

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**Bromatología del ensilado de pasto maralfalfa
(*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15
e inoculado con Sil-All 4x4[®]**

Por

JUAN SALVADOR SÁNCHEZ ESCAMILLA

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 triple 15 e inoculado con Sil-All 4x4®

POR

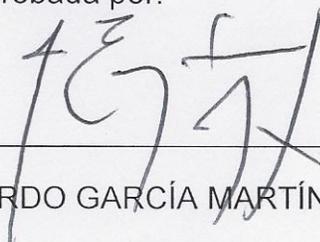
JUAN SALVADOR SÁNCHEZ ESCAMILLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

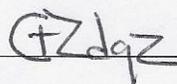
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



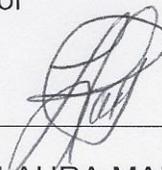
Dr. JOSÉ EDUARDO GARCÍA MARTÍNEZ

Director



MC. CAMELIA CRUZ RODRÍGUEZ

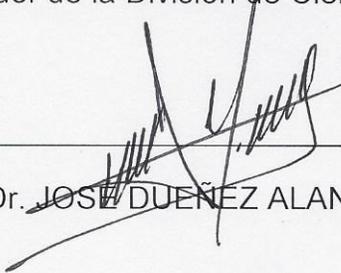
Coasesor



MC. LAURA MARICELA LARA LÓPEZ

Coasesor

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Dr. JOSÉ DUENÍEZ ALANÍS



AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Por darme la vida y todo el apoyo que pudieron, tanto moral como económicamente además de brindarme la oportunidad de realizar uno de mis propósitos en la vida, terminar una carrera en una de las mejores universidades del país, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Dr. José Eduardo García Martínez: Por darme la oportunidad de realizar este trabajo y así poder obtener el título, además por los consejos y apoyo brindados para la preparación del mismo.

A los laboratoristas: Carlos, Luis y Maricela por todo el apoyo brindado durante las pruebas realizadas para esta tesis, no solo como los profesionales que son, sino también como amigos.

A todos los maestros gracias por compartirme parte de su experiencia y ayudar en mi formación profesional, gracias por esas noches de desvelo estudiando para un examen en verdad que se van a extrañar.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser parte de mi formación profesional, darme las bases para enfrentar el mundo y sobre todo por darme tantas experiencias que en ningún otro lugar hubiera podido disfrutarlas como en mi Alma Mater.

DEDICATORIA

A mis padres: Salvador Sánchez Romero y Esperanza Escamilla Cabrera con todo mi cariño, para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, en especial a mi padre que aunque se fue antes de tiempo, sé que desde donde esta me está cuidando y viendo, por siempre estaré agradecido con ustedes.

A mis hermanas: Norma Cristina Sánchez Escamilla y Teresita de Jesús Sánchez Escamilla por brindarme todo el apoyo que necesitaba y cuando lo necesitaba, por todos esos momentos que pasamos juntos, a veces buenos y otras no tanto pero al fin de cuentas inolvidables.

A mis primos: Dilcia Daniela Escamilla Martínez, Manuel Alejandro Escamilla Martínez y Juan Carlos Escamilla Martínez por todo el cariño que me brindaron y por estar con mis padres durante estos 4.5 años de ausencia y hacer que esta no se notara tanto.

A mis abuelos: Tiburcio Escamilla Martínez, Ma. Cruz Cabrera Ramírez, Andrés Sánchez Olguín y Leonila Romero, aunque ya la mayoría de ustedes se han ido de este mundo sé que desde donde están me están viendo y cuidando siempre los llevare en mi mente con un bonito recuerdo gracias por ser parte de esta historia.

A mis amigos: Ulises Mendoza, Leobardo Pérez, Antonio Escamilla, Eduardo González, José Ismael, Gustavo Flores, Miguel Sánchez, Víctor Reveles y Eduardo Rodríguez no tomen en cuenta el orden, y una disculpa a los que me faltaron aun así todos y cada uno de ustedes fueron parte muy importante de esta aventura de 4.5 años que hoy llega a su fin, ya que sin ustedes la estancia aquí hubiera sido muy diferente.

Gracias a esas personas tíos, primos, compañeros, y de más, que aunque nunca llegamos a convivir mucho, siempre estuvieron listas para brindarme su ayuda y apoyo sobre todo en los momentos más difíciles que es cuando uno más lo necesita, ahora me toca regresar un poquito de todo lo que me han otorgado.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscriptor, Juan Salvador Sánchez Escamilla, estudiante de la carrera Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41100425 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 parte mía.

Salvador Sanchez E.

Juan Salvador Sánchez Escamilla
Tesisista de Licenciatura/UAAAN

RESÚMEN

En el presente trabajo se determinó la composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*), fertilizado con triple 15, cosechado a los 84 días y ensilado con diferentes niveles de inoculante conservador tomados como tratamientos los cuales fueron los siguientes T1= 0g, T2=2.5g, T3=5.0g, T4=7.5g y T5=10 g/ton. Para el análisis bromatológico se emplearon las técnicas oficiales de la [A.O.A.C. \(1990\)](#), se determinó el porcentaje para materia seca, proteína cruda, grasa, fibra cruda y cenizas, para posteriormente ser analizados estadísticamente mediante un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, presentando diferencia significativa ($P<0.05$) solo para proteína, las medias de ésta se compararon con la ayuda de una prueba de Tukey encontrando diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0.05$), donde el T2 (2.5 g/Ton de Sil-All 4x4[®]) presentó la mayor concentración de proteína cruda (13.18%), el resto de los tratamientos se comportaron de manera similar para las demás variables. Una dosis de 2.5g/ Ton de inoculante/conservador es suficiente para obtener la máxima cantidad de proteína uno de los nutrientes más caros, por lo tanto es recomendable su uso en ensilados de pasto maralfalfa.

Palabras Clave: Composición química, Maralfalfa, Ensilado, Inoculante.

Correo Electrónico; Juan Salvador Sánchez Escamilla,
salvadorse_1992@live.com.mx

ÍNDICE DE CONTENIDO

| Contenido. | Página. |
|--|----------------|
| 1. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| 1.1. Justificación. | 2 |
| 1.2. Objetivo. | 2 |
| 1.3. Hipótesis. | 2 |
| 2. REVISION DE LITERATURA. | 3 |
| 2.1. Origen y Antecedentes del pasto Maralfalfa. | 3 |
| 2.2. Clasificación Taxonómica. | 4 |
| 2.3. Usos del pasto Maralfalfa. | 6 |
| 2.4. Calidad de los Forrajes. | 7 |
| 2.4.1. Consumo voluntario. | 7 |
| 2.4.2. Composición química del pasto maralfalfa. | 8 |
| 2.4.3. Digestibilidad. | 14 |
| 2.5. Valor Relativo Forrajero. | 16 |
| 2.6. Silos. | 19 |
| 2.6.1. Cultivos para ensilar. | 20 |
| 2.6.2. Cosecha del forraje. | 20 |
| 2.6.3. Longitud del corte y compactación. | 21 |
| 2.6.4. Protección del forraje. | 21 |
| 2.6.6. Proceso de ensilado. | 22 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS. | 26 |
| 3.1. Descripción del Área Estudiada. | 26 |
| 3.2. Análisis de Muestra. | 26 |
| 3.2.1. Materia seca parcial. | 27 |
| 3.2.2. Materia seca total. | 29 |
| 3.2.3. Extracto etéreo. | 31 |
| 3.2.4. Fibra cruda. | 34 |
| 3.2.5. Proteína cruda. | 37 |
| 3.2.6. Cenizas. | 40 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 3.2.7. Extracto libre de nitrógeno. | 42 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. | 43 |
| 4.1. Materia Seca Total. | 43 |
| 4.2. Proteína. | 44 |
| 4.3. Grasa. | 46 |
| 4.4. Fibra cruda. | 49 |
| 4.5. Cenizas. | 50 |
| 5. CONCLUSIÓN. | 53 |
| 6. BIBLIOGRAFIA. | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS.

| Contenido | Página. |
|---|----------------|
| Cuadro 2. 1 Clasificación taxonómica del genero <i>Pennisetum</i> . | 5 |
| Cuadro 2. 2 Coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones de maralfalfa en la alimentación de cabras. | 16 |
| Cuadro 2. 3 Índice de valor relativo del pasto maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) | 17 |
| Cuadro 2. 4 Estimación del índice de valor relativo de algunos forrajes utilizados en Colombia para la alimentación de ganado de leche. | 18 |
| Cuadro 2. 5 Clasificación forrajes para ganado de leche según el índice de valor relativo. | 19 |
| Cuadro 2. 6 Cultivos para ensilar. | 20 |
| Cuadro 2. 7 Madures óptima de cosecha. | 21 |
| Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento de la composición química del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Contenido | Página. |
|---|---------|
| Figura 3. 1 Diagrama para determinar materia seca parcial. | 28 |
| Figura 3. 2 Diagrama para determinar materia seca total. | 30 |
| Figura 3. 3 Diagrama para determinar extracto etéreo. | 33 |
| Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda. | 36 |
| Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda. | 39 |
| Figura 3. 6 Diagrama para determinar cenizas. | 41 |
| Figura 4. 1 Comportamiento de los valores de Materia Seca Total del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 44 |
| Figura 4. 2 Comportamiento de los valores de proteína del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 45 |
| Figura 4. 3 Comportamiento de los valores de grasa del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 47 |
| Figura 4. 4 Comportamiento de los valores de fibra cruda del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 49 |
| Figura 4. 5 Comportamiento de los valores de cenizas del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp.</i>) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador. | 51 |

1. INTRODUCCIÓN.

La ganadería en nuestro país se está viendo afectada en los últimos años debido a varios factores como son las sequias y periodo de lluvias inestable, aunque existe una gran cantidad y variedad de forrajes con los que puede ser alimentado el ganado, la ganadería está dejando de ser un negocio rentable ya que para ello se necesita contar con grandes extensiones de tierra que la mayoría de las veces no recibe un manejo adecuado, por lo tanto no se aprovecha al máximo.

Cuando los animales son alimentados con pastos de corte se ven obligados a comer lo que el hombre cree que es lo mejor para ellos, sin embargo la mayoría de las veces no se sabe si realmente se están cubriendo los requerimientos en su totalidad y de no es así se están generando pérdidas.

Es por ello que la ganadería se debe modernizar, y poner atención en todos los aspectos que la pueden afectar, ambientales, sanitarios, genéticos, sin olvidar uno de los principales, la alimentación, buscando la forma de producir forrajes de buena calidad y aun bajo costo.

Aunque en estos días la producción de forrajes puede ser un problema debido a la falta de agua y los altos costos de los fertilizantes, se está buscando la forma de producir, aun con estas y otras limitantes, algunas son utilizar pastos introducidos que se adapten bien a las condiciones de nuestro país, siempre y cuando se cuente con un buen programa de fertilización.

En los últimos años se han realizado estudios sobre el pasto maralfalfa (*Penisetum sp.*) uno de los pastos que pueden producir gran cantidad de forraje para alimentar al ganado, esto con diferentes y muy variados tratamientos algunos incluyen diferentes tipos de fertilización otros diferentes edades de corte pero en general todos van encaminados a encontrar en qué punto y con qué tratamiento se obtiene la mayor cantidad de forraje con un alto valor nutritivo.

1.1. Justificación.

Determinar la dosis de inoculante a la que se presenta un mayor contenido de nutrientes y así obtener un silo con alto valor nutritivo, que pueda estar disponible para la alimentación animal.

1.2. Objetivo.

Determinar la dosis de inoculante conservador con la cual el ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15, presenta un mayor contenido de nutrientes, realizando el análisis bromatológico para determinar la composición química.

1.3. Hipótesis.

Ho. La composición química del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15, no varía de acuerdo a la dosis de inoculante conservador que se le aplica.

H α . La composición química del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15, si varía de acuerdo a la dosis de inoculante conservador que se le aplica.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Origen y Antecedentes del pasto Maralfalfa.

Como señala Correa (2006), el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) por su alta productividad ha sido introducido en diferentes países de Latinoamérica como Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros, debido al potencial como forraje para rumiantes, (Correa, 2006; Moreno y Molina, 2007) mencionan que existen varias investigaciones acerca de las prácticas de manejo que se le pueden dar a este pasto, así como de la determinación de su potencial forrajero y valor nutritivo, demostrando en algunos de estos estudios que el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) debido a su productividad de materia seca y valor nutritivo representa una muy buena alternativa para aumentar la producción animal (Márquez *et al.*, 2007).

Existen varias teorías acerca del origen del pasto maralfalfa, siendo dos las más importantes y aceptadas, la que manifiesta que este pasto fue originado en Colombia por el padre José Bernal Restrepo Biólogo genetista nacido en el mismo país, el bajo una técnica denominada Sistema Químico Biológico origino el pasto maralfalfa haciendo varias cruzas entre algunos pastos:

El 4 de octubre de 1965 cruzo el pasto elefante originario de África (*Pennisetum purpureum*) y el grama (*Paspalum macrophyllum*) al resultado de esto lo denomino gramafante.

El 30 de junio de 1969 cruzo el gramafante (grama y elefante) y el guaratara del llano (*Axonopus purpussi*) al resultado de esto lo llamo maravilla o gramatara, en la tercera cruce utilizo tres forrajes, la maravilla o gramatara, la

alfalfa (*Medicago sativa*) y el pasto brasileño (*Phalaris arundinacea*) siendo esta la última cruce, obteniendo así a lo que denominó como 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, lo que le resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones.

Existe otra teoría que afirma que el pasto maralfalfa es comercializado en Brasil como elefante paraíso matsuda y podría corresponder al *Pennisetum hybridum* como se indica este pasto es un híbrido obtenido entre *Pennisetum americanum* y *Purpureum schum* como señalan [Sánchez y Pérez \(2007\)](#), aunque es un organismo triploide es estéril por lo que no se podría reproducir pero utilizando un tratamiento con colchicina se obtienen híbridos hexaploides fértiles ([Macon, 1992](#)).

2.2. Clasificación Taxonómica.

Como es mencionado por [Hafliger y Scholz \(2002\)](#), identificar y clasificar taxonómicamente las gramíneas no es fácil, aunque es fácil identificarlas por su familia, la dificultad viene cuando se trata de identificar los diferentes géneros y especies, como lo que ocurre con el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) esto se debe a que las gramíneas tienen dos características, como es el no poseer perianto y si lo tienen es muy reducido además de tener un ovario muy simple, así pues la ausencia de estas características se ve compensada con otras que no son tan evidentes.

Las gramíneas pertenecen a la familia *Poaceae* es la más grande de las familias del reino vegetal y está compuesta por 5 subfamilias las cuales presentan un alto grado de variabilidad por lo que para identificar un ejemplar se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de

un grupo determinado, que con los caracteres claves, reportado por [Hafliger y Scholz \(2002\)](#), la *Panicoideae* es una de las subfamilias en la cual se encuentra la tribu *Paniceae* y dentro de esta se encuentra el género *Pennisetum* en el cual están agrupadas cerca de 80 especies ([Dawson y Hatch, 1980](#)).

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

| Familia | Subfamilia | Tribu | Género | Especie |
|----------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Poaceae | Pooideae | | | |
| | Chloridoideae | | | |
| | Orizoideae | | | |
| | Bambusoideae | | | |
| | Panicoideae | Andropogoneae | | |
| | | Festuceae | | |
| | | Hordeae | | |
| | | Agrostideae | | |
| | | Paniceae | <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> | |
| | | | <i>Pennisetum</i> | <i>americanum</i> |
| | | | | <i>purpureum</i> |
| | | | | <i>dandestinum</i> |
| | | | | <i>typhoides</i> |
| | | | | <i>violaceum</i> |
| | | | | <i>villosum</i> |

Fuente: [Correa et al \(2004\)](#).

2.3. Usos del pasto Maralfalfa.

En el sitio <http://www.maralfalaprogreso.com/index.php/usos-57> se menciona que el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) se puede usar para consumo de cualquier animal de la granja ya sea para bovinos, equinos, caprinos, ovinos, aves y cerdos.

Sin embargo se deben tomar en cuenta algunas restricciones para proporcionarlo a las diferentes especies ya que no todos presentan las mismas características, teniendo así que para el ganado de leche se recomienda dar fresco, a diferencia del ganado de engorda y equinos se recomienda darlo marchito, además debido a las grandes cantidades de biomasa puede ser ensilado.

En la siguiente página <http://ugrnv.com.mx/web/wp-content/uploads/2012/06/Maralfalfa.pdf>, el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) se propone como una solución al problema forrajero y se mencionan algunos otros usos que puede tener como es el aprovechamiento en verde, en el cual primero se debe realizar el corte del pasto para proporcionarlo al animal inmediatamente después del corte, otra opción es el ensilaje, debido a la gran cantidad de biomasa que puede producir este forraje es una buena alternativa, así se podrá tener disponibilidad conservando sus características nutricionales por mucho tiempo.

También se tiene la opción de empacar este forraje para su almacenamiento, facilitando así su transporte y acomodo en caso de que el cultivo este establecido a una distancia considerable del lugar donde se va a almacenar, pero si no se cuenta con la maquinaria o recursos suficientes para realizar cualquiera de las practicas anteriores también puede ser utilizado para el pastoreo donde los animales consumen directamente el forraje en el sitio sin necesidad de tener que invertir gran cantidad de recursos.

2.4. Calidad de los Forrajes.

Aunque la evaluación de la calidad de los forrajes comenzó en la década de los 60 con la técnica de Tilley y Terry para medir la digestibilidad *in vitro* de la materia seca no fue hasta la década siguiente que se comenzó a analizar también la fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina por medio de la técnica de Van Soest, estos junto con la proteína bruta (PB) constituyeron el pilar de la evaluación de los recursos forrajeros.

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

2.4.1. Consumo voluntario.

Uno de los factores más importantes que regulan la producción, es la cantidad de materia seca consumida, es por ello que Allison (1985) señala que en la producción animal es más importante la cantidad consumida de un forraje que su misma composición química.

Existen varias definiciones de lo que puede ser consumo voluntario, una de ellas es la de Minson (1990) la cual dice que es la cantidad de materia seca consumida cada día, tomando en cuenta que al animal se le está ofreciendo alimento en exceso.

Minson (1990) menciona que existen varios factores que afectan el consumo de forraje para los animales, como los propios del animal, del forraje y del ambiente, en general son los mismos para los animales en pastoreo y para los animales estabulados, con diferencia de dos aspectos que afectan un poco más a los animales en pastoreo, los cuales son la selectividad y disponibilidad de forraje.

De acuerdo con Clark y Armentano (1997) y Allison (1985) las dietas de los rumiantes en pastoreo suelen ser altas en fibra y bajas en energía digestible, debido a esto el consumo voluntario se ve afectado por la distensión digestiva, además también por la capacidad retículo-rumen y la velocidad de desaparición de la digesta en este órgano, la cual depende de la velocidad de paso y absorción, que a su vez depende de las propiedades físicas y químicas del forraje.

2.4.1.1. Factores que afectan el consumo voluntario.

- A. Tamaño corporal.
- B. Estado fisiológico.
- C. Condición corporal.
- D. Suplementación.
- E. Preferencia.
- F. Disponibilidad de forraje.
- G. Sistema de pastoreo.
- H. Condiciones ambientales.

2.4.2. Composición química del pasto maralfalfa.

En el sitio <http://www.maralfalfaprogreso.com> menciona que la cantidad de nutrientes del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) pueden variar de acuerdo al

estado fisiológico de la planta, a la fertilización a la que es sometido y otros factores que pueden afectar.

A continuación se presenta un análisis en general del contenido de nutrientes, en este análisis se encontró que la cantidad de los nutrientes es: humedad: 79.33%, fibra: 53.33%, grasa: 2.10%, cenizas: 13.5%, se encontró una cantidad de carbohidratos solubles: 12.2%, nitrógeno: 2.6%, proteína: 16.25%, también se encontraron las cantidades que contiene de algunos minerales como: calcio: 0.80%, fósforo: 0.33% y potasio: 3.38%, además de proteína digestible de 7.43% (<http://www.maralfalfaprogreso.com>).

En otro estudio realizado, 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, se observó que sin fertilización orgánica la cantidad de MS, PC y EE es mayor que con fertilización presentándose los siguientes valores: MS fertilizada: 11.79 y sin fertilizar:12.11, PC fertilizada:18.41, sin fertilizar:22.05, sin embargo no ocurre lo mismo con cenizas, FDN, FDA, Lignina, CNF con ellos la cantidad es más alta con fertilización, presentando los siguientes valores: cenizas, fertilizada:12.95, sin fertilizar:9.75, FDN fertilizada: 56, sin fertilizar: 53.9, FDA fertilizada:37.96, sin fertilizar:35.8, lignina fertilizada:7.27, sin fertilizar:6.84, para la digestibilidad verdadera de los carbohidratos también es determinante la fertilización presentando 23.95, y sin fertilización solo 19.8 (Correa *et al.*, 2007).

Un factor muy importante a considerar en la composición química de este forraje es la edad de rebrote, ya que al igual que con la fertilización, es determinante en el contenido de nutrientes, pudiéndose observar grandes variaciones de acuerdo a la edad.

Las edades de rebrote a las que fue analizado el forraje fueron 2, a los 56 días y a los 105 días, comparando la PC se observó que es mayor a la edad de 56 días presentando 21.8 a diferencia de los 105 días con un valor de 11.9 que corresponde a casi el 50 %, en cuanto al EE también presentó un valor más alto a los 56 días con 2.51 y a los 105 días solo 1.66, pero al observar el contenido de FDN el valor que presenta a los 56 días es menor que el que presenta a los 105 días con 54.7 y 66.9 respectivamente, lo mismo se presenta con la lignina a los 56 días tiene un valor de 7.05 y a los 105 un valor de 9.61, el contenido de carbohidratos no estructurales a los 56 días presentó un valor de 14.6 y a los 105 un valor de 10.9, observándose variaciones significativas casi en todas excepto en el contenido de cenizas el cual a los 56 días presenta un valor de 10.4 y a los 105 un valor de 10.5 (<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/17T0875.pdf>).

Composición química del pasto maralfalfa a diferentes edades de corte, las diferentes edades de corte a las que es sometido el forraje influye directamente en la composición química, en este estudio se analizaron 6 diferentes edades de corte, siendo estas las siguientes: 120, 90, 64, 60, 51, 47 días, tomando en cuenta el contenido de Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Acido.

En cuanto a la Materia Seca a la edad de corte que más cantidad presentó fue a los 90 días con 26.0 % tal vez a los 120 días presentaba más pero el dato no se obtuvo, además el valor aumenta conforme a la edad teniendo a los 47 días 9.4%, a los 51 días 9.7%, a los 60 días 10.7%, a los 64 días el dato tampoco fue registrado.

En cuanto a la proteína cruda esta presentó el valor más alto el día 64 de corte con un 15.7% en esta no se presentó un incremento o decremento constante ya que variaba mucho por ejemplo a los 120 días presenta 4.8%, a

los 90 días 3.3%, como ya se mencionó a los 64 días 15.7%, a los 60 días 11.4 %, a los 51 días 9.8% y al final a los 47 días presenta un contenido de 11.8%.

La fibra detergente neutro presento su valor más alto el día 90 con un 81.9 %, en este caso entre menor era el día de corte la cantidad de proteína era menor pero no disminuía constante sino que variaba, a los 64 días presento 64.5 %, a los 60 días 68.3% observándose que aunque son menos días la cantidad es más alta, a los 51 días con 66.3% y a los 47 con 64.6%, después de los 90 días a los 120 bajo considerablemente hasta 69.8%.

La fibra detergente acido es muy parecida a la FDN en cuanto al contenido que presentan en los diferentes días de corte ya que también presenta la mayor cantidad a los 90 días de corte, y a menor es el día de corte menor será la cantidad excepto en el día 120 cuando también sufre un descenso, presentando los siguientes valores, el día 120 presenta 50.5%, día 90 presenta 61.7%, día 64 presenta 42.9%, día 60 presenta 46.3%, día 51 presenta 46.8% y el día 47 presenta un 47.3% ([Carulla et al., 2004](#)).

De acuerdo a unas publicaciones de experimentos realizados en pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en el año 2003 se obtuvieron los resultados siguientes 15.34 % de PC, 16.56 % de M.S. y 23.89% F.C. estos experimentos se realizaron a los 70 días de edad del pasto ([Ramírez, 2003](#)).

La composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) puede variar de acuerdo a los días en que es tomada la muestra como en el siguiente experimento en el cual fue tomada a los 65 días de edad obteniéndose los siguientes resultados proteína cruda 18.69 %, materia seca 16.65%, fibra cruda 27.67% ([Ramos, 2011](#)).

En algunos trabajos realizados por [Osorio \(2004\)](#) y [Betancourt \(2004\)](#) en los cuales no se especifica qué condiciones se le dieron al pasto maralfalfa

(*Pennisetum sp.*) antes de tomar la muestra para ser analizada se obtuvieron los siguientes resultados PC 10.9 %, FDN 68.5 %, EE 2.4% y CEN 12.0 % y PC 13.4%, FDN 64.31%, EE 1.76% CEN 12.04% respectivamente.

[Buelvas \(2009\)](#) en su reporte sobre un experimento donde se utilizaron cuatro diferentes tipos de fertilización para el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) las cuales son descritas a continuación, en la fertilización orgánica se utilizaron 20 kg de estiércol fresco en 80 litros de agua por cada parcela y estos fueron los resultado obtenidos: MS 15.06%, PC 8.83%, FC 34.46 %, CEN 17.95 %, EE 1.45 %, LIG 5.88 %, en la fertilización química se utilizaron 250 gr/ha a base de urea obteniéndose lo siguiente MS 15.78%, PC 7.6%, FC 34.29%, CEN 17.44%, EE 1.58%, LIG 6.08%, en la fertilización mixta (orgánica y química) se utilizaron 20 kg de estiércol de bovino y 80 litros de agua más 250 gr de urea por parcela presentando los siguientes valores MS 11.18%, PC 9.81%, FC 34.1%, CEN 20.17% EE 1.64% LIG 5.36 %, y sin fertilizar en la cual no se le aplico nada, a continuación se muestran los resultados obtenidos MS 16.63% PC 6.73%, FC 34.79%, CEN 17.99%, EE 1.31%, LIG 7.14%.

En un experimento ahora analizando la composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) a diferentes edades de corte obtuvieron los siguientes resultados a los 40 días de corte. MS 12.79%, PC 9.77%, CEN 20.05%, EE 2.18%, 50 días de corte. MS 13.61%, PC 8.68%, CEN 18.68%, EE 1.94%, 60 días de corte. MS 14.53%, PC 7.76%, CEN 17.63%, EE 1.11%, 70 días de corte. MS 17.12%, PC 6.7 4%, CEN 17.17%, EE 0.73% y como se puede observar presenta el mayor porcentaje de proteína a los 40 días de corte con 9.77% y conforme los días van avanzando baja gradualmente hasta llegar al día 70 en el cual es de 6.7% ([Buelvas, 2009](#)).

Analizando la composición química a dos edades diferentes de rebrote (56 y 105 días) se observa que presenta un mayor contenido de nutrientes a los 56 días EE 2.51%, PC 21.18%, CEN 10.4%, FDN 54.7% que a los 105 días

EE1.66%, PC 11.9%, CEN 10.5%, FDN 66.9%, bajando considerablemente hasta casi un 50% en el contenido de proteína ([Correa, 2006](#)).

En una publicación analizando los carbohidratos no estructurales como glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa y almidón a tres diferentes semanas de corte 3, 6, 9, la diferencia más grande se presentó en la tercer semana con un 13.5% de CNE ya que para la sexta semana aumento 4.1% hasta un 17.6% de CNE, para la novena aumento solo aumento 2.3% llegando hasta 19.9% ([Clavero y Razz, 2009](#)).

En un experimento que se realizó comparando el pasto Saboya (*Panicum máximum jacq*) con el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a los 70 y 90 días de rebrote utilizando una fertilización química la cual consiste en aplicar tres bultos de cloruro de potasio y dos bultos de urea a los 30 días por cada cuadra sembrada, aplicándose un bulto de urea 10 días más tarde, arrojó los siguientes resultados 70 días maralfalfa: Humedad 82.6%, MS 17.40%, PC 15.68%, EE 1.66%, FC 42.18%, CEN 11.30%. 90 días maralfalfa: Humedad 77.22%, MS 22.78%, PC 11.92%, EE 1.51%, FC 44.03%, CEN 10.89%. 70 días Saboya: Humedad 83.5%, MS 16.5%, PC 12.68%, EE 2.05%, FC 41.01%, CEN 16.19%. 90 días Saboya: Humedad 80.63%, MS 19.37%, PC 10.03%, EE 1.78% FC 44.24%, CEN 9.24%, con lo que se puede observar que el pasto maralfalfa tiene una mayor cantidad de nutrientes que el pasto Saboya ([Andrade, 2009](#)).

Al trabajar con pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en base húmeda y base seca a una altura de corte de 1.80 m se encontró que contiene la siguiente cantidad de nutrientes, para base húmeda obtuvo : PC 7.13%, Humedad 61.9%, Grasa 0.89%, FDA 10.9%, FDN 19.6%, CNE 3.7%, CEN 6.84%, MS 38.1%, y para base seca PC 18.71%, Humedad 0%, Grasa 2.32%, FDA 28.5%, FDN 51.4%, CNE 9.6%, CEN 17.95%, MS 100% por lo que se puede observar

existe una gran diferencia entre una y otra presentando valores más altos en base seca ([Moreno, 2013](#)).

Al comparar la composición química a tres diferentes edades de corte con pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) ensilado a los 30 días se obtuvieron los siguientes datos: Humedad 81.48% MS 18.52 %, PC 22.39%, EE 2.06%, FC 28.14%, CEN 17.72%, MO 82.28%, a los 45 días los siguientes: Humedad 81.27%, MS 18.73%, PC 14.23%, EE 1.95%, FC 30.37%, CEN 16.4%, MO 83.6%, y a los 60 días los siguientes: Humedad 81.2%, MS 18.8%, PC 13.01%, EE 1.97%, FC 31.1%, CEN 16.11%, MO 83.89% al observar los datos se puede apreciar que al día 30 presenta la mayor cantidad de proteína en comparación con los otros dos es lo que indica el laboratorio de bromatología ([Erazo, 2009](#)).

Al realizar el análisis bromatológico del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con dos tratamientos diferentes los cuales consisten en los siguiente, el T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y el T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados a diferentes días de corte, se puede observar que el contenido de proteína cruda va disminuyendo considerablemente conforme aumentan los días, se obtuvieron los siguientes resultados, para el día 30: MS 11.1%. PC 17.21%. EE 2.02%, FC 31.0% CEN 18.47%, para el día 75: MS 16.7%, PC 15.3%, EE 1.91%, FC 34.17%, CEN 16.08%, para el día 105: MS 17.4%, PC 14.01%, EE 1.88%, FC 35.13%, CEN 15.86% y por ultimo para el día 135: MS 18.19% PC 13.3%, EE 1.83%, FC 35.65%, CEN 15.79%, ([Cruz, 2008](#)).

2.4.3. Digestibilidad.

Según [Carulla et al., \(2004\)](#) describen la digestibilidad como la porción del alimento que desaparece en el proceso de la digestión en el sistema digestivo y está estrechamente relacionado con la cantidad de alimento que

puede ser aprovechado por el animal y su contenido energético, uno de los principales factores que afectan la digestibilidad y el consumo voluntario es el aumento de la pared celular en el forraje, a medida que esta aumenta tienden a bajar, esto puede ser debido a que los nutrientes más digestibles se encuentran en el contenido celular como son: proteínas, azúcares y lípidos, y los menos digestibles se encuentran en la pared celular como son: celulosa, hemicelulosa y lignina.

La digestibilidad matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Dig} = 0.98 \times (\%CC) + \text{digestibilidad de la pared celular} \times (\%PC)$$

Donde:

Dig: digestibilidad.

0.98: es el coeficiente de digestibilidad de los contenidos celulares.

% C C: es el porcentaje de contenidos celulares.

% PC: es el porcentaje de pared celular.

En general se considera que el pasto maralfalfa tiene una digestibilidad de 55 a 70%. Aunque como es mencionado por [Sosa et al. \(2006\)](#) al realizar un proyecto en el que se trató de medir la digestibilidad de las fracciones del pasto maralfalfa y la energía proporcionada con el fin de evaluar el valor nutritivo del pasto en la crianza de cabras, el pasto fue cortado a una edad de 70 días y una altura promedio de 150 cm para posteriormente ser picado manualmente en trozos de 10 cm y ofrecerlo a los animales como alimento exclusivo representando el 1.8% de su peso vivo.

Tomando en cuenta el tratamiento 1 en el cual se suministró únicamente pasto maralfalfa estos fueron los coeficientes de digestibilidad para cada una de las fracciones químicas del pasto maralfalfa.

Cuadro 2. 2 Coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones de maralfalfa en la alimentación de cabras.

| Fracción del pasto | C.D.% |
|--------------------|-------|
| M.S | 68.11 |
| P.C. | 75.12 |
| E.E. | 77.50 |
| C.C. | 51.19 |
| E.N.N. | 69.93 |
| F.D.N. | 67.72 |
| F.D.A. | 63.18 |
| C.N.F. | 78.90 |

Fuente: [Sosa et al. \(2006\)](#).

Además existen diferentes métodos para medir la digestibilidad a continuación mencionan algunos como son:

- A. Digestibilidad *in vivo*.
- B. Digestibilidad *in vitro*.
- C. Técnicas enzimáticas.
- D. Utilización de indicadores
- E. Técnica *in situ*.

2.5. 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, para esto se han desarrollado algunos índices dentro de los que se encuentran: Índice de Valor Nutritivo, el Consumo Estimado de Energía Digestible, el Índice de Calidad Forrajera y el Índice de Valor Relativo de los Forrajes para que sea más fácil y practico establecer la calidad nutricional de los mismos ([Moore, 1994](#)).

Con todos estos indicadores se hace la estimación del CMS 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 y Undesander, 2002).

Se considera 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).

El CMS máximo es estimado con base en el contenido de FND según la siguiente ecuación: $CMS (\% PV) = 120/FND (\%MS)$. La digestibilidad de la MS (un indicador del contenido de energía disponible) se calcula en función del contenido en FAD: $DMS (\%) = 88,9 - (0,779 \times FAD, \%)$; El valor relativo de los forrajes (exceptuando el ensilado de maíz) se calcula como: $VRF = (DMS \times IMS)/1,29$ donde MS = materia seca; IMS = ingestión de MS; DMS = digestibilidad de la MS.

Al 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; Moore y Undersander, 2002; Texeira y Andrade, 2001). 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.

Cuadro 2. 3 Índice de valor relativo del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*)

| Parcelas | VRF |
|----------|-------|
| F | 103.3 |
| SF | 107.8 |
| Promedio | 105.6 |
| P | 0.32 |
| C.V. | 16.3 |

Fuente: Correa *et al.* (2005).

En un experimento para determinar el índice del valor relativo del pasto, fue 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.

Cuadro 2. 4 Estimación del índice de valor relativo de algunos forrajes utilizados en Colombia para la alimentación de ganado de leche.

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

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

En comparación con algunos de los forrajes más utilizados en Colombia para la alimentación de ganado de leche se puede observar al pasto maralfalfa con un 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 Ryegrass que puede presentar un VRF de hasta 128.7 teniendo una diferencia considerable con este.

Cuadro 2. 5 Clasificación forrajes para ganado de leche según el índice de valor relativo.

| Clasificación | FDN | FDA | VRF |
|----------------------|------------|------------|------------|
| Excelente | <41 | <31 | >151 |
| Primera | 40-45 | 31-35 | 151-125 |
| Segunda | 47-53 | 35-40 | 124-103 |
| Tercera | 54-60 | 41-42 | 102-87 |
| Cuarta | 51-65 | 43-45 | 86-75 |
| Quinta | >65 | >45 | <75 |

Fuente: [Linn et al. \(1987\)](#).

Según la clasificación de los forrajes de acuerdo al índice de valor relativo siendo estas excelente mayor a 151, primera entre 125 y 151, segunda entre 103 y 124, tercera entre 87 y 102, cuarta entre 75 y 86, quinta menor de 75 se puede considerar al pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) como un pasto entre la segunda y tercera categoría porque como ya se comentó presenta valores que van desde 70.3 hasta 107.8 de VRF, sin embargo este valor puede cambiar con la edad de corte en la medida en que cambian las concentraciones de FDN y FDA.

2.6. Silos.

Es básicamente la fermentación bajo condiciones anaerobias a causa de la actividad microbiana, la fermentación está determinada por el tipo de microorganismos que participan en la fermentación, el sustrato del que disponen estos microorganismos para su crecimiento y el contenido de humedad con la que cuenta el forraje a ensilar, las bacterias encargadas de producir el ácido láctico utilizan los carbohidratos solubles en agua para poder llevar a cabo este proceso y así bajar el pH del ensilado, lo cual evita el crecimiento de bacterias, además de esto con las condiciones anaerobias se evita el crecimiento de mohos y levaduras, ya terminada la fermentación el ensilado se puede conservar por periodos prolongados si prevalecen estas condiciones ([Kung, 2004](#)).

2.6.1. Cultivos para ensilar.

Existe gran diversidad de plantas que se pueden utilizar para ensilar ya sea gramíneas, leguminosas u otras algunas cultivadas únicamente para este fin pero algunas otras simplemente aprovechadas de acuerdo a las circunstancias como los residuos de leguminosas y frutos, entre las gramíneas se encuentran algunos cultivos como son el trigo, avena, cebada, centeno y el maíz, y entre las leguminosas esta la alfalfa, los tréboles, veza y kudzu (Robles, 1983).

Cuadro 2. 6 Cultivos para ensilar.

| Gramíneas | Leguminosas | Diversos |
|---------------------|--------------------|---|
| Timothy | Alfalfa | Girasol |
| Pasto bromoso liso | Trébol dulce | Coles |
| Ryegrass | Trébol rojo | Papas |
| Pasto Johnson | Trébol latino | Remolacha |
| Sorgo | Soya | Residuos de leguminosas, frutos, cereales de cervecería y destilería. |
| Mijos | Chícharo de grano | |
| Pasto pata de gallo | Veza | |
| Pasto sudan | Kudzu | |
| Maíz | Lespedeza | |
| Avena | Chícharo de vaca | |
| Cebada | | |
| Trigo | | |
| Centeno | | |

Fuente: Robles (1983).

2.6.2. Cosecha del forraje.

Este es un factor fundamental que va a influir directamente en la calidad del ensilado pues si el corte del forraje cualquiera que este sea se realiza después o antes de su punto óptimo no contendrá la misma cantidad de carbohidratos solubles en agua necesarios para el proceso de producción de ácido láctico, por ejemplo en el maíz debe contener un 65 a 70 % de humedad

o lo más cercano posible para que presente la madurez de masoso suave que es cuando tiene las mejores cualidades nutritivas y de digestibilidad (Alltech, 2003).

Cuadro 2. 7 Madures óptima de cosecha.

| Forraje | Humedad % | Madurez |
|----------------|------------------|---------------------------------|
| Maíz | 65-70 | 1/3-1/2 línea de leche |
| Alfalfa | 55-60 | Botón o máximo 10% de floración |
| Pastos | 55-60 | Embuche |
| Sorgo | 65-70 | Masoso |
| Avena | 60-65 | Embuche |
| Trigo | 60-65 | Embuche |
| Trébol | 55-65 | ¼-1/2 de floración. |

Fuente: Alltech (2003).

2.6.3. Longitud del corte y compactación.

Se recomienda picar las partículas relativamente pequeñas para con ello lograr una mejor compactación evitando que pueda quedar aire entre las partículas y logrando que las bacterias ácido lácticas entren en contacto directo con los azúcares la longitud recomendada es de entre ¼ a ¾ de pulgada dependiendo el cultivo, y el índice de compactación de 400 a 500 kg/ hora por tonelada para lograr una mejor estabilidad anaeróbica (Nicklas, 1997).

2.6.4. Protección del forraje.

En el proceso de ensilado la protección del forraje juega un papel muy importante ya que si no se realiza puede ocasionar grandes pérdidas sobre todo en la superficie debido a que se permite la entrada de aire, se estima que en comparación un silo cubierto las pérdidas en la primeras 10 pulgadas de profundidad son de 20% mientras que en uno no cubierto es casi el 90% (Alltech, 2003).

2.6.5. Tipos de silo.

Existen muchas y muy variadas técnicas, además de las herramientas por medio de las cuales se pueden lograr las condiciones anaeróbicas que es la finalidad que cada una de las estructuras busca, pero en general todas involucran colocar el cultivo en un silo hermético, entre los más comunes se encuentran:

- A. Silos verticales.
- B. Silos horizontales.
- C. Silos de trinchera.
- D. Silos de parva.
- E. Silos con paredes.

(Herrera *et al.*, 2007).

2.6.6. Proceso de ensilado.

En trabajos realizados por Herrera *et al.* (2007) se menciona que el proceso de ensilado básicamente se da en dos fases que son la aeróbica y la anaeróbica.

2.6.6.1. Fase 1: Fermentación aeróbica el ensilado experimenta muchos cambios bioquímicos y microbiológicos desde que es cosechado asta que es consumido por el animal, estos cambios inician con la respiración anaeróbica que se da exactamente después de que el forraje es cosechado, durante esta fase los carbohidratos hidrosolubles son convertidos a CO₂, calor y agua por la célula vegetal y microorganismos aerobios específicos, esto continuara hasta que el oxígeno disminuya o los carbohidratos hidrosolubles se terminen, siendo esta una fase ineficiente para la perspectiva de conservación aunque puede ofrecer algunos beneficios como: el incremento de condiciones anaeróbicas y la producción de ciertos antimicóticos. Algunos de los problemas que se presentarían con una fase aeróbica extensa son: excesiva pérdida de materia

seca que podría estar disponible para el ganado o para las bacterias productoras de ácido láctico y producción de calor excesivo contribuyendo al incremento potencial de daños por calor de las proteínas del forraje (Herrera *et al.*, 2007).

2.6.6.2. Fase 2: Fase anaeróbica después de que el oxígeno ha sido desplazado comienza la fermentación que se caracteriza por el crecimiento de anaerobios, entero bacterias y cepas de bacterias ácido lácticas heterofermentativas siendo estos los primeros que se establecen debido al calor y a su tolerancia al acetato, estos producen ácido acético, etanol, ácido láctico y CO₂ por la fermentación de hexosas (glucosa y fructosa) y pentosas (xilosa y ribosa). Como el pH del ensilaje tiende a bajar más allá de 5 comienza la disminución de las bacterias heterofermentativas lo cual es señal de que la fase aeróbica ha terminado, en general se da a las 24 a 72 horas.

Como el pH continua bajando la población de bacterias ácido lácticas homofermentativas va en aumento causando una mayor rapidez y reducción eficiente del pH del ensilaje, cuando la población de estas bacterias llega a ser de 100 millones por gramo de forraje es cuando se da el mayor decline del pH.

Muchos de los nutrientes como son los carbohidratos hidrosolubles, péptidos y aminoácidos se conservan cuando la fermentación se termina rápidamente, la cantidad de ácidos grasos volátiles como son: propionico, butírico, acético, láctico que es el más fuerte y efectivo para reducir rápidamente el pH del ensilaje y otros dependen en gran medida de las prácticas de manejo (madurez y humedad) y de las poblaciones epifíticas.

La fase anaerobia es la fase principal en el proceso de ensilado el cual lleva al pH del forraje lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento potencial de todo organismo. La fermentación natural acompañada solo por organismos epifíticos y sin la asistencia de cualquier tipo de aditivos tomara

aproximadamente de 10 días a 3 semanas para llegar a su etapa final, esto dependerá del tipo de cultivo, capacidad reguladora de pH, humedad y madurez del material a ensilar, por ejemplo algunas leguminosas que presentan una alta capacidad amortiguadora (480 miliequivalentes de NaOH/kg de materia seca) y bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles (4 a 6%) alcanzan un pH de 4.5 aproximadamente ya obtenido el pH final el forraje se encuentra en un estado de preservación, el pH se puede obtener mezclando el forraje ensilado con agua destilada obteniendo un extracto tomando la medida con un potenciómetro, cabe señalar que el pH no es el único indicador de calidad de la fermentación (Herrera *et al.*, 2007).

Además también Herrera *et al.*, (2007) mencionan que existen varios factores que pueden afectar el proceso de fermentación entre los más importantes están:

2.6.6.3. Factor 1: Los carbohidratos hidrosolubles, son los que usan los microorganismos como fuente de energía para su crecimiento, entre los principales están la fructosa, glucosa y sacarosa, ya que con otros carbohidratos como almidón, celulosa y hemicelulosa el proceso de fermentación es muy limitada, normalmente se requiere entre 6 a 12 % de carbohidratos hidrosolubles para llevar a cabo una apropiada fermentación esto va a depender del tipo de cultivo, las condiciones del cultivo y las ambientales (Herrera *et al.*, 2007).

2.6.6.4. Factor 2: Capacidad reguladora del pH de los forrajes, se entiende como el grado en que el forraje se resiste a los cambios de pH, por lo tanto forrajes con alta capacidad reguladora serán altamente resistentes a la reducción del pH, esto es indeseable ya que es necesario que el pH este a bajos niveles para que se lleve a cabo una buena conservación, ocasionando que se tenga que producir ácido adicional y gran parte de los carbohidratos hidrosolubles se destinen a ello, pues con una capacidad reguladora alta puede

llevarse hasta el doble de carbohidratos hidrosolubles en producir este ácido adicional para tener una buena fermentación que si tiene una capacidad reguladora baja.

En términos generales las leguminosas tienen una capacidad reguladora alta por lo que es necesaria una mayor cantidad de carbohidratos hidrosolubles para cambiar el pH y llevar a cabo la fermentación aproximadamente un 10 a 12 % de los carbohidratos hidrosolubles de la materia seca, comparándolo con el de los pastos que solo requieren de un 6 a 8 % ([Herrera et al., 2007](#)).

2.6.6.5. Factor 3: Contenido de humedad del forraje, un bajo contenido de humedad aumentará el pH y por lo tanto la estabilidad aeróbica, los ácidos orgánicos se pierden en el proceso de pre secado con lo que se reduce la capacidad amortiguadora de las plantas mejorando el proceso de ensilado, por lo que es bueno un pre secado en el campo en cultivos con bajo contenido de CHS y alta capacidad amortiguadora, también las bacterias ácido lácticas toleran mejor la baja humedad que los clostridium los cuales son indeseables y con mucha humedad disminuye el valor nutricional y consumo voluntario del ensilaje por lo que un pre secado se considera benéfico ([Herrera et al., 2007](#)).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Descripción del Área Estudiada.

El material vegetativo de pasto maralfalfa fue obtenido de parcelas fertilizadas con 200 kg por hectárea del fertilizante triple 15, las parcelas se encuentran ubicadas en el Rancho "Paisabel", propiedad del Sr. Rigoberto Flores Cruz, el cual está ubicado en el Municipio de Panuco, Ver. 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).

El análisis bromatológico 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. 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[®]: 0, 2.5, 5.0, 7.5, y 10.0 g/ton) y se almacenaron por un periodo de 120 días después.

Se utilizaron las técnicas descritas por [Tejada \(1985\)](#) utilizadas en el laboratorio de nutrición animal, llamadas método de Weende, 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, 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:

3.2.1. Materia seca parcial.

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 las determinaciones del peso del residuo, esta técnica se basa en someter a los insumos o alimentos a temperaturas entre 69-65⁰C la temperatura se regula para efectuar un secado máximo y para evitar un mínimo de pérdidas de sustancias volátiles y otras que se descomponen.

3.2.1.1. Material y equipo.

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

3.2.1.2. Procedimiento.

- A. Caliente el horno 60-65⁰C.
- B. Perfore su bolsa de papel.
- C. Pese su bolsa de papel perforada.
- D. Corte su muestra en pedazos de 1.5 cm aproximadamente, excepto la raíz, coloque la muestra dentro de la bolsa y pese.

- E. Coloque la bolsa de la muestra en la estufa durante 12-14 horas.
- F. Saque la muestra de la estufa y enfríela a temperatura ambiente.
- G. Pese su bolsa con la muestra.

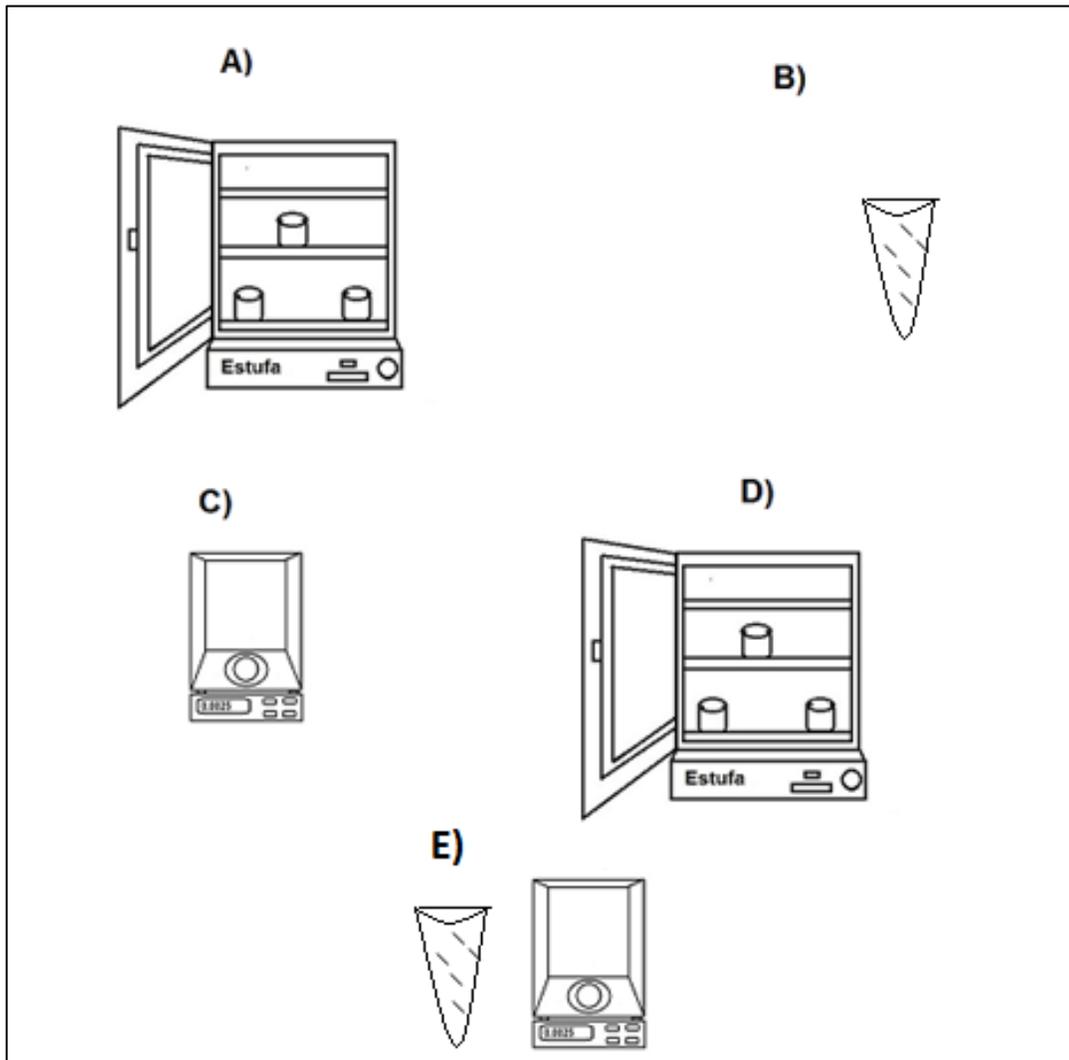


Figura 3. 1 Diagrama para determinar materia seca parcial.

3.2.1.3. Cálculos.

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

3.2.2. 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.

3.2.2.1. Equipo.

- A. Estufa con circulación de aire de 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.

3.2.2.2. 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. Colocamos los crisoles en la estufa a 80 – 110° C durante 24 horas para que estén a peso constante.

- C. Con las pinzas sacamos con cuidado lo crisoles de la estufa y los colocamos en el desecador, enfriamos durante 10 minutos y pesamos.
- D. Pesamos dos gramos de muestra y colocamos en el crisol.
- E. Colocamos en la estufa durante 12 horas.
- F. Sacamos el crisol con las pinzas, los colocamos el desecador se dejó enfriar y pesamos.

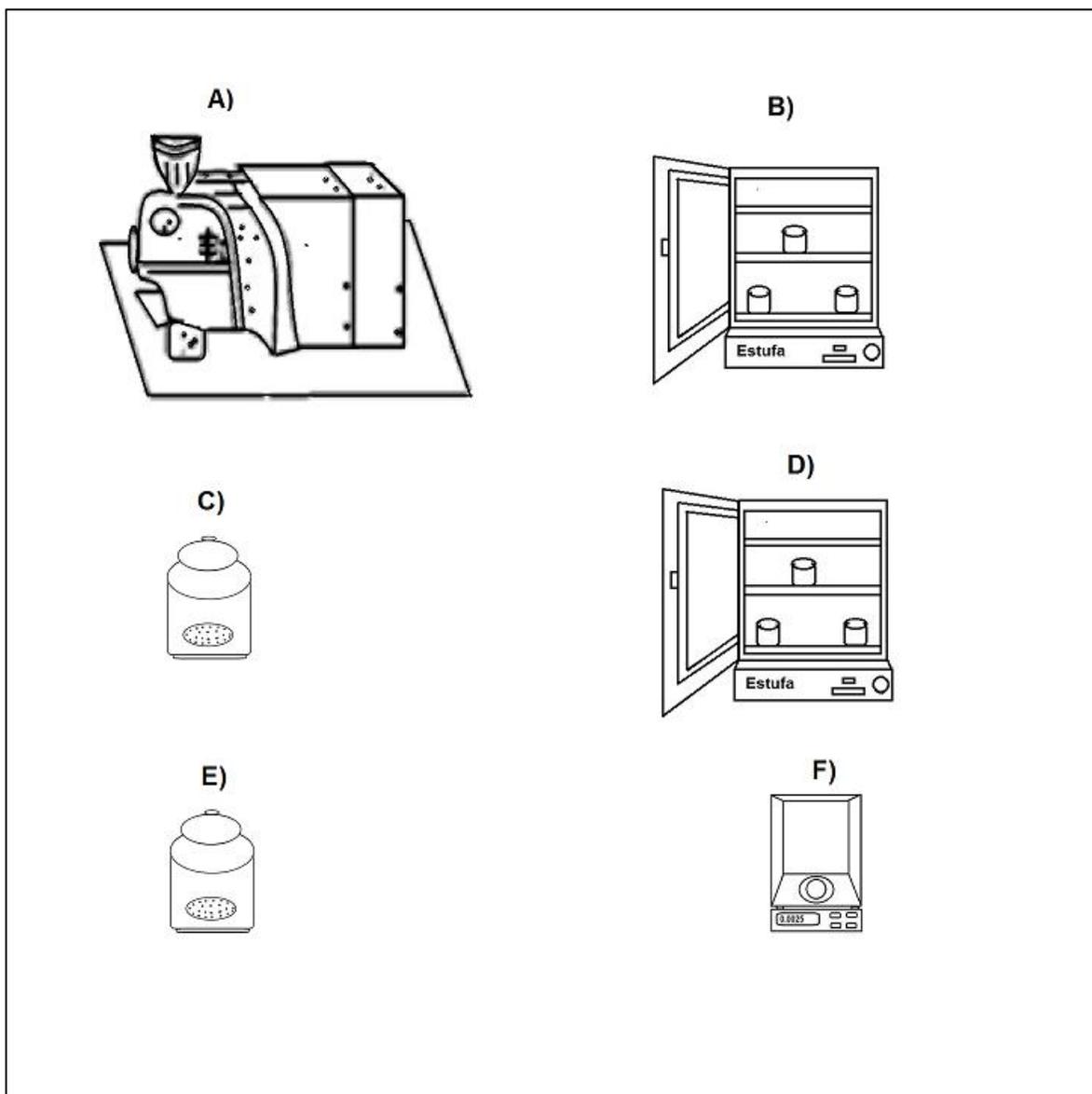


Figura 3. 2 Diagrama para determinar materia seca total.

3.2.2.3. Cálculos.

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

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

3.2.3. 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.

3.2.3.1. Reactivos y equipos.

- 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.
- K. Algodón.

3.2.3.2. 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) colóquela en un dedal de asbesto doblando con cuidado el papel que contiene la muestra.
- C. Con pinzas saque con cuidado un matraz bola de fondo plano, colóquelo en el desecador durante 10 minutos, 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, déjelo 16 horas sifoneando.
- F. Con cuidado retire el dedal con pinzas recupere el solvente coloque su matraz en la estufa, déjelo 12 horas, sáquelo enfríelo y pese.

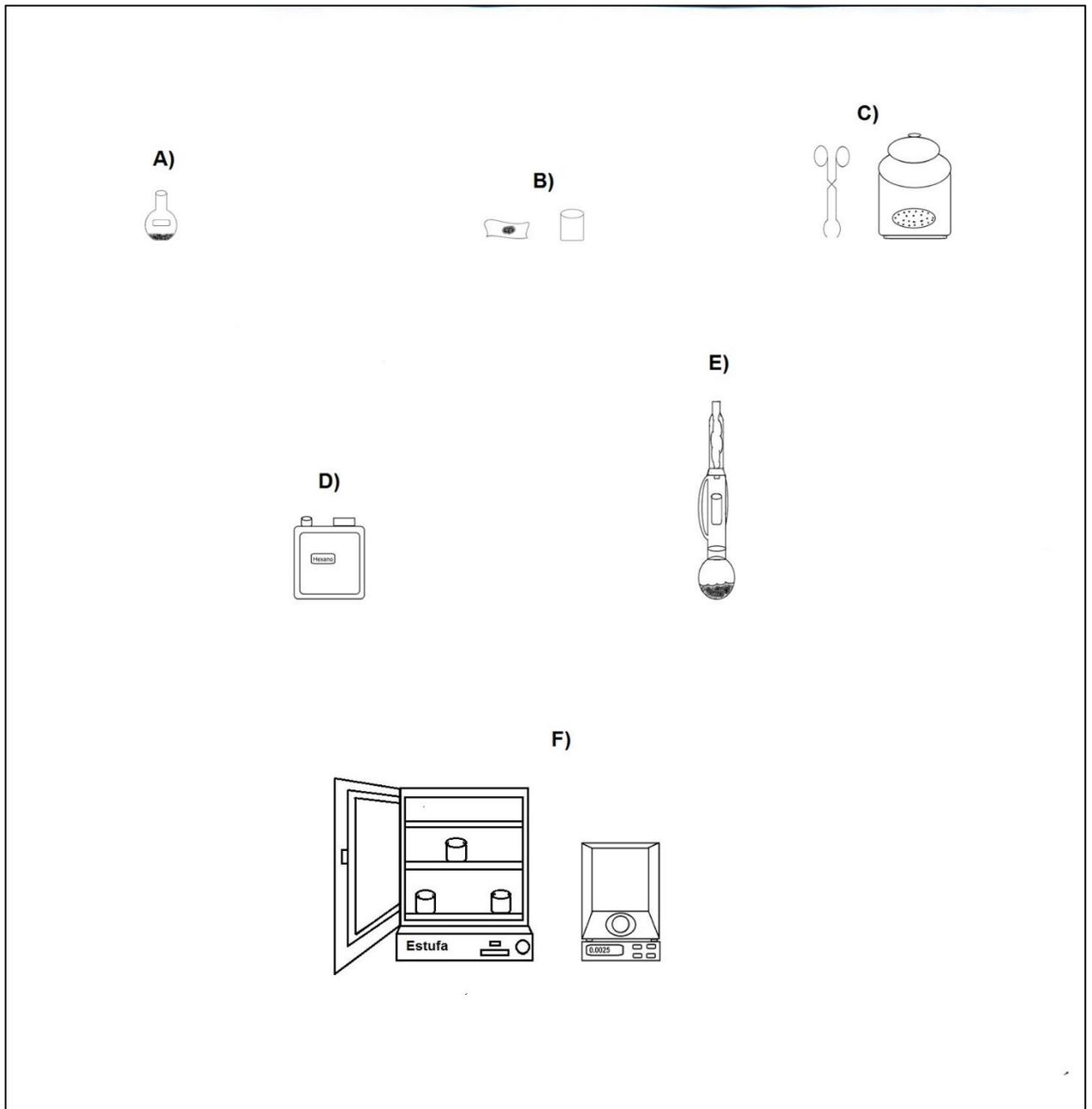


Figura 3. 3 Diagrama para determinar extracto etéreo.

3.2.3.3. Cálculos.

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

3.2.4. 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, al tratamiento 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.

3.2.4.1. Materiales y reactivos.

- 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.

3.2.4.2. Procedimiento.

- A. Pese 2 g de su muestra desengrasada, colóquela en el vaso Berzelius.
- B. Agregue 100ml.de ácido sulfúrico o.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 vacié 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.

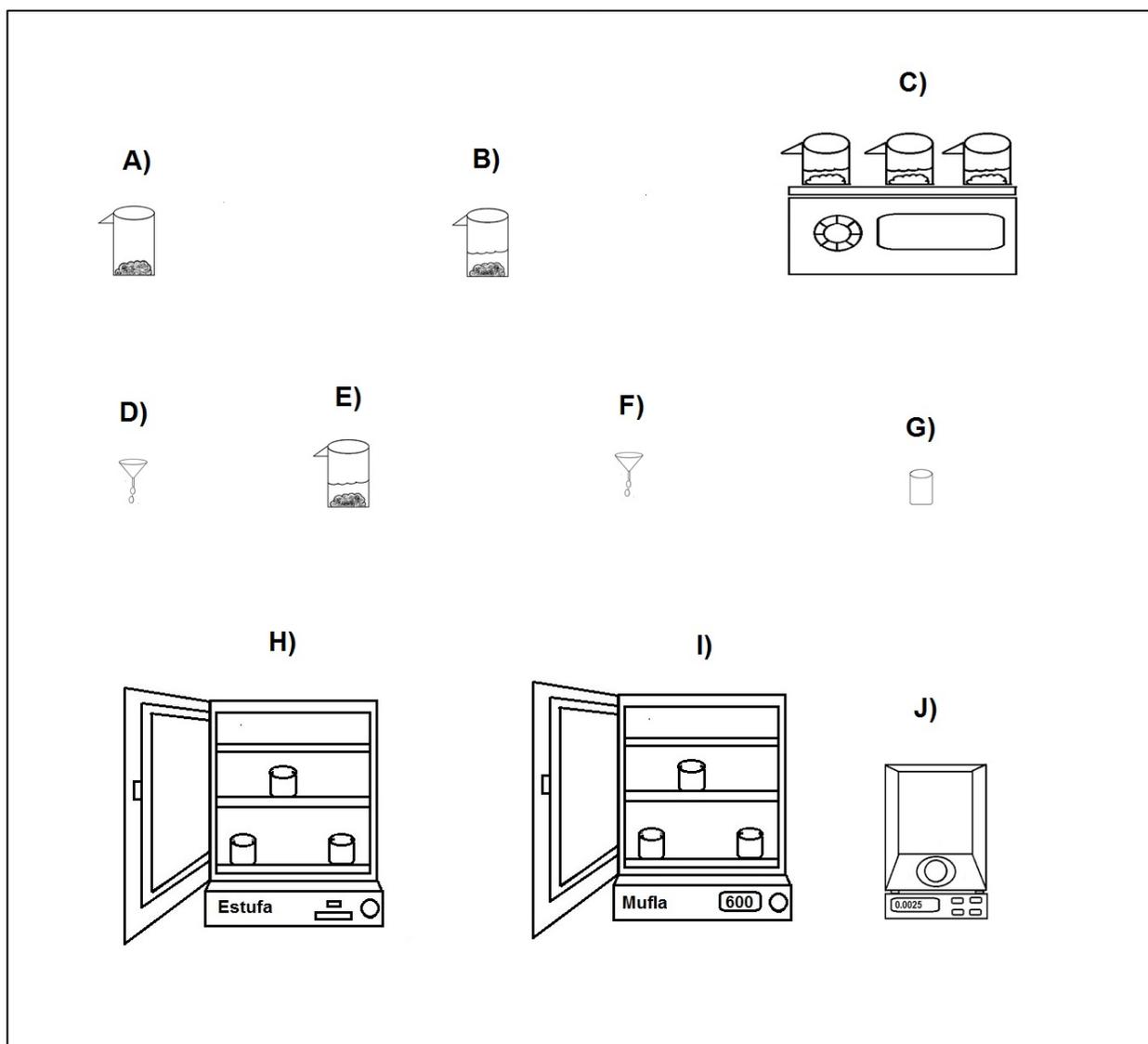


Figura 3. 4 Diagrama para determinar fibra cruda.

3.2.4.3. Cálculos.

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

3.2.5. Proteína cruda.

Indicará determinaciones de compuestos químicos nitrogenados que no son proteínas, esta práctica servirá para determinar otros compuestos que no son proteínas, además de los compuestos definidos como proteína verdadera, la proteína bruta incluyen compuestos nitrogenados no proteicos que 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 el del método de Kjeldahl. Esto en realidad es un método indirecto realmente se determinará la cantidad de nitrógeno presente en la muestra.

3.2.5.1. Material y equipo.

- 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.

3.2.5.2. 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.

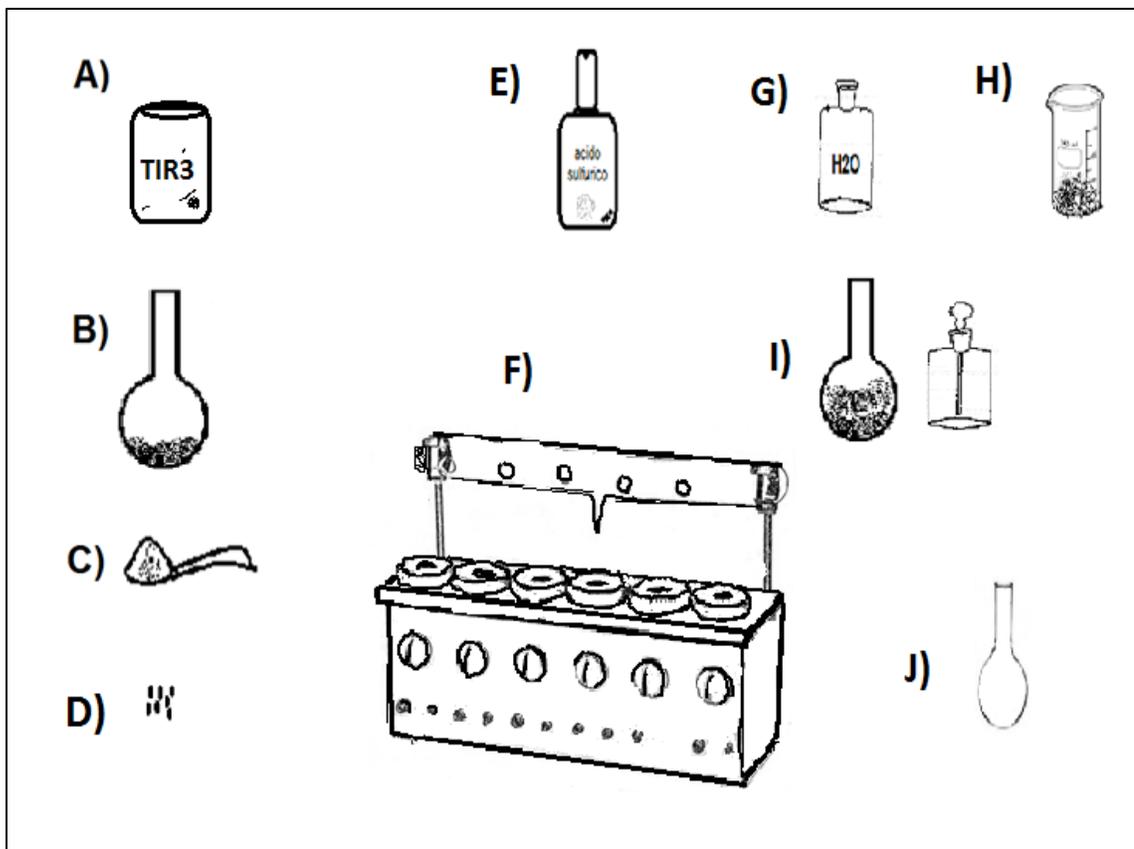


Figura 3. 5 Diagrama para determinar proteína cruda.

3.2.5.3. Cálculos.

%Nitrogeno

$$= \frac{(ml \text{ de } H_2SO_4 \text{ en muestra} - ml \text{ de } H_2SO_4 \text{ en blanco}) \times 0.014 \times \text{normalidad de acido}}{gr. muestra} \times 100$$

$$\%PC = \%N \times 6$$

3.2.6. Cenizas.

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

3.2.6.1. Material y equipo.

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

3.2.6.2. 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.

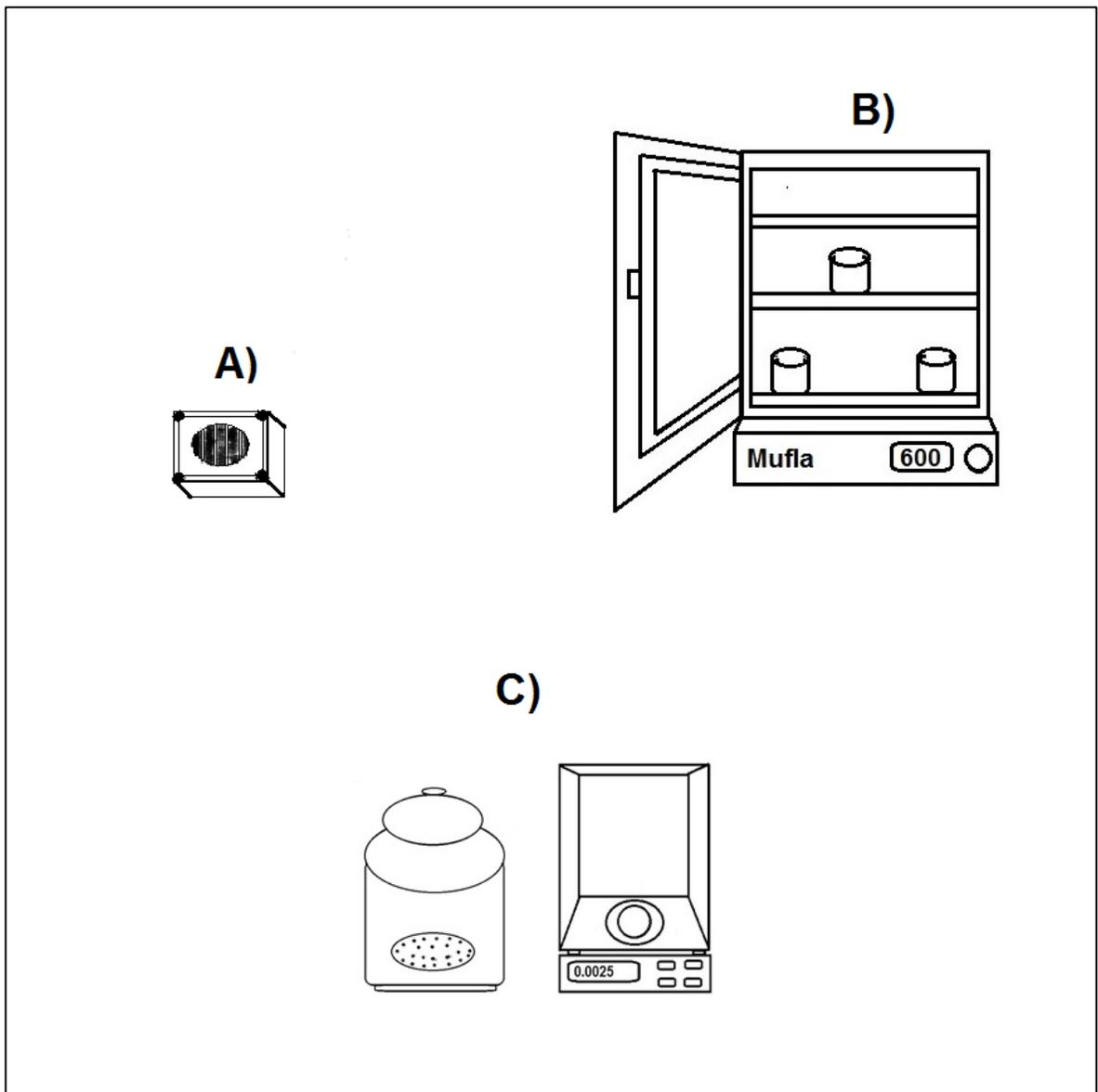


Figura 3. 6 Diagrama para determinar cenizas.

3.2.6.3. Cálculos.

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

3.2.7. 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.

3.2.7.1. Cálculos.

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

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Al obtener los valores de materia seca, proteína cruda, grasa, fibra cruda, y cenizas (Cuadro 4.1) se procedió a realizar el análisis de varianza por medio de un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, con respecto al coeficiente de variabilidad no es muy alto, ya que los resultados no están dispersos, esto indica que el análisis de composición química se realizó de manera correcta o que diversos factores no afectaron los resultados.

Cuadro 4. 1 Medias de tratamiento de la composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

| Nivel de Inoculante/Conservador | % Materia Seca | % Proteína | % Grasa | % Fibra Cruda | % Cenizas |
|--|-----------------------|-------------------|----------------|----------------------|------------------|
| 0.0 | 24.00 | 11.44 b | 2.18 | 37.93 | 15.29 |
| 2.5 | 22.67 | 13.18 a | 2.40 | 36.03 | 16.49 |
| 5.0 | 19.67 | 10.83 b | 2.34 | 37.28 | 15.12 |
| 7.5 | 19.67 | 11.52 b | 1.93 | 35.37 | 16.27 |
| 10.0 | 20.67 | 11.58 b | 2.16 | 38.17 | 16.20 |

Valores con diferente literal dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

4.1. Materia Seca.

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para los valores de materia seca (Figura 4.1) se observa que todos los tratamientos son

similares entre sí, ya que no se observó diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$), presentando valores que van desde 19.67 % con 5.0 y 7.5 g/Ton de inoculante/conservador hasta 24.00 % con 0.0 g/ Ton de inoculante/conservador.

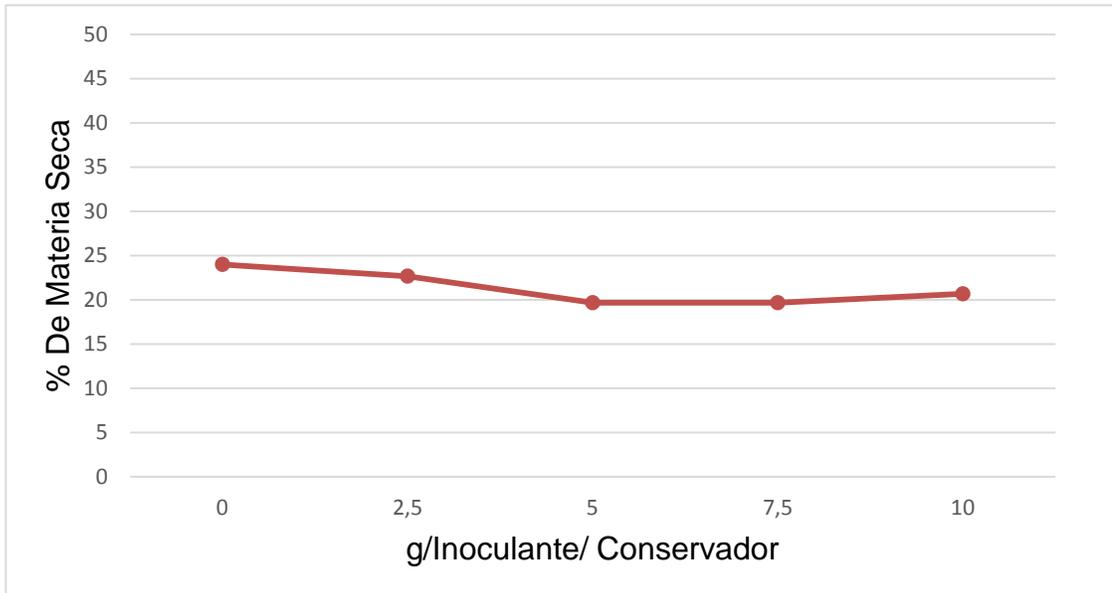


Figura 4. 1 Comportamiento de los valores de Materia Seca del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

4.2. Proteína.

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para los valores de proteína (Figura 4.2) se observa una diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$) siendo el tratamiento con 2.5 g/Ton de inoculante/conservador el que presentó el mayor valor de 13.18 % a diferencia de los otros cuatro tratamientos que son similares entres sí presentando valores desde 10.83 % con 5 g/Ton de inoculante/conservador hasta 11.58 % con 10 g/Ton de inoculante/conservador.

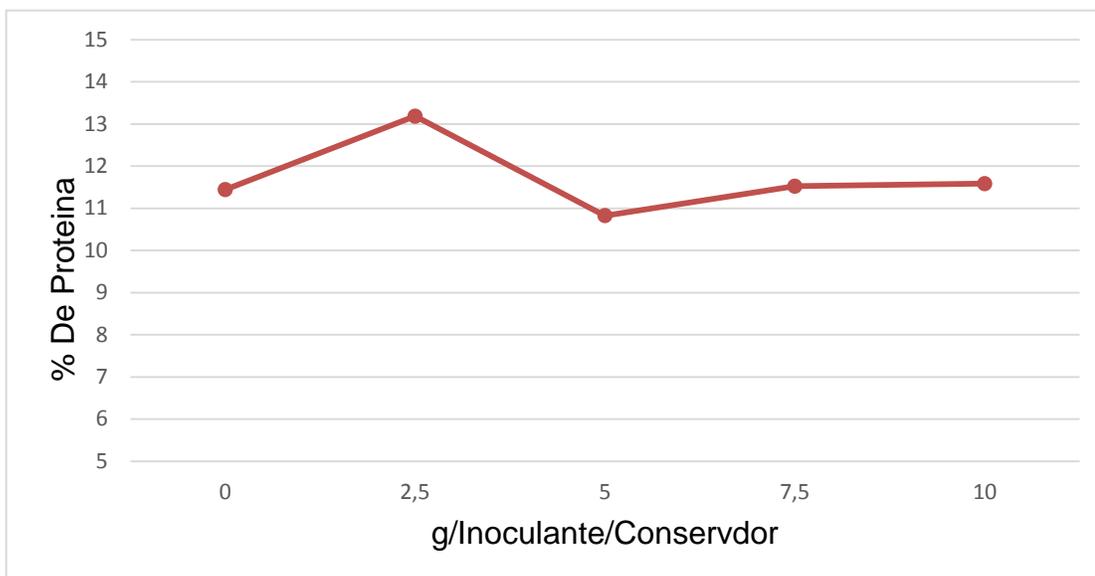


Figura 4. 2 Comportamiento de los valores de proteína del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

De acuerdo con los valores de proteína obtenidos por [Carulla et al \(2004\)](#) con el pasto maralfalfa se puede decir que son muy parecidos a los obtenidos en este trabajo, pues en los días 60 y 47 de corte presenta unos valores de 11.4 % y 11.8 % respectivamente, aunque también presenta una gran diferencia para el día 90 y 64 donde los valores son 3.3 % y 15.7 % respectivamente, mientras que [Buelvas \(2009\)](#) al trabajar con el pasto maralfalfa muestra que todos sus resultados fueron inferiores presentando el valor más alto con la fertilización mixta la cual consiste en aplicar 20 kg de estiércol de bovino y 80 litros de agua más 250 gr de urea por parcela con un valor de 9.81 % y el valor más bajo fue sin fertilización con un valor de 6.73 %, además también al realizar el análisis a diferentes días de corte presento el valor más alto a los 40 días con un 9.77 %.

El pasto maralfalfa al ser analizado por [Correa \(2006\)](#) al día 105 de rebrote presenta un 11.9 % valor muy parecido al obtenido en este trabajo, pero chequeando el día 56 de rebrote se puede observar una gran diferencia pues presenta un valor de 21.18 % el cual supera por mucho al obtenido en este trabajo.

El pasto maralfalfa al ser analizado por [Andrade \(2009\)](#) 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 10 días más tarde a los 70 días de rebrote se obtuvo un valor de 15.68 % y a los 90 días de rebrote 11.92 % valor más parecido al obtenido en este trabajo.

La composición química del ensilaje del pasto maralfalfa realizado en diferentes días de edad muestra unos resultados mayores a los obtenidos en este trabajo que van desde 22.39 % de proteína a los 30 días hasta un 13.01 % a los 60 días de edad siendo este el más bajo obtenido por [Erazo \(2009\)](#).

[Cruz \(2008\)](#) al tratar el pasto maralfalfa con dos tratamientos el T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y el T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados a diferentes días de corte, obtuvo valores superiores a los obtenidos en este trabajo, presentando el valor más alto el día 30 con un 17.21 % y el valor más bajo el día 135 con un valor de 13.3 %.

4.3. Grasa.

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para los valores de grasa (Figura 4.3) se observa que todos los tratamientos son similares entre sí, ya que no se observó diferencia estadísticamente significativa

($P > 0.05$), presentando valores que van desde 1.93 % con 7.5 g/Ton de inoculante/conservador hasta 2.40 % con 2.5 g/ Ton de inoculante/conservador.

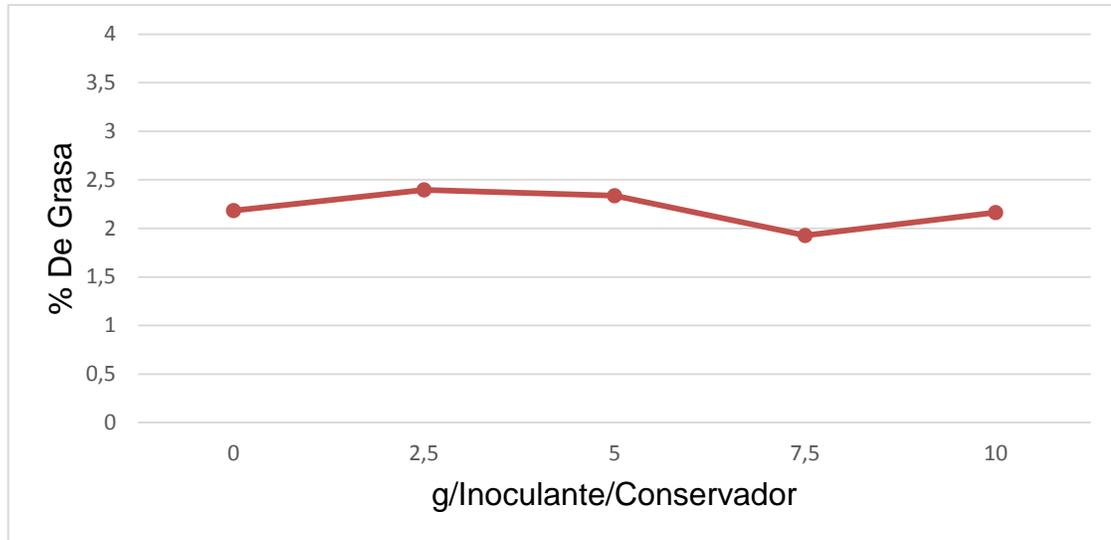


Figura 4. 3 Comportamiento de los valores de grasa del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

En el presente trabajo se encontró el porcentaje de grasa más alto con el tratamiento 2 con un valor de 2.39 % y el más bajo con el tratamiento 4 con un valor de 1.92 %, [Osorio \(2004\)](#) encontró un valor un poco más alto con un 2.4 % a diferencia de [Betancourt \(2004\)](#) el cual presenta un valor más bajo con un 1.76 % aunque no se especifica qué clase de tratamiento se le dio al pasto maralfalfa al igual que [Buelvas \(2009\)](#) que también presenta unos porcentajes más bajos que van desde 1.31 % hasta 1.64 % sin fertilización y con una fertilización mixta la cual consiste en aplicar 20 kg de estiércol de bovino y 80 litros de agua más 250 gr de urea por parcela respectivamente, pero al analizarlo a diferentes días de corte encontró valores muy parecidos por ejemplo para el día 40 encontró 2.18 % y para el día 50 1.94 %.

[Correa \(2006\)](#) también presenta unos valores parecidos aunque a diferentes días de rebrote con una diferencia más grande entre el mínimo y el máximo obtenidos en este trabajo pues sus resultados fueron para el día 56 de rebrote 2.51 % y para el día 105 de rebrote 1.66 %, [Andrade \(2009\)](#) 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 10 días más tarde encontró valores más bajos obteniendo el día 70 1.66 % y el día 90 1.51 %.

En cuanto al contenido de grasa del pasto maralfalfa ensilado presentando diferentes edades se obtienen valores muy parecidos a los obtenidos en este trabajo aunque sin tanta diferencia del mayor al menor se obtuvo 2.06 %, 1.95 % y 1.97 para los días 30, 45 y 60 respectivamente, [Cruz \(2008\)](#) al tratar el pasto maralfalfa con dos tratamientos el T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y el T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados a diferentes días de corte obtuvo valores muy similares que van desde 1.83 % hasta un 2.02 %.

4.4. Fibra cruda

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para los valores de fibra cruda (Figura 4.4) se observa que todos los tratamientos son similares entre sí, ya que no se observó diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$), presentando valores que van desde 35.37 % con 7.5 g/Ton de inoculante/conservador hasta 38.17 % con 10 g/ Ton de inoculante/conservador.

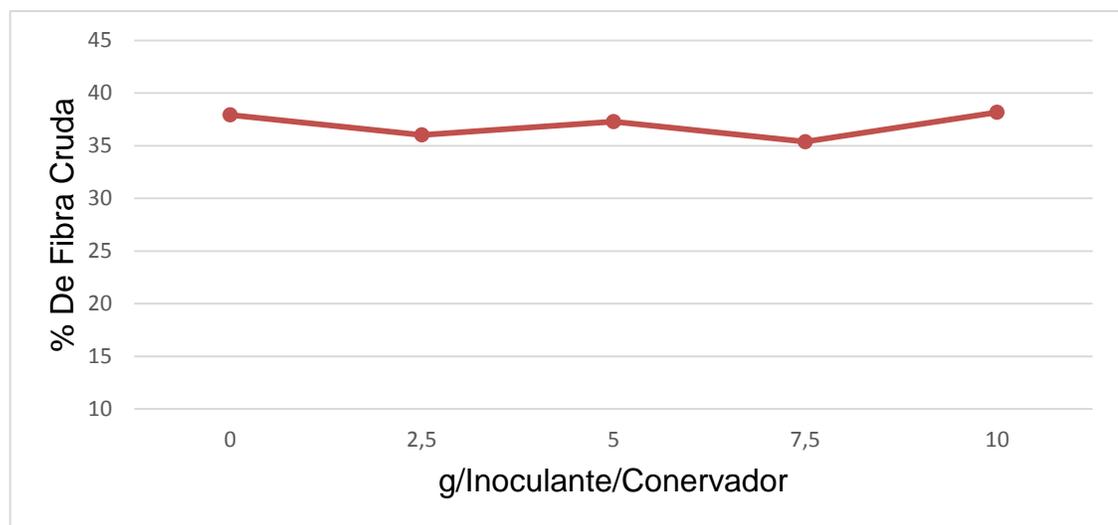


Figura 4. 4 Comportamiento de los valores de fibra cruda del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

Buelvas (2009) trabajando con pasto maralfalfa en relación a los valores obtenidos para fibra cruda obtuvo resultados un poco más bajos a los obtenidos en este trabajo ya que ninguno de ellos supera el 35 % aunque si son muy parecidos entre si pues el más bajo fue 34.1 % esto con una fertilización mixta la cual consiste en aplicar 20 kg de estiércol de bovino y 80 litros de agua más 250 gr de urea por parcela y el más alto 34.79 % sin ningún tipo de fertilización.

Al contrario de los resultados de Andrade (2009) los cuales si son mayores a los obtenidos en este trabajo ya que están por encima de 40 % por

ejemplo el día 70 de brote fue 42.18 % y para el día 90 44.03 % esto 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 10 días más tarde.

En cuanto a la fibra cruda del ensilaje de pasto maralfalfa a diferentes edades se obtuvieron valores por debajo de los obtenidos en este trabajo pues el más alto se presenta a los 60 días apenas con un 31.10 % [Erazo \(2009\)](#), al igual que los de [Ramírez \(2003\)](#) que realizó el análisis a los 70 días de edad y [Ramos \(2011\)](#) que realizó el análisis a los 65 días de edad apenas alcanzando un valor de 23.89 % y 27.67 % respectivamente, igualmente a si [Cruz \(2008\)](#) con sus dos tratamientos el T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y el T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados a diferentes días de corte se acercó mucho a los valores de este trabajo presentando un máximo de 35.65 % a los 135 días de edad.

4.5. Cenizas.

Al analizar el comportamiento de las medias de tratamiento para los valores de cenizas (Figura 4.5) se observa que todos los tratamientos son similares entre sí, ya que no se observó diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$), presentando valores que van desde 15.12 % con 5 g/Ton de inoculante/conservador hasta 16.49 % con 2.5 g/ Ton de inoculante/conservador.

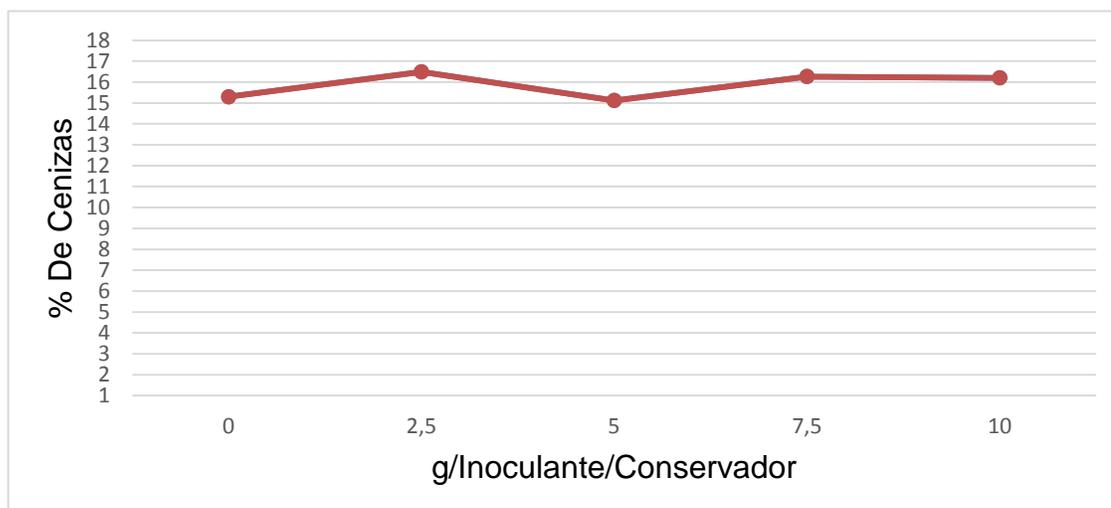


Figura 4. 5 Comportamiento de los valores de cenizas del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes niveles de inoculante/conservador.

En cuanto al % de cenizas del pasto maralfalfa, [Osorio \(2004\)](#) y [Betancourt \(2004\)](#) reportan valores parecidos entre ellos pero un poco por debajo de los obtenidos en este trabajo con un 12 % y 12.04 % respectivamente, al contrario de [Buelvas \(2009\)](#) el cual reporta valores por encima a diferentes días de corte obtuvo un mínimo de 17.63 % a los 60 días de corte y un máximo de 20.05 % a los 40 días de edad.

Al trabajar con el pasto maralfalfa [Correa \(2006\)](#) reporta valores inferiores obtenidos a diferentes días de corte por ejemplo para el día 56 obtuvo un valor de 10.4 % y para el día 105 un valor de 10.5 % los cuales son muy parecidos entre ellos pero más bajos a los obtenidos en este trabajo, al igual que [Andrade \(2009\)](#) quien también reporta valores inferiores obtenidos aplicándole al pasto maralfalfa 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 10 días más tarde, a los 70 días de edad obtuvo un 11.30 % y al día 90 de edad un 10.89 %.

En cuanto al contenido de cenizas del masto maralfalfa ensilado a diferentes días de edad por [Erazo \(2009\)](#) los porcentajes son muy parecidos ya que presentan para el día 30 un 17.72 % y para el día 60 un 16.11 % valores que están dentro del rango de los obtenidos en este trabajo, al igual que los obtenidos por [Cruz \(2008\)](#) con sus dos tratamientos el T1 (90 N- 120 P- 30 K) kg/ha y el T2 (60 N- 90 P- 30 K) kg/ha en superficies de 30 metros cuadrados a diferentes días de corte pues obtuvo valores que van desde 15.79 % hasta 18.47 %, al día 135 y 30 respectivamente.

5. CONCLUSIÓN.

Se acepta la hipótesis alterna ya que la composición química del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) si varía de acuerdo a la dosis de inoculante conservador que se le aplica, aunque solo presenta una diferencia significativa, se obtuvo que el grado de probabilidad de aceptar la hipótesis nula es de 0.05 % a sí que el grado de confiabilidad es alto.

En el estudio realizado para determinar la composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) fertilizado con triple 15 y ensilado con diferentes dosis de inoculante Sil-All 4x4[®] (0, 2.5, 5.0 7.5, 10.0), se obtiene un resultado positivo en cuanto a proteína, uno de los ingredientes más caros, pues con el tratamiento de 2.5 g/ Ton de inoculante/conservador se obtiene la mayor cantidad de esta, por lo que se recomienda usar esta dosis, para obtener un alimento con alto contenido de proteína del que podamos disponer para la alimentación animal.

1. BIBLIOGRAFIA

- Allison C. D. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range Manage.* 38:305.
- 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.
- Betancourt J. F. (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.
- 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.
- Clark P. W. y L. E. Armentano. (1997). Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *J. Dairy Sci.* 80:898.
- Clavero Y Razz. (2009). Valor Nutritivo Del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) condiciones de defoliación.
- Correa H. Ceron J. Arroyave H. Henao y López A. 2004. Pasto Maralfalfa Mitos y Realidades Disponible en: <https://antoniovyckovilchez.files.wordpress.com/2011/12/maralfalfa.pdf>.
- Correa H. J. Cerón J. Arroyave H. Henao López A. (2007). Maralfalfa: Mitos y Realidades II.

- Correa H. J. 2006: Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #84. Retrieved May 27, 2014, from.
- 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 S. y Hatch T.1980. Morfología y taxonomía de las gramíneas, 4ª ed. Buenos Aires, Argentina, Edit.Limusa.pp 90-117.
 Disponible en http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/veterinaria/mtria_prod/2006527/und_0/pdf/valor_nutricional_de_los_forrajes_en_colombia.pdf.
- Equipo técnico de Alltech R de México, los diez mandamientos del ensilaje.2003. Acontecer Lechero Vol.II No 15 México, DF.
- Erazo V. Carlos Napoleon. (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 R. Scholz F.2002. Las gramíneas como fuente de alimentación ganadera, versión traducida, Buenos Aires Argentina.pp. 12-18.
- Héctor Jairo Correa Cardona, Humberto Arroyave, Yessica Henao, Alejandro López, Juan M. Cerón.2005. Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades.
- Herrera J. Naranjo N. Gurrola J. Almaraz N. 2007. La avea cultivo, ensilado y aprovechamiento. Ed División. Durango México. Pp 41-153.
- Kung Limin. 2004. Eficiencia en manejo de silos. Acapulco, México. Memoria V Congreso Mundial de la Leche. Pp 18-25.
- Linn J. G. Martin N P. Howard W. T. y Rohweder D. A. 1987. Relative feed value as a measure of forage quality. Minnesota Forage y Grassland Council.
- Macon E.1992.Defoliation effects on yield, persistence and a qualityrelated characteristics of four *Pennisetum* forage genotypes. M.S.thesis. Univ. of Florida.

- Márquez** F. J. **Sánchez** D. Urbano y C. **Dávila**. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*. 25(4): 253-259.
- Minson** J. D. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego, CA.
- Moore** J. E. 1994. Forage quality indices: development and application. In: G.C. Fahey, Jr. (Ed.) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Moore** J. E. y **Undersander** D. J. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings, NFTA Workshop*.
- Moreno** F. y D. Molina. 2007. Buenas prácticas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. MANA-FAO. Impresión CTP Print Ltda. Colombia. 139 pp.
- Moreno**. (2013). Establecimiento del cultivo de maralfalfa en Tecalitlan Jalisco. Análisis bromatológico en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga Jalisco.
- Nicklas** Bray, Sylvia A PH.D. 1997. Nuevos desarrollos de ensilajes. CIGAL 97 México. Memoria.13 Conferencia internacional Sobre Ganado Lechero.
- Oscar Di Marco**. Estimación de calidad de los forrajes. 2011. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce INTA Balcarce. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf.
- 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.
- Ramírez** G. L. 2003. Pasto maralfalfa un manjar para los hatos ganaderos. El colombiano. Agosto 2003. Pp. 4.
- Ramos** A. S. y **Valdés** C. O. 2011. El pasto forrajero más controvertido en la actualidad, Jalisco ganadero, 2do informe de actividades. Pp. 34-35.
- Sánchez** J. Pérez A. 2007. Comunicación en foro, Herbario Medel, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Sánchez Robles. 1983. Producción de Granos y Forrajes. Ed, Limusa S.A. México DF. Pp 5- 375.

Sosa D. Falconi R. Toledo D. Suarez G. Digestibilidad de maralfalfa (Pennisetum sp.) en cabras, Boletín Técnico 5, Serie Zoológica 2: 68-76 Carrera en Ciencias Agropecuarias IASA, Sangolquí, Ecuador Junio, 2006.

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 J. C. Y D. E. Andrade G. 2001. Carbohidratos na alimentação de ruminantes. En: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens – NEFOR – UFLA. 58 p.

Páginas web revisadas.

<https://pastomaralfalfa.wordpress.com/2008/12/22/16/>

(Fecha de acceso: Abril 3 de 2014)

<http://www.maralfalfaprogreso.com/index.php/usos-57>

(Fecha de acceso: Abril 15 de 2014)

<http://ugrnv.com.mx/web/wp-content/uploads/2012/06/Maralfalfa.pdf>

(Fecha de acceso: Abril 25 de 2014)

<http://www.maralfalfaprogreso.com>

(Fecha de acceso: Mayo 10 de 2014)

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1607/1/17T0875.pdf>.

(Fecha de acceso: Mayo 28 de 2014)