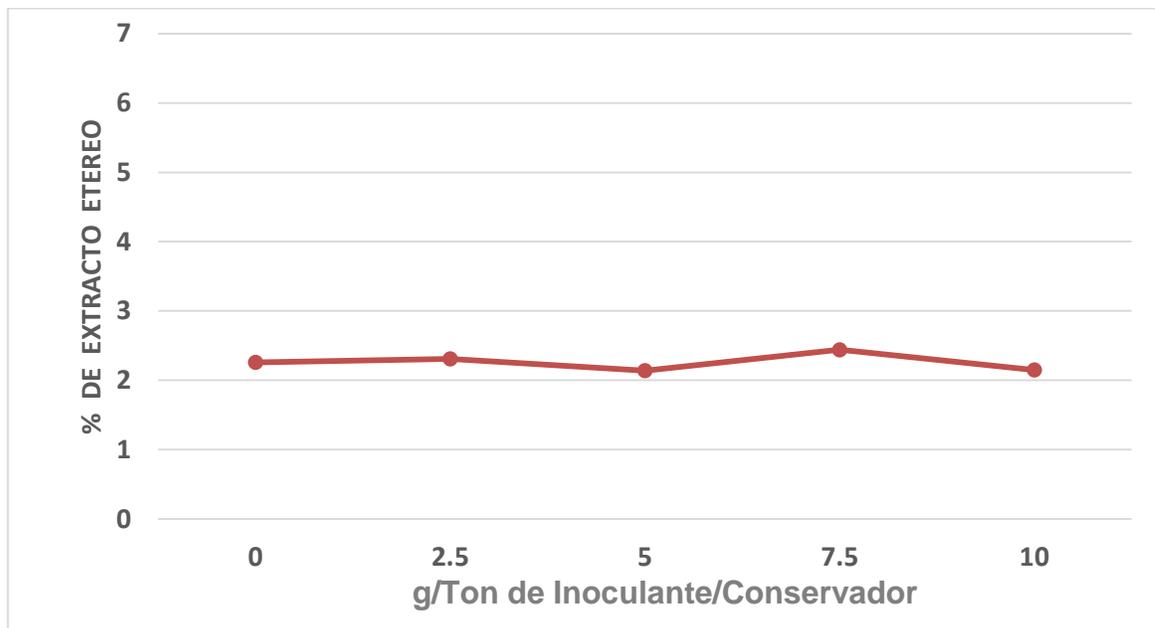
**Figura 4. 1** Comportamiento de los porcentajes de materia seca del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4<sup>®</sup>

Al compararlo con otros autores como son [Carulla et al. \(2004\)](#) que a los 90 días de edad nos muestra un valor de 26% de materia seca superior al encontrado para el tratamiento 1 de esta investigación sin embargo [Buelvas \(2009\)](#) con diferentes fertilizaciones encontró niveles de 11.18% con una fertilización mixta de urea y abono orgánico hasta 16.63% muy parecidos a nuestros valores encontrados.

Andrade (2009) realizó una comparación de el pasto maralfalfa con la saboya al día 90 los resultados obtenidos por este autor fue que para la saboya la materia seca corresponde a 19.37% y para la maralfalfa 22.78 algo muy similar a esta investigación otro estudio realizado por Erazo (2009) que presenta un valor de materia seca de 18.80% a los 60 días de edad, ensilado y adicionado melaza, el resultado es inferior por su edad que al de este trabajo presentado.

#### 4.2 Extracto Etéreo

En el comportamiento de las medias de tratamiento para las fracciones de extracto etéreo, resultaron no son significativas ( $P>0.05$ ) y por lo tanto no se hace comparación de medias, el nivel más alto es para en tratamiento 4 con 2.44% y el más bajo para el tratamiento 3 con 2.14% como se muestra en la figura 4.2.



**Figura 4. 2 Comportamiento de los porcentajes de extracto etéreo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4<sup>®</sup>**

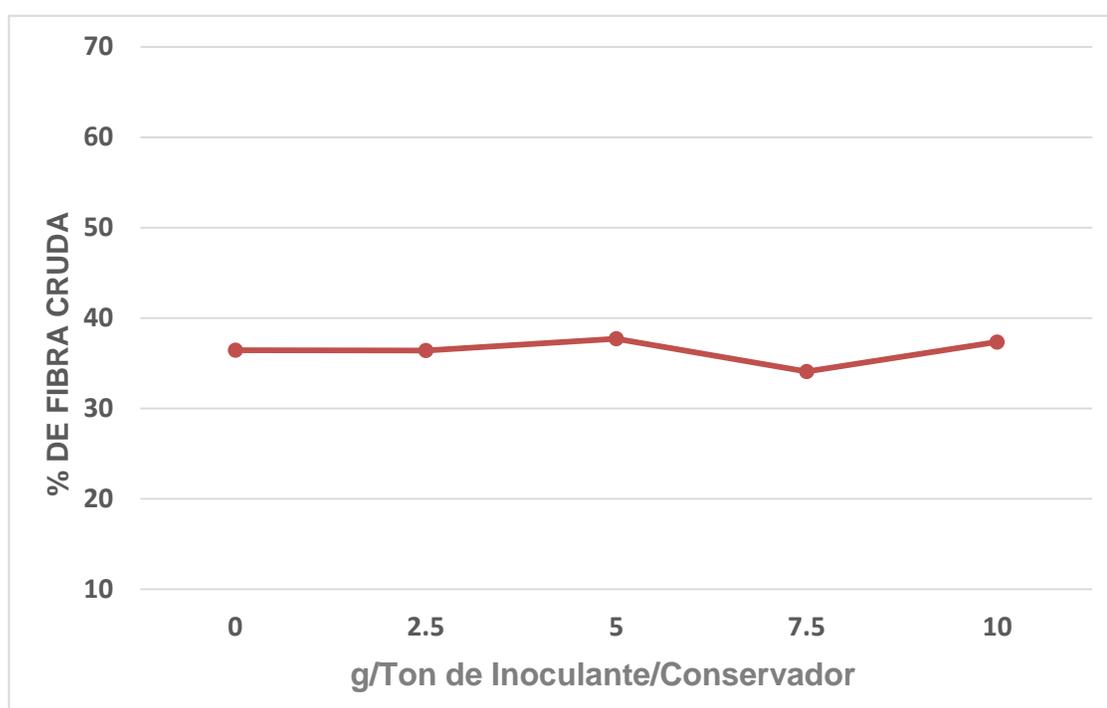
Al compararlos con diferentes autores como [Osorio \(2004\)](#) que muestra un porcentaje de 2.4 en extracto etéreo y menciona que es un buen forraje, [Betancourt \(2004\)](#) público en su investigación 1.76 % de EE. Pero no indica la edad de corte ni fertilización un porcentaje menor al resultado en este trabajo. [Correa et al. \(2004\)](#) tienen unos 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, para [Buelvas \(2009\)](#) utilizando tres tipos de fertilización y un testigo muestra valores por debajo a los obtenidos en esta investigación ya que el más alto que nos muestra para extracto etéreo es de 1.58% fertilizado con urea a razón de 250 g/ha. Otro estudio realizado por [Buelvas \(2009\)](#) a diferentes días de cortes también están por debajo de los porcentajes obtenidos en esta tesis, él nos muestra su más alto porcentaje al día 40 de corte con 2.18% de extracto etéreo.

[Correa et al. \(2006\)](#) muestran que al día 56 de rebrote tiene 2.51 % de extracto etéreo porcentaje mayor al obtenido en esta investigación pero al 105 días de rebrote muestra 1.66 % valor menor al obtenido por nosotros esto se debe a que el forraje se lignifica más y baja su contenido nutricional. Al compararlo con [Andrade \(2009\)](#) a los 70 días de corte muestra un valor de 1.66 % de EE y a los 90 días 1.51 % valores por debajo de los obtenidos en este trabajo.

[Moreno \(2013\)](#) en su análisis muestra que la grasa en base seca es de 2.32 % realizando el corte a una altura de 1.80 metros valor muy similar al nuestro. Encontrando valores menores en la investigación de [Cruz \(2008\)](#) en los días de corte 30, 75, 105, 135 en el cual es más alto para el día 30 con 2.02 % extracto etéreo pero aun es inferior al de este trabajo, al igual que [Erazo \(2009\)](#) que al día 30 tiene un resultado de 2.06 % de extracto etéreo.

### 4.3 Fibra cruda

En el análisis para el comportamiento de las medias de tratamiento para las fracciones de fibra cruda muestran que no son significativas ( $P>0.05$ ) y no se hace comparación de medias pero si se muestra la gráfica con los valores resultantes ( figura 4.3) indica el nivel más alto que corresponde al tratamiento 3 con 37.7% y el más bajo para el tratamiento 4 con 34.07% pero no hay diferencia en los tratamientos.



**Figura 4. 3 Comportamiento de los porcentajes de fibra cruda del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4<sup>®</sup>**

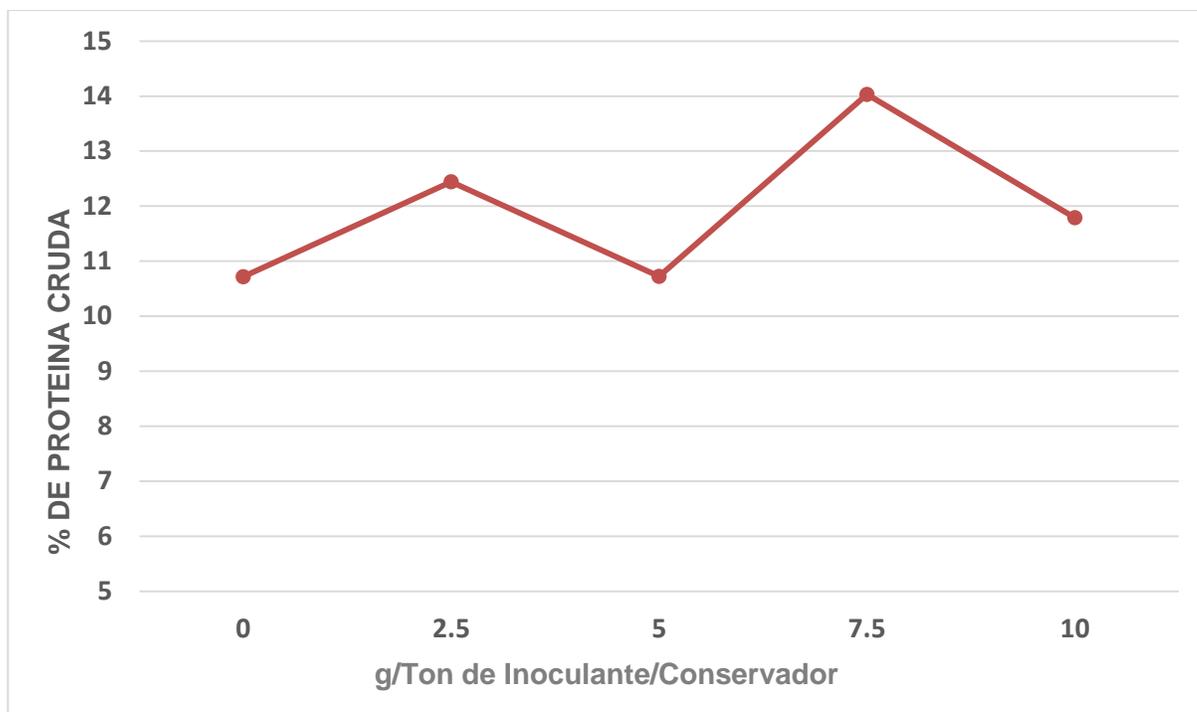
Al compararlo con otros autores como es [Buelvas \(2009\)](#) que muestra un resultado similar al encontrado con fertilización orgánica con 20 kg de estiércol de bovino en 80 litros de agua por parcela teniendo un resultado de FC de 34.46 %, siendo este el más alto de sus tres experimentos los otros realizados con fertilización química, mixta y un testigo. Al compararlo con [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.

En la composición bromatológica del ensilaje de maralfalfa publicado por [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, [Ramírez \(2003\)](#) indica que el nivel de FC de este pasto a los 70 días de edad es de 23.89 % algo muy bueno para tener estos niveles a esa edad, al igual que [Ramos \(2011\)](#) dice que el nivel de FC es de 27.67 % a los 65 días pero no indican fertilización .

#### **4.4 Proteína cruda**

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para las fracciones de proteína cruda (Figura 4.4) en este análisis fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) y se realizó comparación de medias a 0.05 y se observa que el pico de 14.03% para el tratamiento 4 con 7.5 g/Ton de inoculante/conservador siendo muy superior que los otros tratamientos el menor o más bajo en proteína cruda fue el tratamiento 1 con 10.71%.



**Figura 4. 4 Comportamiento de los porcentajes de proteína cruda del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26® y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4®**

Al comparar los resultados obtenidos de proteína cruda con diferentes autores como [Carulla et al. \(2004\)](#) que al día 64 de corte con 15.7% un porcentaje más alto al obtenido en este trabajo ya que se trata de una edad más temprana de corte al igual que [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.

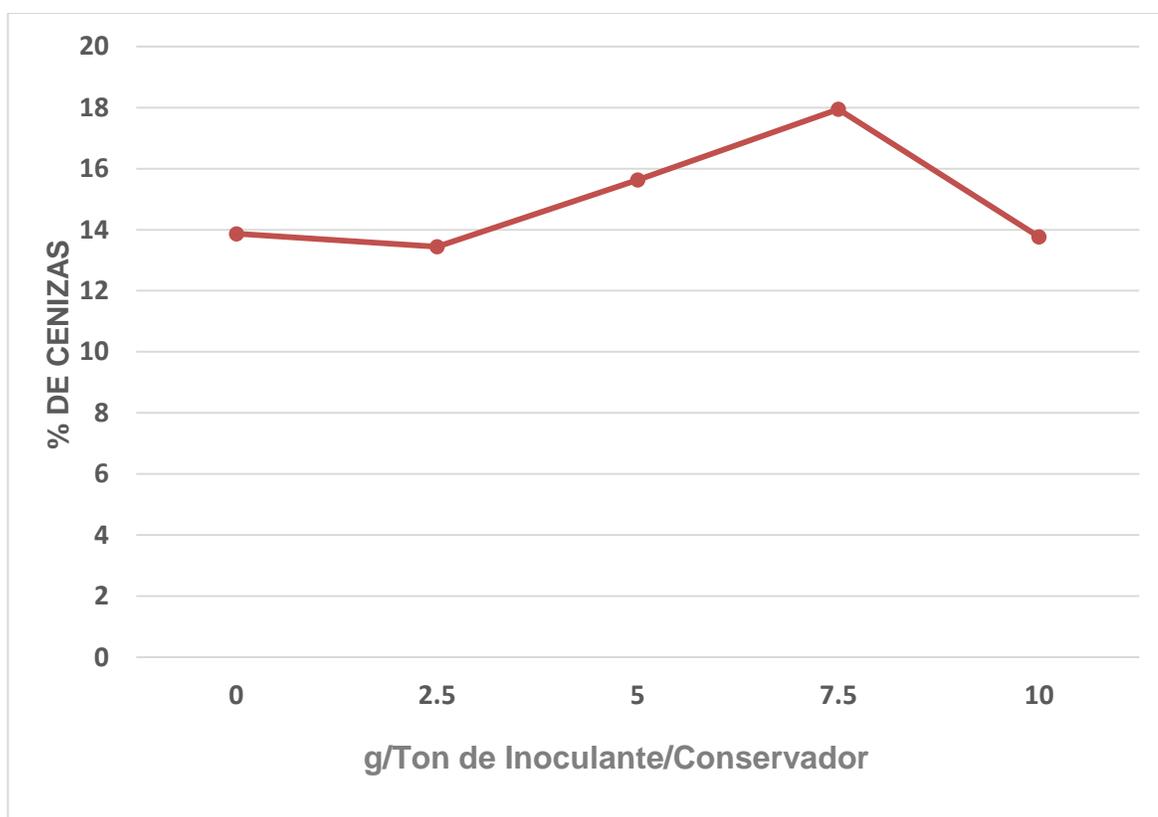
[Correa et al. \(2004\)](#) en un corte realizado entre los 40 y 110 días fertilizado muestran un resultado para proteína de 18.41% es muy elevado el porcentaje pero el rango también es muy abierto, otro estudio de [Buelvas \(2009\)](#) en tres tipos de fertilización y un testigo muestran niveles de proteína menores a los encontrados en este trabajo el más alto reportado por este autor es de PC 9.81% con fertilización mixta que es urea y abono orgánico, y una investigación más por el mismo autor [Buelvas \(2009\)](#) a diferentes días de corte de los 40 hasta los 70 días ninguno sobrepasa 9.77% de PC y este valor corresponde al día 40.

[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.

## 4.5 Cenizas

En el análisis para el comportamiento de las medias de tratamiento para las fracciones de cenizas en el pasto maralfalfa (Figura 4.5) fue altamente significativa ( $P < 0.01$ ), también se realizó comparación de medias a 0.05 y se puede ver que el nivel más alto fue en el tratamiento 4 al que corresponde a 7.5 g/Ton de inoculante conservador con 17.95% mientras que los tratamientos 0 y 2.5 son muy similares como se muestra en la figura 4.5.



**Figura 4. 5 Comportamiento de los porcentajes de cenizas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y ensilado con diferentes niveles de inoculante SIL-ALL 4x4<sup>®</sup>**

Al comparar con diferentes autores como son [Osorio \(2004\)](#) que 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.

[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 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.

[Moreno \(2013\)](#) realizó el análisis a la altura de 1.80 metros pero no menciona el día de edad siendo el resultado muy similar al nuestro con 17.95 % de cenizas, en la composición bromatológica del ensilaje del pasto maralfalfa adicionando melaza realizado por [Erazo \(2009\)](#) a tres diferentes días de corte tiene resultados similares a los nuestros al día 30 con 17.72 % Cenizas, a los 45 días 16.40 % de Cenizas y a los 60 días 16.11 % de Cenizas, pero en el tratamiento 4 es superior que los anteriores con un 17.95 %, sin embargo [Cruz \(2008\)](#) presenta un valor superior al día 30 de corte con un 18.47 % de cenizas con esto podemos afirmar que con 7.5 gr por ton de inoculante conservador se obtiene un alto porcentaje de cenizas.

## 5. CONCLUSIÓN

De acuerdo al estudio realizado para determinar el análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con ENTEC 26<sup>®</sup> y ensilado con diferentes dosis Sil-All 4x4<sup>®</sup>, se concluye que para ensilar pasto maralfalfa es conveniente usar una dosis de 7.5 g/ton del inoculante/conservador, ya que con ello se obtiene el máximo beneficio en cuanto al porcentaje de proteína cruda y minerales en el forraje. Es recomendable usarlo en pasto maralfalfa para mantener y en este caso aumentar la proteína cruda y las cenizas. 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.

## 6. 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.

- 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](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100005&lng=es&nrm=iso). ISSN 0378-7818.
- 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>
- 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.
- Macoon 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](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf)
- 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](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](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. (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., Wadehul, F., & Hill, J. (1996). Silage in Europe: a survey of 33 countries. Welton, UK: Chalcombe Publications.

Páginas web revisadas:

<https://pastomaralfalfa.wordpress.com/2008/12/22/16/>  
(Fecha de acceso: septiembre 28 del 2014)

<http://ugrnv.com.mx/web/wp-content/uploads/2012/06/Maralfalfa.pdf>  
(Fecha de acceso: noviembre del 2014)

<http://www.maralfalaprogreso.com/index.php/produccion-de-forraje-55>  
(Fecha de acceso: Mayo 6 del 2014)

<http://sdgmaralfalfa.jimdo.com/informaci%C3%B3n-de-maralfalfa/>  
(Fecha de acceso: abril 8 del 2014)

<http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/cambios%20cromosomicos/Cambios%20cromosomicos%20numericos%20II.htm>  
(Fecha de acceso: 9 de marzo del 2015)

[http://www.engormix.com/alltech/sil-all-4x4-inoculante-fermentacion-conservacion-forrajes-sh10058\\_pr25625.htm](http://www.engormix.com/alltech/sil-all-4x4-inoculante-fermentacion-conservacion-forrajes-sh10058_pr25625.htm)  
(Fecha de acceso: 12 de marzo del 2015)

<http://alltech.perulactea.com/2010/05/31/sil-all/>  
(Fecha de acceso: 19 de marzo del 2015)