

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA.**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.**



**POR:**

**ANGEL ERISL RAMIREZ SANCHEZ.**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

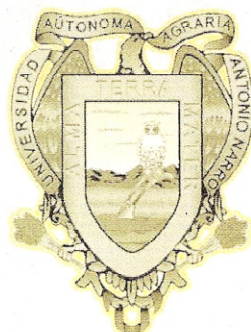
**EL TITULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO.**

**JUNIO DE 2010.**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.



TESIS:

CINETICA RUMINAL DE UN ENSILADO ORGANICO OFRECIDO EN LA  
ALIMENTACIÓN DE BECERROS.

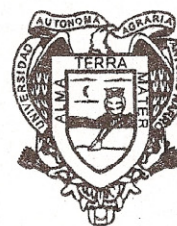
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE REVISIÓN.

PRESIDENTE DEL JURADO

  
PhD JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL.

  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO.



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO.

JUNIO DE 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.

TESIS POR:

ANGEL ERISSEL RAMIREZ SANCHEZ.

CINETICA RUMINAL DE UN ENSILADO ORGANICO OFRECIDO EN LA  
ALIMENTACIÓN DE BECERROS.

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

EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

  
\_\_\_\_\_  
PhD JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE.

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
DRA. Ma. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES

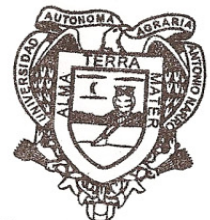
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
MC. Ma. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNANDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO.

JUNIO DE 2010.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios, por haberme dado la vida, cuidarme, bendecirme siempre, gracias por iluminar mi camino y porque nunca me has dejado solo.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado; la confianza que siempre me han tenido, la educación que me inculcaron, por su amor, el ejemplo a seguir de ellos, gracias de todo corazón por los principios y valores que me han forjado desde niño, convirtiéndome en la persona que hoy en día soy; gracias por todo los amo papa y mama.

A mi hermano Fabián porque siempre me ha demostrado estar conmigo, además de ser mi hermano es un gran amigo una excelente persona; juntos hemos pasado grandes momentos, gracias por ser el maravilloso hermano que siempre quise tener, por estar siempre pendiente y estar al pie del cañón.

Agradezco a mi asesor el PhD Juan David Hernández Bustamante por su valioso apoyo todo este tiempo por confiar en mí, en este proyecto; y ayudarme a sacarlo adelante, por brindarme su amistad incondicionalmente y compartir siempre sus sabios consejos, también agradezco a su familia por su amistad brindada y los gratos momentos que me permitieron pasar juntos.

A mi Alma, Mater, que me cobijo por 5 años y porque gracias a ella pase grandes momentos conocí muchos amigos que nunca imagine tener, de ante mano les digo gracias a todos, y lo más importante porque gracias a ella estoy cumpliendo una de mis metas más importantes que me propuse; ser alguien en la vida.

A todos mis amigos que nunca me dejaron solo y cuando los necesitaba siempre estaban ahí apoyándome, que para mí es como mi segunda familia de todo corazón mil gracias, por mencionar algunos, gracias Nilda, Mary Carmen, Nayely, a jessy por tu gran amistad brindada y por estar siempre conmigo, pepe quiñones neta que eres una súper persona que a pesar de todo siempre sentí un gran apoyo de tu parte, y me hiciste sentir como que si fuera parte de tu familia muchas gracias pepe, a Sergio casas, José Luis, Juan Luis, Luis Mario, Edgar a cesar a todos ellos de verdad gracias, a todos mis amigos de generación estoy completamente agradecidos y disculpen que no ponga el nombre de todos pero simplemente no acabaría hoy.

A mis compadres de la casa compa pancho gracias por la amistad y apoyo brindado este tiempo, a mi compa Dary que siempre me estuvo apoyando y a demostrado ser una gran persona gracias por todo hermano.

A todos mis primos que siempre estuvieron pendiente y apoyándome en especial a los que tengo aquí en torres a Sergio, Juan Carlos, Kike, (los compañeritos), Herón, gracias por todo que a demás de ser mis primos me demostraron ser grandes amigos.

A los profesores que me ayudaron en revisión esta tesis, Dra. Ángeles, MC Lupita, MVZ Federico y a todos los profesores que me compartieron su experiencia y conocimiento colaborando en mi formación profesional muchas gracias.

A toda mi familia a mis Abuelos que siempre estuvieron pendientes de mi, a mis Primos, a todos mis Tíos en especial agradezco al Ing. Rosendo por su apoyo en esta tesis.

## DEDICATORIAS.

Esta tesis es dedicada a todas las personas que siempre me apoyaron, y que confiaron en mí.

Se la dedico a toda mi familia.

A mi Papa Erisel Ramírez Rojas, que siempre me ha enseñado ser una persona fuerte con principios, honrada, honesta y sencilla, por todos tus consejos que me has brindado, por demostrarme que luchando y trabajando puedes alcanzar las cosas que tu quieres, porque simplemente para mi eres un gran ejemplo y un modelo de padre a seguir, por el apoyo incondicional que siempre he tenido, por la confianza que depositaste en mi por eso y mucho más te dedico este logro que gracias a ti llegue a la meta.

A mi madre Miriam Sánchez, por todo el cariño, amor y cuidado que he tenido desde que era un bebe, y estoy seguro que lo seguiré teniendo, porque siempre estuvo pendiente de mí, porque tengo a la mama más linda del mundo, por todas las enseñanzas que me has dado, y estar a mi lado siempre, nunca dejarme solo por todo eso y más comparto contigo este logro que sin ti no lo hubiese logrado.

A mi hermano Fabián Ramírez Sánchez, por todo el apoyo que he tenido de tu parte, porque eres el mejor hermano del mundo, porque eres una persona muy inteligente que me enseñó que con esfuerzo, lucha y perseverancia se obtienen las cosas, eso me ayudo a seguir adelante para demostrarte que tenía que alcanzar esta importante meta y hoy la comparto orgullosamente contigo.

A Karen porque desde el primer día que te conocí has llenado de felicidad y alegría mi vida, porque llegaste en un momento súper importante, además me has demostrado estar conmigo, se que eres una gran persona con valores y de una u otra manera has colaborado en esta tesis, por el apoyo brindado, la confianza que me has tenido por eso y más te dedico esta tesis, gracias por todo amor.

INDICE GENERAL
----------------

LISTA DE CUADROS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	li
RESUMEN.....	iii
I.INTRODUCCION .....	1
I.OBJETIVO GENERAL .....	3
III.REVISION DE LITERAURA.....	4
3.1 FORRAJES.....	4
3.2 Forraje Orgánico.....	5
3.2.1 Certificación.....	5
3.2.2 Etiquetado.....	5
3.2.3 Fertilización orgánica.....	5
3.2.4 Inspección.....	6
3.2.5 Organismo de certificación.....	6
3.2.6 Plaguicida.....	6
3.2.7 Verificación.....	6
3.3 Producción orgánica IFOAM.....	6
3.3.1 Regulación y certificación.....	9
3.3.2 Forraje orgánico <i>Pennisetum spp</i> .....	9
3.3.2 Descripción del forraje orgánico <i>Pennisetum spp</i> .....	11
3.3.3 Condiciones Agroclimáticas.....	12
3.3.4 Producción por Hectárea.....	13
3.3.5 Rendimiento de materia verde y materia seca.....	13
3.3.6 Uso en animales.....	14
3.4 ENSILAJE.....	14
3.4.1 Características generales.....	14
3.4.2 Características específicas.....	15
3.4.3 FASES EN LA FERMENTACIÓN DEL ENSILADO.....	15
3.4.4 Fundamentos y características de la fermentación del ensilaje...	16
3.4.5 ADITIVOS.....	17
3.4.6 Uso general.....	17

3.4.7 Uso específico.....	18
3.5 Bacterias del rumen.....	18
3.5.1 Poblaciones ruminales.....	18
3.5.2 Bacterias.....	18
3.5.3 Protozoos.....	20
3.5.4 Digestión.....	20
3.5.5 Digestibilidad.....	22
3.5.6 CINÉTICA DE LA DIGESTIÓN.....	22
3.5.7 Técnicas para medir la digestibilidad.....	23
IV. Materiales y métodos.....	25
V. Descripción del lugar del proyecto de investigación.....	26
VI Resultados y discusión.....	28
VII Conclusión.....	31
VIII. Literatura citada.....	32



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- situación mundial de la producción orgánica.....	8
Cuadro 2.- clasificación taxonómica del forraje orgánico a analizar.....	10
Cuadro 3. Clasificación de las bacterias del ruminales.....	19
Cuadro 4. Clasificación de los protozoos del rumen.....	20
Cuadro 5.- análisis bromatológico de forraje orgánico <i>pennisetum spp</i> .....	28
Cuadro 6. porcentaje de digestibilidad de ms del ensilaje orgánico.....	29
Cuadro 7. porcentaje de materia seca remanente.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espigas del forraje <i>pennisetum</i> .....	12
Fig. 2.- Bolsas de nylon con la muestra del forraje orgánico.....	26
FIG. 3 Porcentaje de digestibilidad de materia seca del forraje orgánico <i>Pennisetum spp</i> .....	30
FIG. 4 Materia seca remanente del forraje orgánico <i>pennisetum spp</i> .....	30

## Resumen

En este estudio se realizó pruebas de digestibilidad ruminal *in situ* de materia seca del ensilaje de un forraje orgánico de la familia *pennisetum spp.* Para evaluar la digestibilidad del forraje orgánico se utilizó la técnica de la bolsa de nylon que fueron incubadas en el rumen en tiempos de 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas; se observó una digestibilidad de materia seca de 58.12% a la hora 8, donde se mantuvo en promedio el porcentaje de digestibilidad hasta la hora 24 donde se obtuvo una digestibilidad de 53.47%.

Concluyendo que dicho ensilado tiene una digestibilidad aceptada para los bovinos donde se recomienda para su dieta en combinación con otros ingredientes de la ración, ya que este forraje tiene un aceptable porcentaje de proteína cruda.

Palabras claves: digestibilidad *in situ*, materia seca, forraje orgánico, *pennisetum spp.*, ensilaje.

## I.- INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el sector agropecuario mexicano ha enfrentado transformaciones profundas durante las tres últimas décadas. El continuo proceso de urbanización, el intenso proceso de globalización y las transformaciones demográficas han configurado un nuevo entorno para el sector agropecuario (Escalante, *at. al.*, 2005 y 2007), el cual se caracteriza por cambios tecnológicos que redundan en mejoras de la productividad, nuevos cultivos que se ajustan a las exigencias de un mercado internacional, y modificaciones genéticas que mejoran las variedades de los productos.

La Comarca Lagunera es el lugar donde se produce más leche de bovinos al nivel nacional, por lo que existe una enorme demanda de alimentos para los establos donde se encuentra el ganado, por lo que este proyecto de investigación pretende evaluar una nueva variedad de forraje orgánico de la familia *pennisetum spp* en México.

Es importante evaluar el potencial forrajero de este alimento orgánico, en silo; realizando análisis bromatológicos para determinar proteína cruda, minerales, grasa, FDN (fibra detergente neutro) y FDA (fibra detergente ácido) además de la digestibilidad *in situ* de la materia seca. La idea de evaluar este forraje es conocer valores nutritivos y su porcentaje de digestibilidad *in situ* (lo adecuado sería arriba del 50%)

Una de las ventajas de este forraje es su alto rendimiento por Ha por corte (con intervalo entre corte de 4 meses), (100 - 300 toneladas), se puede llegar a adaptar en terrenos que van desde el nivel del mar hasta los 3,000 MSNM. Otro punto importante de mencionar es que ocupa menos agua que otros cultivos como la alfalfa. Eso es algo muy interesante a nivel global, particularmente en lugares como la Comarca Lagunera en donde se registra escasez de agua.

El origen del pasto (*Pennisetum spp*) es aún incierto. Existen varias hipótesis al respecto, entre las que se encuentra la del sacerdote Jesuita José Bernal Restrepo (1979) quien aseguraba que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*).

## **II.- Objetivo general.**

- El objetivo de este trabajo fue observar la cinética ruminal del ensilaje del forraje orgánico *Pennisetum spp.*

## **Objetivos específicos.**

- Conocer los valores nutritivos del forraje orgánico maralfalfa *Pennisetum spp.* Determinar el porcentaje de digestibilidad *in situ* de materia seca del forraje en las diferentes horas de incubación en el rumen del novillo.
- Determinar el valor nutritivo del silo con aditivos de dicho forraje.
- Conocer la digestibilidad *in situ* de dicho forraje y evaluar el potencial forrajero del pasto orgánico *Pennisetum*.

## **Hipótesis.**

Se espera obtener una digestibilidad *in situ* de la materia seca del forraje orgánico *Pennisetum spp.*, superior al 60%.

### III.- REVISION DE LITERATURA.

#### 3.1 FORRAJES.

Los pastos son la principal fuente natural para alimentar a los rumiantes, lo cual hace necesario conocer los principios básicos de su manejo y utilización. El conocimiento del suelo y de las especies forrajeras, junto con las labores culturales y de manejo, son indispensables para lograr los mejores rendimientos en producción de forraje y por lo tanto en producción animal (Correa et al; 2002).

Para que los forrajes tengan valor alimenticio para el hombre, es necesario que los animales lo transformen en productos como carne y leche, sin esta transformación el hombre sería incapaz de aprovechar eficientemente los forrajes.

Las especies vegetales de interés forrajero se encuentran principalmente comprendidas en la familia de las gramíneas y las leguminosas, además se incluyen algunas especies de raíces como a las que pertenecen a la familia quenopodiáceas, crucíferas y umbelíferas (Hertentains, 2009).

A su vez, las gramíneas forrajeras incluyen pastos y cereales. Casi todos los pastos forrajeros son especialmente perennes, mientras que los cereales forrajeros son por lo general anuales (Gonzales, 2008).

Además de ser importante fuente de alimento para el ganado, muchas especies forrajeras son mejoradoras de la fertilidad del suelo, por lo que intervienen en la rotación de cultivos agrícolas y se siembran asociadas con gramíneas (Martínez, 2007).

La calidad del forraje es fundamental para lograr incrementos productivos, y muchas veces el forraje conservado también juega un papel fundamental para el incremento del consumo de materia seca, en esas zonas de producción. Dado que los forrajes son la base de la alimentación de los rumiantes, es fundamental establecer la calidad nutricional de los mismos. Con esta finalidad se han desarrollado algunos índices tales como el Índice de Valor Nutritivo, el Consumo

Estimado de Energía Digestible, el Índice de Calidad Forrajera y el Índice de Valor Relativo de los Forrajes (Santa Cruz, 2004). Cada uno de estos incluye una estimación del consumo de materia seca y de la energía disponible asumiendo que el forraje fuera la única fuente de nutrientes para el animal. Esto es debido a que tanto el CMS (consumo de materia seca) como la energía disponible son de los principales factores que afectan el desempeño productivo de los animales (Moore y Undersander, 2002).

### 3.2 Forraje Orgánico.

Para tener un forraje totalmente orgánico, debemos apegarnos a la norma NOM-037-FITO-1995, por lo que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.

La agricultura orgánica es un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimento de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola; mantiene y mejora la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, el control de malezas, plagas y enfermedades se efectúa sin insumos de síntesis química industrial.

### 3.2 Procesos que se deben cumplir en la agricultura orgánica

#### 3.2.1 Certificación

Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas, lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional o internacional.

#### 3.2.2 Fertilización orgánica

Aplicación al vegetal y/o al suelo productos o insumos provenientes del reciclado de materiales o sustancias naturales, vegetales y/o animales, previamente



compostados o fermentados, o el uso de abonos verdes y cultivos aportadores de materia orgánica.

#### 3.2.3 Inspección

Acto que practica la Secretaría (SAGARPA) para constatar, mediante verificación, el cumplimiento de las disposiciones fitosanitarias oficiales y, en caso de incumplimiento, aplicar las medidas fitosanitarias e imponer las sanciones administrativas correspondientes, expresándose a través de un acta.

#### 3.2.4 Organismo de certificación

Persona física o moral aprobada por la Secretaría, para evaluar el cumplimiento de las normas oficiales, expedir certificados fitosanitarios y dar seguimiento posterior a la certificación inicial, a fin de comprobar periódicamente el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.

#### 3.2.5 Plaguicida

Insumo fitosanitario destinado a prevenir, repeler, combatir y destruir a los organismos biológicos nocivos a los vegetales, tales como: insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, molusquicidas, nematocidas y rodenticidas.

#### 3.2.6 Unidad de verificación

Persona física o moral aprobada por la Secretaría para prestar a petición de parte, servicios de verificación de normas oficiales mexicanas y expedir certificados fitosanitarios.

#### 3.2.7 Verificación

Constatación ocular o comprobación mediante muestreo y análisis de laboratorio del cumplimiento de las normas oficiales, expresándose a través de un dictamen.

### **3.3 Producción orgánica IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements)**

La agricultura ecológica es un proceso que desarrolla un agro ecosistema viable y sostenible. El tiempo que transcurre entre el comienzo del manejo ecológico y la certificación de cultivos o manejo ganadero es conocido como el periodo de

transición (conversión). Toda la finca, incluyendo el ganado, debe ser convertida de acuerdo con las normas durante un periodo específico de tiempo.

### Fines Esenciales de la Agricultura y el Procesamiento Ecológicos

La agricultura y el procesamiento ecológicos están basados en diversos principios e ideas. Todos son importantes y en esta lista no están necesariamente ubicados en orden de importancia:

- ✓ Producir alimentos de elevada calidad nutritiva en cantidad suficiente.
- ✓ Interactuar constructivamente con los sistemas y los ciclos naturales, de manera de potenciar la vida.
- ✓ Tener en cuenta el amplio impacto social y ecológico del sistema de producción y procesamiento ecológicos.
- ✓ Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario, lo que comprende los microorganismos, la flora y fauna del suelo, las plantas y los animales.
- ✓ Desarrollar un ecosistema acuático valioso y sostenible.
- ✓ Mantener e incrementar la fertilidad de los suelos a largo plazo.
- ✓ Mantener la diversidad genética del sistema productivo y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitats de plantas y animales silvestres.
- ✓ Promover el uso juicioso y el cuidado apropiado del agua, los recursos acuáticos y la vida que sostienen.
- ✓ Emplear, en la medida de lo posible, recursos renovables en sistemas agrarios organizados localmente.
- ✓ Crear un equilibrio armonioso entre la producción agrícola y la ganadería.
- ✓ Proporcionar al ganado condiciones de vida que tomen en consideración las funciones básicas de su comportamiento innato.
- ✓ Minimizar todas las formas de contaminación.
- ✓ Procesar los productos ecológicos utilizando recursos renovables.
- ✓ Producir productos ecológicos completamente biodegradables.
- ✓ Producir textiles de buena calidad y larga duración.

- ✓ Permitir que todos aquellos involucrados en la producción agrícola y el procesamiento ecológicos lleven una vida que les permita cubrir sus necesidades básicas y obtener ingresos adecuados y satisfacción por su trabajo, incluyendo un entorno laboral seguro.

La superficie mundial dedicada a la producción orgánica alcanza los 22.811.267 hectáreas, de las cuales el 21.4 % se encuentra en América Latina, con un total estimado en 4.886.967 hectáreas. Esta información corresponde al reciente informe de la situación mundial de la producción orgánica que acaba de editar IFOAM (Federación Internacional de Movimientos por la Agricultura Orgánica), con sede en Alemania, basado en los relevamientos realizados durante el año 2002.

#### **CUADRO 1.- SITUACIÓN MUNDIAL DE LA PRODUCCIÓN ORGANICA.**

<b>País</b>	<b>Superficie orgánica sobre el área agrícola total - (%)</b>	<b>Puesto mundial - porcentaje orgánico</b>	<b>Superficie orgánica (hás)</b>	<b>Puesto mundial – superficie orgánica</b>
Uruguay	4.0	9	678.481	6
Costa Rica	2.0	15	8.974	52
Argentina	1.89	18	3.192.000	2
Chile	1.50	24	273.000	14
Belice	1.30	27	1.810	74
Ecuador	0.74	30	60.000	28
Rep. Dominicana	0.40	37	14.963	49
Guatemala	0.33	41	14.746	50
El Salvador	0.31	42	4.900	65
Suriname	0.28	45	250	84
Perú	0.27	46	84.908	24
Paraguay	0.26	47	61.566	27
Panamá	0.24	48	5.111	63
Colombia	0.24	50	30.000	38
México	0.13	59	143.154	20
Cuba	0.13	60	8.495	53
Nicaragua	0.09	63	7.000	55
Brasil	0.08	66	275.576	13
Honduras	0.06	68	1.769	75
Bolivia	0.06	70	19.634	43
Jamaica	0.04	74	205	85
Guyana	0.02	79	425	81

### 3.3 Regulación y certificación

La certificación de la producción orgánica continúa siendo un problema. Varios países presentan sus propias agencias de certificación, en algunos casos con respaldo estatal y en otros como emprendimientos autónomos. A su vez existen esquemas de acreditación de agencias certificadoras, como respaldo a sus capacidades técnicas en evaluar la producción orgánica. En ese sentido, la federación IFOAM posee su propio sistema de acreditación de instituciones que ofrecen certificaciones orgánicas. En América Latina las siguientes instituciones poseen ese respaldo: Argencert y Organización Internacional Agropecuaria (Argentina), Instituto Biodinámico (Brasil), y Bolicert (Bolivia).

Paralelamente en casi todos los países existen otras instituciones que ofrecen certificaciones orgánicas, algunas de ellas trabajando en correspondencia con empresas certificadoras de Europa y EE.UU., las que poseen reconocimiento dentro de sus países. Entre las empresas del hemisferio norte se destacan OCIA, FVO, Naturland, Ecocert, IMO, etc. Desde el punto de vista de las exportaciones, únicamente Argentina cuenta con un sistema de certificación orgánica nacional que es reconocida por un gran importador, la Unión Europea. En todos los demás casos es necesaria una certificación por una agencia reconocida en el país de destino.

#### **3.3.1 Forraje *Pennisetum spp.***

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto. Existen varias hipótesis al respecto entre las que se encuentra la del sacerdote Jesuita José Bernal Restrepo (1979) quien aseguraba que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasileño (*Phalaris arundinacea*). Sostenía, además, que este pasto fue una creación suya resultado de la aplicación del denominado Sistema Químico Biológico (S.Q.B), desarrollado por este mismo autor y que es propiedad de la Universidad Javeriana (Correa 2007) .

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 (Häfliger & Scholz ,1980).

En cualquier caso la *Panicoideae* es una de las sub-familias dentro de la cual se encuentra la tribu *Paniceae*. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies (Dawson y Hatch, 2002).

CUADRO 2.- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FORRAJE ORGÁNICO ANALIZADO

<b>Familia</b>	<b><i>Poaceae</i></b>
<b>Subfamilia</b>	<i>Pooideae</i> <i>Chloridoideae</i> <i>Oryzoideae</i> <i>Bambusoideae</i> <b><i>Panicoideae</i></b>
<b>Tribus</b>	<i>Andropogoneae</i> <i>Festuceae</i> <i>Hordeae</i> <i>Agrostideae</i> <b><i>Paniceae</i></b>
<b>Géneros</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>Especies.</b>	<b><i>Americanum</i></b> <b><i>purpureum</i></b> <i>clandestinum</i> <i>typhoides</i> <i>violaceum villosum</i>

➤ Adaptado de Dawson y Hatch, 2003.

### 3.3.2 Descripción del forraje *Pennisetum spp.*

El pasto orgánico (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) es un pasto perenne con alta productividad que ha sido introducido por los productores en numerosos países de Latinoamérica (Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros) debido a su potencial como forraje para rumiantes (Correa, 2006; Moreno y Molina, 2007).

Pocas evaluaciones científicas se han realizado en este pasto de manera de definir cuáles son las adecuadas prácticas de manejo así como su potencial forrajero y valor nutritivo. Algunas investigaciones realizadas con genotipos de *Pennisetum sp.*, demuestran que el pasto orgánico es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su productividad de materia seca y valor nutritivo (Márquez *et al.*, 2007).

El crecimiento es casi el doble de otros pastos. Es un pasto tan suave como el pasto Gordura u Honduras. El pasto Orgánico es altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera, sustituye la Melaza. Existen muchos tipos de pasto elefante parecidos genéticamente.

Altura: A los 70 Día alcanza alturas hasta de 3 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

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

planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen tres estambres; y las anteras son oscuras o grises (Dawson y Hatch, 2002).



Figura 1. Espigas del forraje pennisetum

### **3.3.3 Condiciones Agroclimáticas:**

subsiste en alturas comprendidas desde el nivel del mar hasta 3000 msnm. Se adapta bien a suelos con fertilidad media a alta. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Rendimiento: Se han cosechado entre 28 Kg. y 44 Kg. por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo (Araya 2005).

Carbohidratos: Tiene un 12 % de carbohidratos (azúcares, etc.) por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros.

Siembra: La distancia recomendada para sembrar la semilla vegetativa, es de cincuenta centímetros (50 cm.) entre surcos, y dos (2) cañas paralelas a máximo tres centímetros (3 cm.) de profundidad.

Cantidad de semilla por Ha: Con 3,000 Kilos de tallos por Hectárea.

Altura: A los 90 días alcanza alturas hasta de 4 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

Corte: Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los siguientes cortes cuando la planta tenga un 10% de espigamiento, aproximadamente a los 100 días posteriores a cada corte.

Fertilización: Responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la humedad sin encharcamiento.

#### **3.3.4 Producción por Hectárea.**

El *Penissetum spp* es un cultivo perene, se siembra una vez y dura hasta seis años, tiene un gran rendimiento en materia verde por hectárea, oscila de acuerdo al número de cortes, las condiciones del terreno y climatológicas, desde las cien toneladas por hectárea hasta las 210 que se han visto como máximo en un primer corte.

La capacidad de forraje verde que puede ofrecer el pasto de corte, rodea las 150 toneladas / hectárea a los 60-65 días (varía según condiciones climáticas y edafológicas)

#### **3.3.5 Rendimiento de materia verde y materia seca.**

La producción de materia verde por hectárea fue de 364,000 kg/ha, estos resultados concuerdan con los de molina (2005), el cual concluyó que la producción del pasto puede alcanzar de los 150 hasta 300 toneladas por hectárea.

Los mayores valores se presentaron a los 60 días. Esto demuestra que al menos hasta esta edad sigue incrementando la producción de materia verde y materia seca total. Estos resultados concuerdan con la informado por Molina (2005) y correa *et al* (2006), quienes reportaron de que la edad del corte afecta la producción de materia verde y las características como la composición química y contenido de nutrientes del pasto orgánico.



### **3.3.6 Uso en animales**

Bondi (1989), menciona que la importancia de un correcto racionamiento en función de sus requerimientos nutritivos no es sólo importante para la salud y la optimización de los resultados económicos, sino que se ha convertido en una prioridad a fin de reducir el impacto de las excretas animales sobre el medio ambiente. La nutrición del ganado está relacionada con los contenidos en energía, proteína, minerales y vitaminas, así como con la estructura física de los alimentos (Correa *et al* 2007).

Investigaciones realizadas en Colombia, en pastos utilizados para la ganadería, muestran al pasto *pennisetum* como una alternativa nutricional para los animales.

Dentro de sus características se destaca el crecimiento que es casi el doble de otros pastos; es tan suave como el pasto gordura en Honduras. Es altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera y puede sustituir a la melaza; posee un alto nivel de proteínas y carbohidratos (Cayambe Pichincha, 2006).

Recientemente ha sido introducido el pasto *pennisetum* en la alimentación de ganado bovino de leche en Colombia. También en el ganado de carne, y se ha usado en los equinos, caprinos y ovinos demostrando buenos resultados.

## **3.4 ENSILAJE**

El ensilaje de forraje verde es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales cuando éstos contienen suficiente cantidad de hidratos de carbono fermentables y se encuentran en un medio de anaerobiosis adecuada (Bertoia 2004). El ensilado es el producto obtenido de la fermentación controlada de los cultivos de alto contenido de humedad.

### **3.4.1 Características generales.**

- Es el producto que se obtiene en la fermentación controlada de cultivos de alto contenido de humedad.

- Es el resultado final de la conservación de una cosecha bajo condiciones que hacen posible la producción de suficiente ácido láctico, para mantener la masa sin un deterioro posterior.
- Es un proceso de conservación de forraje, por acción de las bacterias ácido lácticas sobre los azúcares mismos, dando como resultado una baja de pH (acidez) en condiciones anaerobias.
- Es un tipo de forraje que se obtiene por fermentación parcial de plantas apropiadas, que se traduce en un aumento de la acidez de la masa y que se conserva un alto grado de humedad (Mauricio Hiriart, 1998).

### **3.4.2 Características específicas.**

Las características de un ensilado las dan los parámetros organolépticos, que son una prueba subjetiva basada en la apreciación del olor, color, textura, estructura y presencia o ausencia de mohos, hongos u otros que son fácilmente detectables, obteniéndose una información preliminar de su calidad. El personal experimentado puede ser muy preciso en su diagnóstico, pero eso no significa que el agricultor no sea capaz de hacer muy buenas determinaciones de apariencia general del ensilaje (Giordano JM 2009).

### **3.4.3 FASES EN LA FERMENTACIÓN DEL ENSILADO.**

La fermentación del ensilado se puede dividir en cinco partes. La primera fase empieza cuando el forraje es colocado en el silo incluye la respiración final de las células vegetales con producción de calor y dióxido de carbono, esta fase tiene gran significado en el desarrollo futuro del ensilado, ya que el calor producido determina si se establecerá una temperatura óptima, y si el dióxido de carbono producido reducirá o no la cantidad de oxígeno, dando condiciones anaerobias para las bacterias ácido lácticas (Bertoia S/F).

La fase 2 también es importante, pues marca el final de la respiración de las células y el principio de la producción de ácido acético. En la fase 3 esta

producción de ácido actúa principalmente para rebajar el pH. Lo suficiente e impedir a si el crecimiento de bacterias indeseables.

La fase 4 inicia normalmente entre el tercero y quinto días, y requiere de 15 a 20 días para completarse. La fase cinco representa un periodo indefinido que refleja el valor relativo de los cambios ocurridos en las primeras cuatro fases anteriores.

#### **3.4.4 Fundamentos y características de la fermentación del ensilaje.**

La temperatura optima se recomienda que este dentro 27 y 38°C.

La rapidez y calidad del ensilaje depende de la concentración de acido láctico que se produzca (solo en ausencia del aire) (Goin e Hiriart, 1981.) la fermentación láctica se desarrolla en excelentes condiciones a 35°C.

Las pérdidas de valor nutritivo del ensilaje, en relación con el pasto, se deben principalmente a la disminución del consumo y de la retención del nitrógeno.

Caracteres organolépticos de los diferentes tipos de ensilaje

- ensilaje bien fermentado (láctico)  
Color: Amarillo-verdoso, al marrón verdoso. Verde oscuro para la alfalfa y marrón claro para maíz y sorgo.  
Olor: Agradable, avinagrado y picante.  
Textura: Muy firme. Es difícil desagregarlo.  
Acidez: pH 3,3 - 4,0.  
Aceptabilidad: Buena.  
Valor nutritivo: Similar al forraje verde.
- Ensilaje butírico  
Color: Pardo o verde oliva.  
Olor: Desagradable, rancio. No picante.  
Textura: Blanda, de consistencia viscosa.  
Acidez: pH mayor a 4,5 en maíz y sorgo, y superior a 5,5 en alfalfa.  
Aceptabilidad: Muy baja, algunos animales pueden tolerarlo.  
Valor nutritivo: Regular debido a la descomposición de las proteínas.

- Silaje mohoso

Color: Manchas algodonosas blancas sobre una base grisácea-marronada.

Olor: Rancio. No picante.

Textura: Floja. A veces gelatinosa.

Acidez: pH mayor a 5.

Aceptabilidad: Muy mala. El ganado no lo acepta.

Valor nutritivo: Muy bajo y muchas veces tóxico.

### **3.4.5 ADITIVOS.**

Se puede usar aditivos para mejorar o alterar la fermentación.

Algunos que se utilizan son: dióxido de carbono, formaldehído, metabisulfito de sodio, dióxido de azufre, ácido benzoico, bórax, ácido fórmico, cultivos de bacterias (Moran 2006).

### **3.4.6 Uso general:**

- Acelerar la acidificación del ensilado, al frenar la degradación del forraje para lo cual se usan ácidos orgánicos, como el fórmico, ácido inorgánico como fosfórico y sulfúrico.
- Servir de sustrato y fuente de energía a los microorganismos, al facilitar la fermentación, para lo cual se hace uso de: granos, melazas. Aumentar la proteína, como es el caso de la adición de urea a ensilajes alto de energía como el maíz.
- Controlar poblaciones de microorganismos indeseables y proteger las proteínas, para lo que se utilizan los formaldehídos.
- Retener jugos de escurrido alto valor nutritivo, Aumentar el consumo por parte de los animales, para lo cual a veces se usan saborizantes.

### 3.4.7 Uso específico.

#### Agregación de ácidos.

Puesto que cuando se alcanzan un grado de acidez elevado se paraliza la actividad microbiana dentro de la masa ensilada, se evitan transformaciones indeseables, resulta muy lógico el procedimiento de acidificar, directamente el forraje en forma artificial para lograr el mismo efecto. Sin embargo, ácidos como el clorhídrico y sulfúrico siempre presentan algún peligro de su manejo, por lo que más se utiliza e ácido fórmico en dosis de 2.7 kg por tonelada de forraje fresco.

#### Agregación del suero.

Este subproducto de la elaboración de quesos suele emplearse con la intención de mejorar la calidad del ensilaje. Se ha supuesto que su contenido en lactosa, el azúcar de la leche, se transforma en ácido láctico, sin embargo, la proporción de lactosa en el suero es tan baja (0.3%) que es obvio que en las cantidades en que este se agrega no puede surtir efecto alguno.

#### Agregación de melaza.

Se ha insistido bastante en recomendar el uso de melaza para elevar el contenido de azúcar a pastos que se han de ensilar. No obstante, es necesario definir si su aplicación aumenta la producción animal en tal proporción que justifique su costo.

## . 3.5 Bacterias del rumen.

### 3.5.1 Poblaciones ruminales

### 3.5.2 Bacterias.

Son el grupo de microorganismos más abundante, representa aproximadamente la mitad de la biomasa ruminal y una mayor proporción de la actividad metabólica ruminal, que esta inversamente con el Tamaño del microorganismo (Orskov, 1992)

La población bacteriana en el contenido ruminal, es en orden de  $10^9$ - $10^{10}$  por ml. se han identificado más de 200 especies.

Las bacterias se pueden clasificar en función del sustrato que utilicen, de los productos formados o de sus requerimientos nutricionales. En función de su principal sustrato de fermentación, se pueden clasificar en microorganismos que degradan celulosa, hemicelulosa, almidón, azúcares, ácidos intermedios, proteína, pectina o lípidos. En una clasificación más extensa, se puede incluir el grupo de bacterias productoras de metano, de amoníaco, y bacterias con actividad ureasa.

CUADRO 3. CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS DEL RUMINALES.

<p><b>Principales especies celulolíticas.</b>  <i>Fibrobacter succinogenes</i>  <i>Ruminococcus flavefaciens</i>  <i>Ruminococcus albus</i></p>	<p><b>Principales especies proteolíticas.</b>  <i>Ruminobacter Amylophilus</i>  <i>Prevotella Ruminicola</i>  <i>Butryvibrio Fibrisolvens</i>  <i>Streptococcus Boris</i></p>
<p><b>Principales especies hemicelulolíticas.</b>  <i>Butyrvubrio fibrisolvens</i>  <i>Prevotella ruminicola</i>  <i>Lachnospira multipirus</i>  <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>  <i>Treponema bryantii</i>  <i>Streptococcus boris</i></p>	<p><b>Principales especies utilizadoras de lípidos.</b>  <i>Anaerovibrio lipolytica</i>  <i>Butryvibrio fibrisolvens</i>  <i>Treponema bryantii</i>  <i>Eubacterium sp</i>  <i>Micrococcus sp</i></p>
<p><b>Principales especies amilolíticas</b>  <i>Ruminobacter amylophilus</i>  <i>Streptococcus boris.</i>  <i>Succinomonas amylolytica.</i>  <i>Prevotella ruminicola.</i></p>	<p><b>Principales especies productoras de metano</b>  <i>Methanobrevibacter ruminantium</i>  <i>Methanobacterium formicicum</i>  <i>Methanomicrobium mobile</i></p>
<p><b>Principales especies utilizadoras de azúcares.</b>  <i>Treponema bryantii</i>  <i>Lactobacillus vitulinus.</i> <i>Lactobacillus ruminus</i></p>	<p><b>Principales especies productoras de amoníaco</b>  <i>Prevotella ruminicola</i>  <i>Megasphaera elsdenii</i>  <i>Selenomonas ruminantium</i></p>
<p><b>Principales especies utilizadoras de ácidos.</b>  <i>Megasphaera elsdenii</i>  <i>Selenomonas ruminantium</i></p>	<p><b>Principales especies ureolíticas.</b>  <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>  <i>Selenomonas sp.</i>  <i>Prevotella ruminicola</i>  <i>Ruminococcus bromiti</i>  <i>Butryvibrio sp.</i>  <i>Treponema sp.</i></p>

### 3.5.3 Protozoos.

Los protozoos constituyen el grupo microbiano con el papel más contrivertido en el rumen; el número de protozoos es de  $10^5$  a  $10^6$  en el contenido ruminal, siendo la mayoría especies ciliadas. Se pueden clasificar en dos subclases, Entodiniomorfa y Holotrica (Hungate, 1996). Los protozoos pueden no estar presentes en el rumen o llegar a representar el 2% del peso del contenido ruminal, el 40% del nitrógeno microbiano total y proporcionar el 60% de los productos de fermentación microbiana. Sin embargo, su contribución al flujo duodenal es mínima debido a tiempos de generación lentos y a una alta retención ruminal mediante su adhesión a las partículas de alimento o, en el caso de los Holotricos, a la pared reticular durante los intervalos entre comida (Abel y Col, 1981).

CUADRO 4. CLASIFICACIÓN DE LOS PROTOZOOS DEL RUMEN

Subclase	Genero	Postrato fermentado
Holotrica	<i>Isotrica</i>	<i>Almidón y azucars</i>
	<i>Dasytrica</i>	<i>Almidón y azucars</i>
Entodiniomorfa	<i>Entodinium</i>	<i>Almidón</i>
	<i>Epidinium</i>	<i>Almidón y hemicelulosa</i>
	<i>Ophryoscolex</i>	<i>hemicelulosa</i>
	<i>Diplodinium</i>	<i>Almidón</i>
	<i>Eudiplodinium</i>	<i>Celulosa</i>
	<i>polyplastron</i>	<i>Celulosa</i>
		<i>Celulosa</i>

### 3.5.4 Digestión.

La energía es considerada como el primer nutriente limitante en todo sistema de alimentación, de allí la importancia de la valoración energética de los alimentos consumidos por los animales. La determinación del valor energético de los forrajes se puede estimar indirectamente mediante digestibilidades estimadas con técnicas *in situ* e *in vitro* y, recientemente, mediante técnicas que emplean enzimas celulolíticas (Arce *et al.*, 2003).

Los rumiantes son herbívoros que presentan un tipo de digestión muy específica, caracterizada porque la digestión microbiana se desarrolla en el estómago, que está ampliamente especializado, antes de producirse la digestión intestinal (Cunningham, 2003).

La digestión ocurre cuando los materiales complejos que se encuentran en el alimento son descompuestos en fragmentos pequeños que pueden ser absorbidos por el sistema de un animal y luego utilizados para el crecimiento, mantenimiento, reproducción y otras funciones. En los rumiantes la digestión comienza cuando el alimento pasa a través de la boca, donde es masticado para romper las fibras. El alimento pasa al rumen y retículo a menudo considerado un solo órgano grande llamado el retículo-rumen donde ocurre la digestión microbiana (o fermentación). Los Microorganismos en el rumen y el retículo, tales como bacterias y hongos, trabajan para descomponer más el alimento. Específicamente, ellos descomponen los carbohidratos en la dieta y producen proteína para llenar las necesidades de energía y nitrógeno del animal (Kamande 2006).

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero. Separar el proceso en sus distintos componentes permite un mejor entendimiento de su dinámica y facilita su descripción matemática. Los modelos matemáticos permiten estudiar y estimar parámetros que describen la naturaleza intrínseca de los alimentos y las interacciones de los nutrientes que limitan su digestión (Rosero 2007)

En el rumen y en el intestino grueso la digestión ocurre por acción microbiana, en tanto que, en el intestino delgado diferentes complejos enzimáticos degradan los componentes del alimento. De igual manera en el contenido ruminal pueden ser distinguidos dos subcompartimentos con diferentes características de degradación y pasaje: una fase líquida y una fase sólida en la que se evidencia la presencia de partículas con rápidas tasas de pasaje y degradación (alimentos concentrados) y



partículas que presentan prolongados tiempos de retención y lenta degradación (forrajes) (Rosero, 2007).

### 3.5.5 Digestibilidad.

Los rumiantes son mamíferos que se han especializado en consumir material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados. La gran capacidad gástrica de los rumiantes es necesaria para mantener los alimentos el tiempo suficiente para ser digeridos. Entonces, el estómago de los rumiantes se encuentra constituido por cuatro compartimientos, rumen, retículo, omaso y abomaso; sólo el último produce enzimas digestivos capaces de degradar alimentos (Phillipson, 1981). El proceso de fermentación es realizado principalmente en las dos primeras partes del estómago por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen (Lovett et al., 2006) y el medio físico y químicos que los envuelve.

La digestibilidad constituye un indicador de la calidad de la materia prima que a veces varía notablemente, de una especie a otra, La digestibilidad es uno de los parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos forrajes destinados a alimentación bovina, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos) sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y, por consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere. La digestibilidad, por lo tanto, constituye una excelente medida de calidad (Manríquez 2008).

### 3.5.6 CINÉTICA DE LA DIGESTIÓN

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento, del animal, siendo el objetivo fundamental medirla tasa intrínseca y el grado de digestión del alimento.

En donde la digestibilidad es proporcionada a la concentración de sustratos (Manríquez 2008).

La cinética de la digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos o utilizados por el animal, además de no describir solo la digestión, si no que se caracteriza las propiedades intrínsecas de los alimentos que limitan su disponibilidad para los animales a partir de modelos desarrollados con base en principios biológicos, clasificando a los alimentos en fácilmente digestible, de digestión lenta o en indigestibles (Valdez, 2006).

### **3.5.7 Técnicas para medir la digestibilidad.**

Los sistemas de evaluación de alimentos requieren datos precisos que permitan ser utilizados en la formulación de raciones para rumiantes.

La **técnica *in situ*** permite evaluar alimentos para rumiantes en cuanto a su potencial de degradación. Esta metodología es simple y no requiere complicadas técnicas de laboratorio para alcanzar este objetivo. Sin embargo, esta técnica presenta limitaciones serias, al ser una técnica altamente invasiva, lo que puede afectar directamente el consumo de alimento por parte del animal, no permite evaluar alimentos con altos contenidos de material soluble, pequeño tamaño de partícula o con alto contenido de almidones y lípidos, una vez que este material puede escapar de las bolsas sin ser degradado (Meléndez, 2007).

La técnica de digestibilidad *in situ* (digestibilidad *in situ* de materia seca) utiliza bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos atreves de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido adoptada por AFRC como método estándar para cacterizar la degradabilidad de materia seca (Rosero, 2007).

La técnica *in situ* ha sido ampliamente utilizada para obtener datos que se requiere en la estimación de los parámetros de cinética ruminal de las fracciones nutricionales de los alimentos en rumiantes (Correa, 2004).

La determinación del valor energético de los forrajes se puede estimar indirectamente mediante digestibilidades estimadas con técnicas *in situ* e *in vitro* y, recientemente, mediante técnicas que emplean enzimas celulolíticas (Arce *et al.*, 2003).

Las técnicas *in vitro* permiten la evaluación rutinaria de la fermentación ruminal empleando fluido ruminal como en la técnica descrita por Tilley y Terry (1963) o alternativamente sin la utilización de fluido ruminal sino con la utilización de complejos enzimáticos. Estos métodos ofrecen una estimativa de la digestibilidad potencial de los alimentos sin llevar en consideración los procesos de la dinámica ruminal. La digestibilidad *in vivo* históricamente ha sido utilizada para determinar la degradabilidad aparente de los alimentos, sin embargo, esta técnica no permite cuantificar qué fracción del alimento ha sido degradada en el rumen y qué fracción ha sido degradada en el sistema digestivo posterior (Gonzales, 1999).

#### **IV.- MATERIALES Y METODOS.**

Para la realización de este proyecto fueron requeridos los siguientes materiales:

- Bovino (macho) con fistula ruminal permanente
- Cánula ruminal neumática
- Bolsas de nylon
- Aros de metal
- Ligas
- Ancla con contrapeso
- 21 muestras de *Pennisetum spp*
- Estufa de aire caliente
- Balanza analítica
- Alfalfa henificada como dieta del bovino
- Alimento concentrado 16%

El forraje con el que se desarrolló el trabajo se obtuvo de un rancho del municipio de Mapimi, Durango; se utilizó un novillo con fistula ruminal permanente castrado, (Holstein x Cebú) de aproximadamente 220 kg de peso, el novillo se encontraba estabulado en un corral tubular, contaba con comederos de cemento, trampa, piso de tierra, pila de agua y techo de laminas que cubrían la mitad del corral. Durante el tiempo de la investigación el novillo se le ofreció una dieta de alfalfa henificada y alimento concentrado, el horario de alimentación fue por las mañanas y las tardes se alimentaba las 9:00 h y 18:00 h, se le ofreció agua a libre acceso. Para la colocación de las muestras en el rumen se utilizó la técnica digestibilidad *in situ*

con los siguientes periodos de incubación 0,4,8,12,24,48,72,96 horas, basándose en el método descrito por Orskov y McDonald (1979).

#### **Procesamiento de las muestras.**

Las bolsas con las muestras del forraje, fueron incubadas en el rumen del becerro en las horas 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96 postprandiales. Luego de la incubación fueron enjuagadas a chorro con agua abundante hasta quitarle lo más posible del contenido ruminal, para posteriormente llevarlas la estufa de aire caliente durante un periodo de 24 hrs, a una temperatura aproximada de 70°C. Por el método de desecación en estufa de aire hasta valores de peso constante (AOAC, 1990).



Figura 2.- Bolsas de nylon con la muestra del forraje orgánico.

#### **V.- Descripción del lugar del proyecto de investigación.**

El trabajo de investigación fue realizado en las instalaciones del área de bovinos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Regional Laguna (UAAAN UL), ubicada entre Periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe, en Torreón Coahuila, se localiza en la parte oeste-sur del estado, en las coordenadas 103°32'33'' longitud oeste y 25°32'40'' longitud norte, a una altura de 1120 msnm.

## Clima.

El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 20 a 22°C siendo su máxima extrema de 42°C en verano aunque se a reportado temperaturas extremas de 44.5°C; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidad de 27 a 44 km/hr (INEGI, 2005).

El periodo de estudio, fue comprendido, desde 15 de enero hasta 10 de marzo de 2010, en el cual se realizaron recolección de muestras del forraje orgánico *pennisetum spp* en un rancho de Mapimi Dgo, se obtuvo muestras del forraje en Silo, heno y verde, para realizar el estudio de digestibilidad *in situ* de materia seca y proteína cruda, Para realizar la colocación de muestras se utilizó la técnica de digestibilidad *in situ* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas postprandial, de acuerdo con el método de Orskov y McDonald (1979).

Los estudios como ya se menciona fueron realizados en las instalaciones de la UAAAN URL, donde primeramente se realizo un estudio bromatológico del silo del forraje *Pennisetum spp*. Que fue con lo que trabajamos, para posteriormente medir el porcentaje de digestión que tendría dicho silo. A continuación se muestra una tabla con los valores nutritivos del silo *Pennisetum spp*.

CUADRO 5.- ANALISIS BROMATOLOGICO DE FORRAJE ORGANICO *PENNISETUM SPP.* (Laboratorio de la UAAAN-UL)

<b>SILO del forraje <i>Pennisetum Spp</i></b>	<b>Porcentaje.</b>
<b>PC</b>	<b>13.19%</b>
<b>MS</b>	<b>17.48%</b>
<b>FDN</b>	<b>61.03%</b>
<b>FDA</b>	<b>40.80%</b>
<b>CENIZAS</b>	<b>21.96%</b>
<b>EXTRACTO ETereo</b>	<b>2.60%</b>

#### VI.- RESULTADOS Y DISCUSION.

En el siguiente cuadro se pueden observar los valores obtenidos para la digestibilidad de la materia seca del forraje orgánico *Pennisetum spp* utilizado en el experimento, observando la alta digestibilidad desde las primeras horas.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE MS DEL ENSILAJE ORGANICO.

<b>HORAS</b>	<b>% de MS digerida</b>
<b>0</b>	<b>85.90</b>
<b>4</b>	<b>56.54</b>
<b>8</b>	<b>58.12</b>
<b>12</b>	<b>55.00</b>
<b>24</b>	<b>53.47</b>
<b>48</b>	<b>38.46</b>
<b>72</b>	<b>32.70</b>
<b>96</b>	<b>28.47</b>

El presente estudio demostró que el forraje orgánico tiene una buena digestibilidad alcanzando un porcentaje de 58.12% en un periodo de 8 h donde se mantiene en promedio el nivel de digestibilidad, hasta la hora 24 donde tiene un promedio de digestibilidad de un 53.47%, después de la hora 24 tiene una caída del porcentaje digerible ya que cantidad de materia seca digerible ya ha sido aprovechada por las bacterias del rumen.

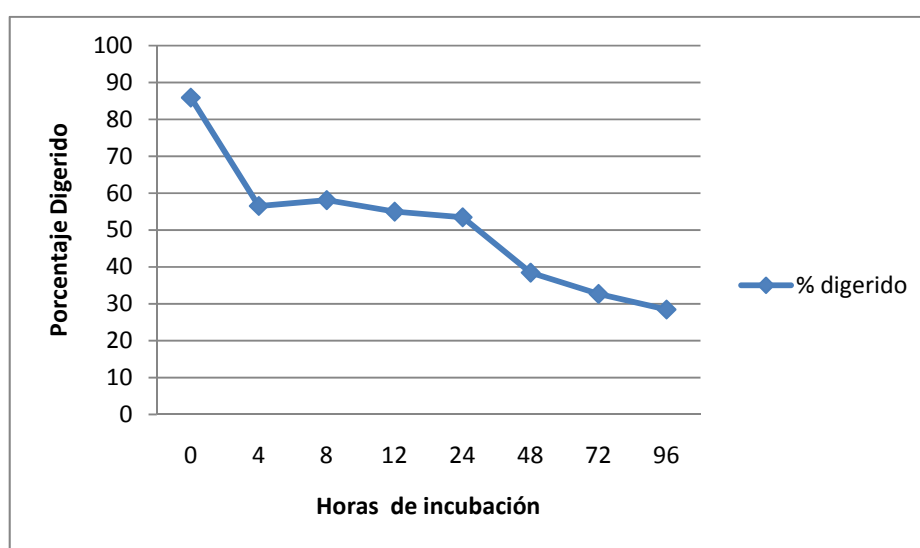


Figura 3. Porcentaje de digestibilidad de materia seca del forraje orgánico *Pennisetum*.

En la figura 3 se observa que a las 0 horas se obtuvo un porcentaje alto de digestibilidad del cerca de 90% y que a las 4 horas de incubación tenemos una digestibilidad media cercana a 60% donde se mantiene sin muchas variaciones hasta la hora 24, lo cual nos indica que el forraje ensilado tiene un buen comportamiento y que las bacterias del rumen hacen buen trabajo para la digestibilidad del silo.



CUADRO 7. PORCENTAJE DE MATERIA SECA REMANENTE.

HORAS	% Remanente
0	14.06
4	43.56
8	41.88
12	45.00
24	46.53
48	61.62
72	67.30
96	71.46

En el cuadro 7 se muestra el porcentaje remanente de materia seca en las muestras de silo del forraje orgánico que fueron incubadas en el rumen del becerro, donde nos muestra que las primeras horas se tiene buena digestibilidad de dicho forraje ya que a la hora 8 de un total del 100% solo quedo un 41.88% del silo.

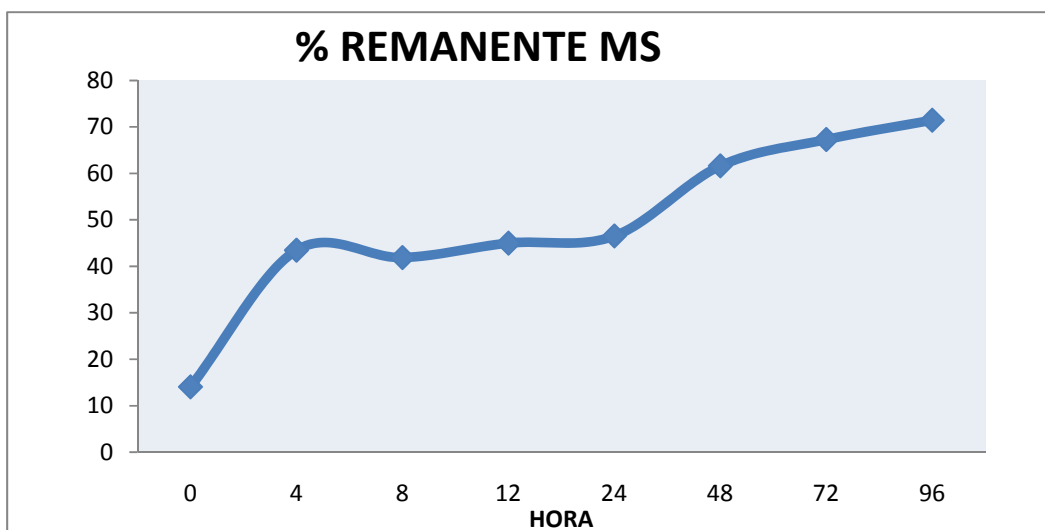


Figura 4. Materia seca remanente del forraje orgánico *pennisetum spp.*

En la figura 4 se muestra la grafica del porcentaje de material remanente de las muestras que fueron incubadas en el rumen del becerro, observandose que dentro de las primeras horas de incubación el forraje ensilado tiene una buena digestibilidad ya que dichos resultados indica que desaparece mas de la mitad de la muestra incubada, dado a que las bacterias del rumen aprovechan bien el contenido de materia seca de dicho ensilado

## **VII.- CONCLUSIÓN.**

El ensilado de forraje organico, demostró que tiene una buena digestibilidad, mostrando una rapida digestión ya que a las 8 horas tiene un porcentaje digerible de 58.12%, lo cual indica que este forraje tiene buena digestibilidad y puede ser ofrecido a los rumiantes, debido que tiene un buen porcentaje de contenido de proteína cruda, y esta es bien digerida en el rumen. Lo que nos quedaria investigar es el aumento que tuviera en la producción de leche, o en la producción de carne.

Muchas veces en la producción de ganadería lechera los costos de alimentación son los más costosos, en este trabajo como conclusión final se recomienda el ensilado de este forraje orgánico (*Pennisetum spp,* ) por el aceptable nivel de proteína cruda que se encontró, además de tener una rápida y buena digestibilidad dentro de las primeras horas; así que se recomienda ofrecer este forraje combinado con otros alimentos de la dieta en la explotación de bovinos de leche por los resultados obtenidos se puede esperar que tenga buen impacto en la producción de bovinos lecheros; otro punto a favor que se observe en este forraje *pennisetum spp,* es el impresionante rendimiento de toneladas por hectárea alcanzando un rendimiento promedio de 200 toneladas por ha, cabe mencionar que el forraje evaluado utiliza mucho menos agua que otros forrajes como la alfalfa factor que beneficia a los productores especialmente donde se presenta escases de agua como el caso de la comarca lagunera.

## VIII. LITERATURA CITADA.

- Aguado Santa cruz. GA. Manejo biotecnológico de Gramíneas forrajeras. 2008
- Araujo O. 2003. Propiedades físicas y químicas del rumen.
- Araya mora maritza producción de forraje y calidad nutricional de forraje *pennisetum* en la meseta central de costa rica. 2005
- Arias B. 2002 aspectos generales de la microbiología del rumen.
- Bertoia LM 2005 .Etapas del ensilaje.
- Bochi-Brum, O 2000., In vitro digestibility of forages and concentrates: effect of the diet of donor animals.
- Bragachini. 2006 Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional.
- CAYAMBE, PICHINCHA, 2006.1 Respuesta del pasto maralfalfa (*pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra.
- Contreras F. 2007 Inoculantes microbiales para ensilaje
- Correa JH. 2007 Pasto Maralfalfa Mitos y Realidades.
- Escalante Roberto I Situación actual del sector agropecuario en México 2007.  
Gonzalez A. 2008. Adaptación y producción de gramíneas en Jalisco México
- Giordano JM. Uso de mixer para formular dietas balanceadas en base a forrajes conservados. 2007
- Gonzales Cano J. aprovechamiento intestinal de la proteína en los rumiantes 2000.
- Gonzalo Ramírez R. S/F. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México
- Gunter A. S/F. Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay.
- Hernández P. 2006. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote

- Hertentains J.L. Manejo y utilización de cultivares *pennisetum* en las fincas lecheras. 2009
- Joseph H. Herbein 1999. Rumen Propionate and Blood Glucose Kinetics in Growing Cattle Fed Isoenergetic Diets.
- López Herrera M.2003 características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananás comosus*).
- Marques F.2007 Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Rendimiento y contenido de proteína.
- MARTÍNEZ G.R 2007. Manejo de forrajes invernales para rotaciones de cultivos
- Mattioli, 2009 Guillermo Alberto. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes
- Moran Guerrero J.1998 El ensilaje como método de conservación de forrajes.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.
- Ørskov, F D DeB Hovell & F 1979 mould the use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs
- Ramírez G. 2008 Efecto de la edad de corte sobre rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum spp*).
- Rosero Noguera1 2008 *Modeling of ruminant food degradation kinetics*.
- Sagarpa.** S/F Técnicas de ensilaje y construcción de silos forrajeros.
- Sanginez G.L. S/F potencial nutricional del follaje de *buddleia* en la alimentación de ovinos.