

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE LA PROTEINA CRUDA DE UNA NUEVA
VARIEDAD DE PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO.**

POR:

MARY CARMEN YENIZEY GONZÁLEZ NAVARRO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER

EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2010.

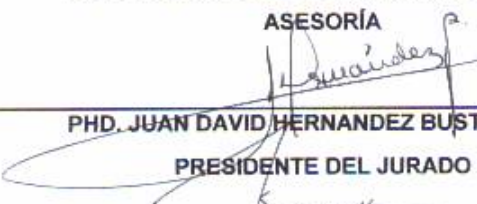
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

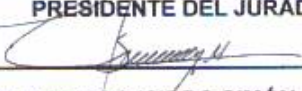


DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE LA PROTEÍNA CRUDA DE UNA NUEVA
VARIEDAD DE PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO.

TESIS:

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA


PHD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE
PRESIDENTE DEL JURADO


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



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
REGIONAL
CIENCIA ANIMAL

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
TESIS
POR
MARY CARMEN YENIZEY GONZÁLEZ NAVARRO

DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE LA PROTEÍNA CRUDA DE UNA NUEVA
VARIEDAD DE PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO.

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA



PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

PRESIDENTE



MVZ. FEDERICO ANTONIO HERNANDEZ TORRES

VOCAL. 1



Dr. FERNANDO ULISES ADAME DE LEON

VOCAL. 2



MVZ. JESUS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL SUPLENTE

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2010.

DEDICATORIAS

A MI MADRE Y AMIGA:

Ma. Del Carmen Navarro Gómez por ese gran amor y cariño que siempre nos ha brindado a mis hermanas y a mi y sobre todo esa fortaleza de la gran mujer que representa ante toda situación y circunstancia. Me diste la vida sin nada a cambio, hoy quisiera darte el fruto de tu trabajó. Sé que todas la madres son buenas, pero para mí tú eres la mejor **TE AMO MAMI.**

A MI PADRE Y AMIGO:

Juan González Colín por tu gran sabiduría que me has enseñado, por tu comprensión y esfuerzo para salir adelante mostrándome el camino correcto; por que siempre existieron palabras de apoyo que me ayudaron a lograr una meta más en mi vida. Por el orgullo de ser hija de un hombre extraordinario y maravilloso. **TE AMO PAPI.**

A MIS HERMANAS:

Nayeli González, Eyllin González por sus palabras de aliento para salir adelante, por esos consejos que me ayudaron a tomar decisiones importantes en mi vida, por su gran ejemplo de superación y valioso apoyo incondicional en todo momento desde que inicie mis estudios. Con cariño y admiración las quiero mucho.

A MI SOBRINO:

Juan Eduardo Morales por su forma de sonreír a la vida y su dicha de ser un niño virtuoso, al que yo admiro y quiero mucho desde el día que nació. Me siento muy afortunada de tenerte conmigo.

A MI NOVIO, AMIGO Y CONFIDENTE:

Delmar Aguilar Meléndez por que eres esa clase de persona que todo lo comprende, por que sabes escuchar y brindar ayuda cuando es necesario, porque siempre has estado a mi lado en lo bueno y en lo adverso. Te has ganado mi cariño, admiración y respeto **TE AMO MUCHO.**

A MIS AMIGAS XALU'S:

Leonela Bautista, Rosalinda Borunda, Laura Cedillo por esa gran fortaleza que me brindaron durante la carrera, por estar en las buenas y en las malas sin importar la situación y sobre todo por compartir los sueños y que ahora los hacemos realidad. Las quiero mucho amigas del alma.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por estar siempre en mi vida, por no abandonarme en el camino, por guiarme siempre hacia el bien y por ayudar a levantarme en mis fracasos por mas fuertes que estos sean, por aprender de ellos y principalmente por permitirme realizar el sueño mas importante de mi vida.

A MI ASESOR:

PhD. Juan David Hernández Bustamante por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo, por toda la paciencia y su valioso tiempo, por sus conocimientos que me sirvieron de gran ayuda, por todo el apoyo, considero que usted fue mi mejor elección, porque me ha servido como ejemplo y deseo contar siempre con su sabiduría y amistad.

A MI ¡ALMA MATER!

Por darme la oportunidad de ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva, por haber sido un refugio durante mi etapa de estudiante, por permitirme iniciar y terminar una carrera profesional. Me llevo los mas bonitos recuerdos de toda mi vida.

A MIS PADRES:

Sabiendo que no existiría una forma de agradecer toda una vida de sacrificios y esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

RESUMEN

DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE LA PROTEÍNA CRUDA DE UNA NUEVA
VARIEDAD DE PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO.

POR:

MARY CARMEN YENIZEY GONZÁLEZ NAVARRO

MÉDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

ASESOR:

PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

El objetivo del estudio fue determinar la digestibilidad *in situ* de la proteína cruda (P.C) de una nueva variedad de pasto forrajero orgánico ensilado.

Para evaluar la digestibilidad de la proteína cruda del pasto forrajero, se utilizó la técnica de los sacos de nylon, los tiempos de incubación fueron 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas postprandial. Como resultado se determinó que las bacterias celulolíticas ruminales en la hora 0 se tardaron en digerir la muestra, esto se debió al proceso físico (picado), químico (inoculantes) y biológico (fermentación) que sufrió el forraje orgánico al ensilarse; a las horas 8 y 12 horas de incubación las bacterias reconocieron la célula vegetal para después destruir la pared celular y digerir la proteína cruda, se presenta una mínima población de bacterias ruminales; a las 48 horas de incubación hay una sobrepoblación de bacterias ruminales lo que da como resultado la degradación total de la pared celular y la proteína cruda de la célula vegetal y para finalizar a las 96 horas de incubación hay un descenso significativo de la proteína cruda y como resultado tenemos el auto consumo de las bacterias.

Palabras clave: Cinética, Digestibilidad, Forraje orgánico, *Pennisetum spp*, Técnica *in situ*.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
RESUMEN.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2 OBJETIVO PARTICULAR.....	5
2.3 META.....	5
III. REVISION DE LITERATURA.....	6
3.1 SILO.....	6
3.1.1 Técnica de Ensilado.....	6
3.1.2 Valores Nutricionales.....	10
3.2 INOCULANTES.....	10
3.3 DIGESTIBILIDAD.....	11
3.4 CINETICA DE LA DIGESTION.....	12
3.5 PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD.....	13
3.5.1 Técnica <i>in situ</i>	13
3.5.2 Digestibilidad <i>in situ</i>	14
3.6 MICROORGANISMOS RUMINALES.....	15
3.6.1 Bacterias.....	16
3.6.2 Bacterias Celulolíticas.....	17
3.6.3 Bacterias hemicelulolíticas y pectinolítica.....	17

3.6.4 Bacterias amilolíticas.....	18
3.6.5 Bacterias que utilizan ácidos intermedios.....	18
3.6.6 Bacterias proteolíticas.....	18
3.6.7 Bacterias productoras de amoníaco.....	19
3.6.8 Bacterias lipolíticas.....	19
3.6.9 Bacterias productoras de metano.....	19
3.7 PASTO FORRAJERO ORGÁNICO <i>Pennisetum</i>	20
3.7.1 Características taxonómicas.....	21
3.7.2 Órganos Vegetativos.....	21
3.7.3 Órganos Reproductivos.....	22
3.7.4 Características del Pasto Maralfalfa.....	22
3.7.5 Análisis del contenido Nutricional	23
3.8 FORRAJE ORGÁNICO.....	24
3.8.1 Ley de productos orgánicos.....	25
IV. MATERIALES Y METODOS.....	27
4.1 MATERIALES.....	27
4.2 MUESTRA EXPERIMENTAL.....	28
4.3 METODOS.....	29
4.4 PROCEDIMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	29
4.5 LOCALIZACION.....	31
V. RESULTADOS.....	32
VI. DISCUSION.....	35
VII. CONCLUSIÓN.....	36
LITERARURA CITADA.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Página
Cuadro 1. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE HOJAS Y TALLOS DE LA ALFALFA.....	4
Cuadro 2. COMPARACIÓN DEL PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO CON OTRO TIPO DE SILOS DE DIFERENTES FORRAJES.	10
Cuadro 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GENERO <i>PENNISETUM</i>	21
Cuadro 4. NUTRIENTES DEL FORRAJE ORGÁNICO ENSILADO.....	24
Cuadro 5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL SILO USADO EN EL EXPERIMENTO.....	28
Cuadro 6. VALORES OBTENIDOS EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE ORGÁNICO.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Página
Figura 1. Muestra del forraje orgánico Ensilado utilizado en este proyecto.....	28
Figura 2. Digestibilidad de la Proteína Cruda del forraje orgánico ensilado.....	33
Figura 3. Total de proteína cruda remanente en la muestra del forraje orgánico ensilado...	34

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el sistema de producción animal cobra especial importancia ya que abarca 51.3 millones de hectáreas, equivalentes al 26.2% del territorio nacional (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

De esta superficie 19 millones de hectáreas se dedican a la producción pecuaria, donde pastorean aproximadamente 12 millones de bovinos (40% del inventario nacional) que producen cerca del 28% y 39% de leche y carne que se consume en México (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

Una de las necesidades fundamentales del hombre a través de su desarrollo evolutivo e histórico, ha sido la adecuada producción de alimentos. El recurso forrajero (gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros) es fundamental para la alimentación del ganado en los grandes sistemas de producción de la República Mexicana (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

El alimento más antiguo y natural para el ganado es el pasto. La vaca tiene un estómago grande que le permite asimilar los nutrientes del pasto sin peligro para su salud. Es el alimento más barato ya que crece rápido y no requiere de terrenos especiales para su crecimiento.

La producción y demanda del forraje por bovinos en pastoreo ha demostrado que la producción de leche puede incrementarse entre el 13 y el 20%, cuando la alimentación es combinada mediante gramíneas y leguminosas (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

Los forrajes de alta calidad pueden constituir dos terceras partes de la materia seca en la ración de vacas, que comen 2.5 a 3% de su peso corporal como materia seca (ejemplo, una vaca de 600 kg. puede comer 15 a 18 kg. de materia seca (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp)).

Las vacas comen más de una leguminosa que un pasto en la misma etapa de madurez. Sin embargo, forrajes de buena calidad, alimentados en raciones balanceadas, suministran mucho de la proteína y energía necesarias para la producción de leche (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

Usualmente, el valor nutritivo de un forraje es más alto durante el crecimiento vegetativo y más bajo en la etapa de formación de semillas. Con la avanzada madurez, la concentración de proteína, energía, calcio, fósforo y materia seca digestible en la planta se reducen mientras la concentración de fibra aumenta.

Mientras aumenta la fibra, aumenta el contenido de lignina, haciendo así a los carbohidratos menos disponibles a los microorganismos del rumen, por lo tanto el valor energético del forraje se reduce a una mínima cantidad y no es aprovechada en su totalidad (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

Así, cuando los forrajes son producidos con el propósito de alimentar ganado, deben ser cosechados o pastoreados en una etapa joven. El maíz y el sorgo, cosechados para ensilaje son dos excepciones, porque a pesar que el valor nutritivo de las partes vegetativas de la planta (tallos y hojas), en la formación de semillas una cantidad alta de almidón digestible se acumula en los granos (www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp).

Los animales en pastoreo tienen la habilidad de cosechar y convertir energía vegetal en celulosa; la celulosa es la porción estructural de la planta que comprende la pared de las células vegetales, y es bastante fibrosa. Los animales monogástricos (animales con un solo estómago, no rumiantes) no tienen la habilidad de digerir celulosa (Rinehart, 2008).

Los microorganismos del rumen, en cambio, producen celulasa, la enzima que degrada las uniones químicas de la celulosa haciéndola digestible para las bacterias y en consecuencia, para el animal rumiante (Rinehart, 2008).

La digestión se inicia cuando el animal toma un bocado de la pastura. A medida que el animal mastica el alimento se condensa en un bolo – un paquete de alimento que puede ser tragado, se excreta saliva, la que también ayuda a tragar y sirve como un elemento amortiguador de pH en el estómago (Lee Rinehart, 2008).

Una vez en el rumen, el alimento empieza a sufrir fermentación, millones de microorganismos digieren el alimento, resultando en productos finales que sirven como una fuente mayor de nutrientes para el animal. Algunos productos formados son amonio, metano, dióxido de carbono, y ácidos grasos volátiles (AGVs).

Los AGVs son absorbidos y usados como fuente de energía por el animal, el amonio puede ser absorbido al sistema del animal a través de la pared ruminal, o puede ser consumido por bacterias para ser convertido en proteína microbiana. Esta proteína microbiana es después pasada a través del sistema digestivo para ser absorbida por el intestino delgado (Rinehart, 2008).

Por otra parte tenemos la demanda de la alfalfa como alimento de primera elección para el ganado, se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado (www.agri-nova.com).

La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria, dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer a la industria (www.agri-nova.com).

La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución de utilidad como cultivo conservacionista de la fauna (www.agri-nova.com).

Por ser una especie praterse y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación (www.agri-nova.com).

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje, es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos (www.agri-nova.com).

Cuadro 1. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE HOJAS Y TALLOS DE LA ALFALFA

%	HOJAS	TALLOS
<i>Proteína bruta</i>	24	10.7
<i>Grasa bruta</i>	3.1	1.3
<i>Extracto no nitrogenado</i>	45.8	37.3
<i>Fibra bruta</i>	16.4	44.4
<i>Cenizas</i>	10.7	6.3

Fuente: www.agri-nova.com

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la cinética ruminal del forraje orgánico ensilado como una alternativa en la alimentación animal.

2.2 OBJETIVO PARTICULAR

- Determinar la digestibilidad de la proteína cruda de un pasto forrajero orgánico ensilado con la técnica *in situ* descrita por Orskov y McDonald, 1970.

2.7 META

Contribuir al estudio de la cinética ruminal de un pasto forrajero orgánico (*Pennisetum*) para lograr su aceptación como una alternativa alimenticia en explotaciones ganaderas de la Comarca Lagunera.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 SILO

Es una estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura. Los más habituales tienen forma cilíndrica, asemejándose a una torre, construida de madera, hormigón armado o metal. (www.wikipedia.org)

3.1.1 Técnica de Ensilado

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

La conservación de alimentos en forma de ensilajes es una gran herramienta de manejo que permite a los productores equipar recursos alimenticios (forrajes, residuos de cosecha, productos agroindustriales) con demanda alimenticia para el ganado. La función básica de la manufactura del ensilaje es almacenar y reservar alimento para su uso posterior con pérdidas mínimas de calidad nutricional (Wattiaux, 2000).

La técnica de ensilado sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados (Garcés s/f).

Hoy en día, en establos lecheros y en las explotaciones de ganado es utilizado el ensilaje en comparación al heno, ya que es considerado como el primer método de conservación en el campo. Este remplazo se debe a que el ensilaje es menos pagado que la manufactura del heno en las condiciones ambientales y puede ser extendido en una gran variedad de cultivos forrajeros (maíz, sorgo, cereales de grano inmaduro, entre otros). Actualmente, el ensilaje se ha transformado en una herramienta importante para los productores para manejar la producción de cultivos y de programas de alimentación del hato (Wattiaux, 2000).

Por tanto, se debe considerar esta alternativa solo para la conservación de forrajes de alta calidad. El material debe ser cortado y picado uniformemente en trozos no mayores a los 2,5 cm confeccionando el silo con 65-70% de humedad. Sea cual fuere el silo que se realice en el mismo no debe entrar aire pues se busca que fermente y que se produzca ácido acético y láctico (característico olor a encurtidos) señal de que es un silo de calidad, desde este punto de vista las bolsas plásticas son las que dan mayor seguridad de fermentación. La no producción de los ácidos comentados es debido a la entrada de aire al silo o al utilizar forraje con bajos contenidos de hidratos de carbono (De la Roza, 2005, Curró *et al.*, 2008)

Una vez que el silo se estabilizó puede durar años sin alteraciones siempre y cuando no le entre aire ni agua, por ello una vez abierto cuanto más rápido se suministre a los animales mejor (De la Roza, 2005, Curró. *et al.*, 2008).

En síntesis, para tener silos de calidad se debe contar con forrajes de excelente calidad ya que ésta como ninguna práctica de conservación es casi capaz de mantener la calidad del forraje inicial y lograr una anaerobiosis óptima para favorecer las bacterias lácticas y acéticas evitando además los microorganismos que deterioran la calidad (De la Roza, 2005, Curró C. *et al.*, 2008).

Curró, (2008) y Wattiaux, (2000), mencionan las siguientes ventajas que el ensilaje presenta comparadas con el pastoreo y con el heno:

- Intensificar la producción forrajera (aumentar el rendimiento de forraje por hectárea).
- Minimizar los factores de riesgo asociados con condiciones ambientales (perdidas por la lluvia) en tratar de cosechar forrajes de alta calidad.
- Conservar de la mejor manera las características nutricionales del cultivo original.
- Mejorar el control del producto en el momento de corte y en el óptimo estado de madurez para la cosecha.
- Minimizar las pérdidas de hojas y otras partes pequeñas de las plantas de alta calidad en el campo (comparadas con heno).
- Tener un inventario de forraje de valor nutritivo constante; lo cual hace posible balancear las raciones con precisión.

Wattiaux, (2000) menciona algunas limitaciones o desventajas que necesitan ser enumeradas para cuando uno quiere imponer los costos de adoptar esta tecnología:

- El ensilaje requiere alto capital de inversión (o costo directo por cosecha contratada) y alta dependencia en combustible fósil.

- Las instalaciones de almacenamiento (estructura de silo) pueden ser costosas, equipamiento adicional puede ser requerido para remover el ensilaje del silo.
- El manejo de los silos es algunas veces dificultoso en el campo por que una vez abierto el silo, el ensilaje debe ser removido en base diaria (para minimizar la pérdida de valor nutritivo).
- Una vez que el ensilaje es removido, se transforma en inestable (por estar expuesto a oxígeno) y tiende a desperdiciarse entre uno a dos días (especialmente en condiciones de clima cálido con ensilajes que se hallan bien preservados).
- El ensilaje no puede ser comercializado fácilmente (es difícil de transportar en distancias largas comparadas con heno).
- Las pérdidas en nutrientes durante el almacenamiento en silo son inevitables y pueden ser grandes si no es preparado correctamente.
- La mayor pérdida asociada con ensilaje incluye: materia seca altamente digestible, azúcares solubles, proteínas, ácidos orgánicos, dióxido de carbono y otros gases.

3.1.2 Valores Nutricionales

Cuadro 2.- COMPARACIÓN DEL PASTO FORRAJERO ORGÁNICO ENSILADO CON OTRO TIPO DE SILOS DE DIFERENTES FORRAJES.

SILOS	MS	PC	EE	FDN	FDA	Ceniza
Pasto forrajero orgánico ensilado	17.48%	13.19%	2.60%	61.03%	40.08%	23.44%
Ensilado de sorgo	19.00%	9.87%	3.38%	56.88%	33.94%	8.66%
Ensilado de alfalfa	29.92%	18.37%	3.74%	46.5%	37.30%	8.80%
Ensilado de maíz	31.90%	7.64%	2.20%	52.60%	31.39%	4.50%
Ensilado de soja	29.70%	18.00%	4.29%	47.00%	38.00%	6.30%
Silo pradera base gramíneas	37.10%	14.00%	2.50%	56.20%	38.70%	7.90%

MS= Materia Seca **PC=** Proteína Cruda **EE=** Extracto Eterio **FDN=** Fibra Detergente Neutro
FDA= Fibra Detergente Acido

Fuente: Gorosito *et al* s/f.

3.2 INOCULANTES

Se define como el inóculo que contiene un cultivo inicial de organismos fermentadores vivos, también contienen enzimas potentes y organismos para aumentar la palatabilidad y el consumo de los animales (Cantú, 2002).

Los inoculantes microbianos ayudan alentando una fermentación más eficiente y acelerando la tasa de formación de ácidos. Esto último causa una disminución más rápida del pH que evita la degradación de las proteínas de las plantas y es necesaria para preservar la cosecha (Kung y White s/f)

Los inoculantes están divididos en dos categorías dependiendo de cómo fermentan un azúcar común en la planta (glucosa). Los homofermentadores

producen solo ácido láctico y dentro de ellos se encuentran especies de *Lactobacillus* como *Lactobacillus plantarum*, y especies de *Pediococcus* spp, y *Enterococcus* spp. La otra categoría, los heterofermentadores producen ácido láctico, ácido acético o etanol, y bióxido de carbono (Contreras y Richard., 2006).

3.3 DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes de los ingredientes van a ser aprovechados directamente por el animal (Cabrera s/f).

Los rumiantes son herbívoros cuyo principal alimento son las plantas que contienen carbohidratos fibrosos; sin embargo, estos animales no poseen enzimas que puedan digerirlos y son los microorganismos presentes en el rumen, tales como bacterias, protozoarios y hongos, los que al fermentar el alimento permiten al rumiante:

- ◆ Digerir polisacáridos complejos como la celulosa.
- ◆ Aprovechar además de proteínas, fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), para su conversión en proteína microbiana.
- ◆ Sintetizar vitaminas hidrosolubles.

El rumiante aprovecha los productos finales de la fermentación, particularmente los ácidos grasos volátiles (AGV) y los nutrientes contenidos en los cuerpos celulares de los microorganismos, que son aprovechados al digerirse en el abomaso e intestino delgado (Nava y Díaz, 2001).

Los procesos de digestión y pasaje pueden ser descritos por modelos compartimentales en los cuales cada compartimiento representa un proceso distinto. Diferentes modelos han sido propuestos para describir la digestión y

pasaje de los alimentos en los rumiantes. En estos modelos, el alimento desaparece del rumen por degradación y absorción o por el tránsito al tracto digestivo posterior apareciendo finalmente en las heces. La proporción de nutrientes que están disponibles para el rumiante varía en función de la competencia entre las tasas de degradación y pasaje (Rosero *et al*, 2007).

Una segunda generación de métodos fue desarrollada incorporando las estimativas de la cinética de degradación en el retículo – rumen. Estas estimaciones fueron realizadas a través de la técnica *in situ* o a través de la técnica de producción de gas (Rosero *et al*, 2007).

Estos métodos son ampliamente utilizados para evaluar el valor energético y proteico de los alimentos para rumiantes, su potencial de ingestión y la presencia de factores anti nutricionales (Rosero *et al*, 2007).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de la digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se puede medir efectos combinados del alimento, siendo el objetivo fundamental la digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional (Rosero *et al*, 2007).

3.4 CINETICA DE LA DIGESTION

La cinética de digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, además de no describir solo la digestión, sino que caracteriza las propiedades intrínsecas de los alimentos que limitan su posibilidad para los animales a partir de modelos desarrollados con base de principios biológicos, clasificando a los animales en fácil digestión, digestión lenta o en indigeribles (Sangines, 2001).

3.5 PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD

Las pruebas de digestibilidad se utilizan para estimar el valor nutricional de los alimentos, las técnicas fueron diseñadas para caracterizar el valor nutritivo (Pérez., *et al s/f*).

Una buena digestibilidad de la dieta resultará en una mayor productividad por parte del animal. Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales pruebas descritas por Pérez, *s/f*.

- Prueba de digestibilidad *in vivo*
- Prueba digestibilidad *in situ*
- Prueba de digestibilidad *in vitro*

3.5.1 Técnica *in situ*

El método *in sacco*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objetivo fundamental medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen (Pedraza,2001).

Los primeros experimentos (Quins, Van Der Wath y Mayburgh, 1939) usaron bolsas de seda, las que fueron reemplazadas posteriormente por otros tejidos como el nylon, el poliéster y el dacrón (Pedraza, 2001).

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la digestión ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido adoptada por el AFRC como método estándar para caracterizar la degradabilidad ruminal del nitrógeno (Rosero, *et al*, 2007).

Esta técnica ha sido escogida debido a su gran aproximación a los resultados *in vivo*. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosero, *et al*, 2007).

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de determinar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos. Sin embargo, la tasa de pasaje relativa a la tasa de digestión es una propiedad dinámica que afecta la digestibilidad (Rosero, *et al*, 2007).

Durante el proceso de incubación existe un periodo donde ninguna o una reducida degradación del alimento ocurre, esto es conocido como tiempo de colonización (fase de latencia) (Rosero, *et al*, 2007).

La correcta determinación del tiempo de colonización depende de la adecuada estimación de la fracción soluble de los alimentos y la cuantificación de la pérdida de pequeñas partículas que puedan escapar del saco de nylon en el tiempo cero (Rosero *et al*, 2007).

De acuerdo con Allen y Mertens, citado por Rosero (2007), este tiempo de colonización es específico para cada alimento y representa el tiempo necesario para la hidratación del sustrato y la alteración física o química de la fibra que puede ser requerida antes de que las bacterias colonicen el sustrato y se inicie la actividad enzimática (Rosero *et al*, 2007).

3.5.2 Digestibilidad *in situ*

La técnica de degradación ruminal *in situ*, mediante el uso de los sacos de nylon, se emplea frecuentemente en la evaluación de alimentos para rumiantes. El método tiene la ventaja de ser rápido, sencillo y económico. La muestra es

sometida a un ambiente ruminal real, por lo que el proceso de degradación será similar al esperado en la realidad (técnica *in vivo*) (Rosero *et al*, 2007).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de materia seca, proteína o de las paredes celulares por ser los mas apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento, siendo el objeto fundamental de medir el grado de digestión del alimento (Rosero, *et al*, 2007).

3.6 MICROORGANISMOS RUMINALES

El rumiante puede ser considerado como una fábrica fermentadora. Los vegetales que el animal ingiere, constituyen la materia prima para estas fermentaciones. Primariamente el proceso ocurre en la boca, con la participación de este alimento por medio de la masticación, luego el material vegetal es deglutido y transportado al pre-estómago del rumiante llamado rumen, lugar donde ocurre la fermentación (Kamande, 2006).

En el rumen habita una masiva comunidad de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos, los que fermentan el material vegetal, entregando como productos ácidos grasos volátiles (AGV), metano y dióxido de carbono. Los AGV son removidos del rumen y son usados por el rumiante como fuente primaria de energía y carbono. Los gases en tanto, son eliminados por la vía del eructo (Kamande, 2006).

La fermentación provee nutrientes y energía para el desarrollo y división de los microorganismos, éstos, junto al alimento no digerido (parcialmente fermentado o que escapó a la fermentación), son posteriormente removidos en forma continua del rumen por pasaje hacia las partes posteriores del tracto digestivo del rumiante (Kamande, 2006).

La digestión de la masa microbiana que ha salido del rumen, provee al rumiante de su mayor fuente de aminoácidos y vitaminas solubles. Los microorganismos no digeridos y los residuos alimenticios y microorganismos que habitan en el intestino grueso, salen del animal en las heces (Kamande, 2006).

3.6.1 Bacterias

El rumiante recién nacido queda expuesto a muchas poblaciones microbianas diferentes durante el parto y son estas las que posteriormente contribuyen al establecimiento de la población microbiana gastrointestinal. Estas poblaciones tienen su origen en; la vagina, la saliva de la madre, bolo alimenticio, estiércol, flora ambiental, otros animales, la ubre, la leche y otras fuentes alimenticias. Las más importantes son el contacto entre animales y los alimentos disponibles (Blanco, 1999).

Hasta la 3ª semana de edad las bacterias que aparecen en el rumen de terneros son diferentes a las del vacuno adulto. Entre las semanas 9ª y 13ª la población bacteriana del rumen es prácticamente igual a la del rumiante adulto (Blanco, 1999).

Cada mililitro de contenido ruminal alberga alrededor de 10 000 a 50 000 millones de bacterias, siendo estos los microorganismos más abundantes (Nava y Díaz, 2001).

Las bacterias se encuentran en una gran variedad de géneros y especies por lo menos 28 especies funcionalmente importantes, las cuales se agrupan de acuerdo a su actividad. La mayoría de las bacterias son anaerobias estrictas, que no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno, sin embargo también se encuentran presentes organismos facultativos (Nava y Díaz, 2001).

3.6.2 Bacterias Celulolíticas

Las bacterias ruminales pueden hidrolizar la celulosa y metabolizar los azúcares solubles producidos. Los productos finales del metabolismo microbiano, así como la síntesis de proteína microbiana son el resultado de varios factores: características físicas y químicas del alimento, fisiología del aparato digestivo del rumiante y composición de la flora microbiana del rumen (Blanco, 1999). Las especies de bacterias más importantes que degradan la celulosa son: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Bacteroides succinogenes* y *Butyrivibrio fibrisolvens*. Bajo determinadas condiciones tales especies como *Eubacterium cellulosolvens* puede constituir la bacteria celulolítica más importante en el rumen (Blanco, 1999).

Cuando los animales consumen dietas ricas en forrajes se descubre un elevado número de estas bacterias celulolíticas, aunque también aparecen con algunas dietas ricas en cereales (Blanco, 1999).

3.6.3 Bacterias hemicelulolíticas y pectinolítica

Las principales bacterias hemicelulolíticas del rumen son: *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminicola* y *Ruminococcus spp.* La mayoría de las especies predominantes de *Ruminococcus Celulolíticas* degradan y utilizan con eficacia la hemicelulosa. Las principales bacterias que degradan la pectina son también *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminicola* y *Lachnospira multiparus*. Otras bacterias pectinolíticas incluyen *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Treponema spp.* y *Streptococcus bovis* (Blanco, 1999).

3.6.4 Bacterias amilolíticas

Las principales bacterias amilolíticas del rumen son: *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis* y *Bacteroides ruminicola* *Succinivibrio dextrinosolvens* (Blanco, 1999).

Las bacterias amilolíticas suelen predominar en el rumen cuando se consumen dietas ricas en almidón, aunque algunas bacterias como *B. Ruminicola*, parecen ser más prevalentes con dietas pobres en almidón (Blanco, 1999).

3.6.5 Bacterias que utilizan ácidos intermedios

Las bacterias que utilizan ácidos intermedios en el rumen realizan la fermentación secundaria de los productos finales de otras bacterias del rumen. Entre estos ácidos se incluyen lactato, succinato y metanoato. El lactato puede ser fermentado hasta acetato, propionato o ácidos grasos de cadena más larga por bacterias tales como *Megasphaera elsdenii* y *Selenomonas ruminantium* (Blanco, 1999).

El intercambio del lactato aumenta con el consumo de cereales y se produce el correspondiente aumento de bacterias que utilizan lactato. El succinato es el principal producto final de muchas bacterias importantes del rumen incluyendo especies celulolíticas. Este es convertido en propionato y CO₂ por *S. Ruminantium*, *Veillonella alcalescens*, *Anaerovibrio lipolytica* y *Propionibacteria* (Blanco, 1999).

3.6.6 Bacterias proteolíticas

Las bacterias proteolíticas del rumen incluyen *Bacteroides amylophilus*, *B. ruminicola*, algunas cepas de *Butyrivibrio fibrisolvens* y *Streptococcus bovis* (Blanco, 1999).

3.6.7 Bacterias productoras de amoníaco

La producción de amoníaco mediante la desaminación de aminoácidos es realizada por *Bacteroides ruminicola*, *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas ruminantium*, el amoníaco es más importante como fuente de N₂ (Nitrógeno) para aquellas bacterias del rumen que digieren carbohidratos complejos en lugar de azúcares sencillos. El amoníaco se obtiene también de la hidrólisis de la urea (Blanco, 1999).

3.6.8 Bacterias lipolíticas

Los lípidos son metabolizados activamente por las bacterias del rumen. *Anaerovibrio lipolytica* hidroliza triglicéridos y fosfolípidos para liberar glicerina y tres ácidos grasos. La lipasa de esta bacteria es extracelular y va unida a la membrana, los galactolípidos, fosfolípidos y sulfolípidos, que se descubren en los forrajes, son hidrolizados por un *Butyrivibrio spp.* La hidrogenación de los ácidos grasos insaturados de cadena larga por las bacterias del rumen es responsable de la composición relativamente constante de la grasa de la grasa corporal de los rumiantes y de las concentraciones elevadas de ácidos grasos infrecuentes en la grasa de su leche (Blanco, 1999).

3.6.9 Bacterias productoras de metano

Las bacterias productoras de metano constituyen una clase especial en la población del rumen por su papel en la regulación de la fermentación total al eliminar H₂ gaseoso. La reducción de CO₂ con H₂ gaseoso es el método primario por el cual se produce CH₄ en el rumen. Sin embargo, suele aparecer *Methanosarcina barkerii*, un germen metanógeno que utiliza metanol, metilamina y acetato para producir CH₄ (Blanco, 1999).

Al mantener baja la concentración de H₂ en el rumen mediante la formación de CH₄, las *bacterias* metanógenas promueven el crecimiento de otras especies bacterianas en el rumen y permiten una fermentación más eficaz. Las bacterias metanógenas incluyen: *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobacterium formicicum* y *Methanomicrobium mobile* (Blanco, 1999).

3.7 PASTO FORRAJERO ORGÁNICO *Pennisetum*

El pasto forrajero orgánico *Pennisetum* es un pasto perenne con alta productividad que ha sido introducido por los productores en numerosos países, uno de estos países es la República Mexicana donde ha sido cultivada en el estado de Zacatecas y en el estado de Durango, debido a su potencial como forraje para rumiantes (Ávila, 2008).

El 4 de Octubre de 1965 el Padre José Bernal, utilizando su Sistema Químico Biológico SQB, cruzó el Pasto Elefante (*Napier, Pennisetum purpureum*), originario del África y la grama (*Paspalum macrophyllum*) y obtuvo una variedad que denominó gramafante (Ávila, 2008).

Posteriormente, el 30 de Junio de 1969, utilizando el mismo Sistema Químico Biológico SQB, cruzó los pastos gramafante (Elefante y Grama) y el pasto llamado guaratara (*Axonopus purpussi*) originario del llano Colombiano y obtuvo la variedad que denominó maravilla o gramatara (Ávila, 2008).

A partir de allí el Padre José Bernal Restrepo, utilizando nuevamente su Sistema Químico Biológico S.Q.B. cruzó el Pasto Maravilla o gramatara y la alfalfa peruana (*medicago sativa linn*), con el Pasto Brasileiro (*phalaris azudinacea linn*) y el pasto resultante lo denominó maralfalfa (Ávila, 2008).

3.7.1 Características taxonómicas

Las gramíneas pertenecen a la familia *Poaceae*, la más grande de las familias del reino vegetal. Según Dawson y Hatch (2002) dicha familia esta compuesta por 5 sub-familias (Correa., *et al*, 2009).

Cuadro 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GENERO *PENNISETUM*

Familia	Sub-familias	Tribus	Géneros	Especies
<i>Poaceae</i>	<i>Pooideae</i> <i>Chloridoideae</i> <i>Oryzoideae</i> <i>Bambusoideae</i> <i>Panicoideae</i>	<i>Andropogoneae</i> <i>Festuceae</i> <i>Hordeaeae</i> <i>Agrostideae</i> <i>Paniceae</i>	<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>clandestinum</i> <i>typhoides</i> <i>violaceum</i> <i>villosum</i>

Adaptado de Dawson y Hatch, 2002.

3.7.2 Órganos Vegetativos

Las raíces del pasto *Pennisetum spp* son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual esta compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen

siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña, se encuentran bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación. La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos (Correa., *et al*, 2009).

3.7.3 Órganos Reproductivos

En general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiga. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo las más generales la espiga, la panícula y el racimo. En el caso particular del pasto *Pennisetum spp*, las inflorescencias se presentan en forma de panícula las cuales son muy características del género *Pennisetum* (Correa., *et al*, 2009).

3.7.4 Características del Pasto Maralfalfa

- **Crecimiento** es casi el doble de otros pastos de la zona puede llegar alcanzar hasta los cuatro metros de altura, tiene una flor similar a la del trigo, es fuerte ante el verano, posee alta producción de follaje y proteína (17.2%). Es muy resistente a factores como el verano, suelos, agua y luminosidad.
- **Clima**: Se da desde 0 hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar.
- **Establecimiento**: 3,000 kilos de tallos por hectárea, sembrados acostados, doble caña y a chorrillo no más de tres (3) centímetros de profundidad y a cincuenta (50) centímetros entre surcos.
- **Sabor**: Tiene un 12% de carbohidratos que lo hace altamente palatable y dulce, más que la caña forrajera, sustituye la melaza.

- **Fertilización**; Está depende básicamente de las necesidades determinadas en un previo análisis de suelos y la debida preparación del terreno. Este pasto responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la alta humedad sin encharcamientos.
- **Uso**: Lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Para el ganado de leche se puede dar fresco, para el ganado de ceba y equinos se recomienda siempre suministrarlo marchito. Además puede ser ensilado, aumentando la digestibilidad a toda la celulosa.
- **Corte**: Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo los siguientes cortes: Cuando la planta tenga 10% de espigamiento, aproximadamente a los 40 días posteriores a cada corte.
- **Cantidad de semilla por hectárea**: 4.000 (cuatro mil) Kilos por hectárea.

3.7.5 Análisis del contenido Nutricional

De acuerdo a los estudios realizados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro estos son los resultados del contenido Nutricional del pasto forrajero orgánico.

Cuadro 4. NUTRIENTES DEL FORRAJE ORGÁNICO ENSILADO

Composición	%
Materia Seca (MS)	17.48%
Proteína Cruda (PC)	13.19%
Extracto Etéreo	2.60%
Fibra Detergente Neutro (FDN)	61.03%
Fibra Detergente Acido (FDA)	40.08%
Ceniza	23.44%

Fuente: Laboratorio de Bromatología de UAAAN 2010

3.8 FORRAJE ORGÁNICO

El término "orgánico" procede del inglés (organic) y fue acuñado por un agricultor británico en los 1950s. En Europa, a los productos orgánicos se les llama también "biológicos", "bio" o "ecológicos"(www.alimentacion-sana.com.ar).

Para algunos, la palabra "orgánico" significa nutritivo. Para otros significa alimentos más limpios y seguros; incluso, están quienes entienden por "orgánico" aquellos alimentos producidos sin causar polución o dañando lo menos posible el aire, la tierra y el agua (www.alimentacion-sana.com.ar).

El animal que se cría en forma natural (las pasturas frescas, forrajes y granos que consume también deben ser orgánicos) y sin estrés tiene características especiales. Su carne tiene más cantidad de vitamina E, que es antioxidante, y menos grasa intramuscular (porque no está inmovilizado) que produce menos colesterol en el consumidor (www.cannabiscafe.net).

El gran beneficio de los alimentos orgánicos es que están absolutamente libres de residuos químicos. No están permitidos los aditivos y conservantes (salvo los naturales); plaguicidas ni fertilizantes; tienen menos o nulos residuos de

medicamentos veterinarios; no contienen hormonas; ni metales pesados (presentes en suelos y aguas) y no pueden ser irradiados (www.cannabiscave.net).

Los productos orgánicos se desarrollan siguiendo estrictos cuidados con respecto a su elaboración, comercialización y los desechos que producen. No contienen contaminantes peligrosos para la salud y no afectan el medio ambiente (www.alimentacion-sana.com.ar).

Un alimento es orgánico cuando cumple con ciertas regulaciones certificadas por una autoridad sanitaria. Para obtener el sello que avale su condición, debe ser inocuo, es decir, no producir enfermedad; debe tener características alimenticias óptimas, así como un óptimo sabor, textura y olor. Además, debe realizarse un seguimiento del alimento desde la semilla hasta el expendio (www.alimentacion-sana.com.ar).

3.8.1 Ley de productos orgánicos

Establece las prácticas a que deberán sujetarse las materias primas, productos intermedios, productos terminados y subproductos en estado natural, procesados que hayan sido obtenidos con respeto al medio ambiente y cumpliendo con criterios de sustentabilidad.

La Evaluación de la Conformidad y Certificación de los productos orgánicos solamente podrá llevarse a cabo por la Secretaría o por Organismos de Certificación acreditados conforme a lo establecido en esta Ley y las disposiciones que se deriven de ella, así como en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Para denominar a un producto como orgánico, deberá contar con la Certificación correspondiente expedida por un Organismo de Certificación Acreditado y Aprobado.

La certificación orgánica podrá otorgarse a un Operador individual o a un grupo de productores, para lo cual se deberá presentar un plan orgánico como lo establezcan las Disposiciones aplicables que la Secretaría emita.

El uso de todos los materiales, productos e ingredientes o insumos que provengan o hayan sido producidos a partir de métodos excluidos u organismos obtenidos o modificados genéticamente, quedan prohibidos en toda la cadena productiva de productos orgánicos.

Sólo los productos que cumplan con esta Ley podrán ser identificados con el término "orgánico" o denominaciones equivalentes en el etiquetado así como en la declaración de propiedades, incluido el material publicitario y los documentos comerciales y puntos de venta.

Es infraccionado un operador que, con pleno conocimiento, comercialice o etiquete materias primas, productos intermedios, productos terminados y subproductos como "orgánico", sin cumplir con lo establecido en la Ley.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 MATERIALES

Para llevar acabo esta investigación se utilizaron los siguientes materiales:

- Bovino fistulado ruminalmente
- Cánula ruminal neumática
- Sacos de nylon
- Aros de metal
- Ligas
- Ancla con un contrapeso
- 24 muestras de pasto forrajero orgánico (*Pennisetum*)
- Alfalfa henificada como dieta del bovino.

Para realizar la colocación de muestras se utilizo la técnica de digestibilidad *in situ* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas postprandial, de acuerdo a la técnica descrita por Orskov y McDonald (1970).

4.2 MUESTRA EXPERIMENTAL

La muestra del pasto forrajero orgánico *Pennisetum* se obtuvo de cultivos ubicados en el estado de Zacatecas y en el estado de Durango.

Este pasto forrajero orgánico sufrió varios cambios como el picado (físico), inoculantes (químico) y fermentativo (biológico) para obtener el producto final y esperado un buen silo del forraje orgánico *Pennisetum*.

Cuadro 5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL SILO USADO EN EL EXPERIMENTO

Olor	Dulce
Color	Café marrón
Textura	Suave



Figura 1. Muestra del forraje orgánico ensilado utilizado en este proyecto.

4.3 METODOS

La prueba experimental se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Se utilizó un novillo macho castrado de raza cebú/holstein, con un peso aproximadamente de 220kg de peso vivo, al cual se le colocó una fistula ruminal permanente.

Alojado en un corral tubular de 5 x 8 metros, con piso de tierra, contaba con una trampa y con sombra en el área del comedero.

Antes y durante el desarrollo de la investigación la dieta consistió en alfalfa henificada con horario de alimentación por la mañana 9:00 horas y por la tarde 18:00 horas con una porción de 3kg de materia seca.

El acceso al consumo de agua fue *ad libitum* ya que la corraleta cuenta con un bebedero.

La técnica *in situ* ofrece las posibilidades de estudiar la degradación ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Este método también puede ser utilizado para la descripción de las características de degradación de los componentes estructurales del forraje.

4.4 PROCEDIMIENTO DE LAS MUESTRAS

Para determinar la digestibilidad de la proteína cruda del pasto forrajero orgánico ensilado se utilizó la técnica *in situ* descrita por Orskov y McDonald, (1970).

Se emplearon sacos de nylon de 10 cm de ancho x 15 centímetros de largo y con un tamaño de poro de 2µm de diámetro, se utilizaron 24 sacos de nylon, en cada tiempo se asignaron 3 sacos que contenían la muestra del pasto forrajero ensilado.

Se colocaron los sacos de nylon en una ancla con un contrapeso, posteriormente, fue sometida a incubación ruminal en los tiempos 0, 4, 8, 12, 24,

48, 72, 96 horas. Las incubaciones comenzaron en la mañana y se hicieron sucesivas de acuerdo a los tiempos programados de permanencia en rumen, y para facilitar el retiro de todos los sacos al final del tiempo de incubación 96 horas.

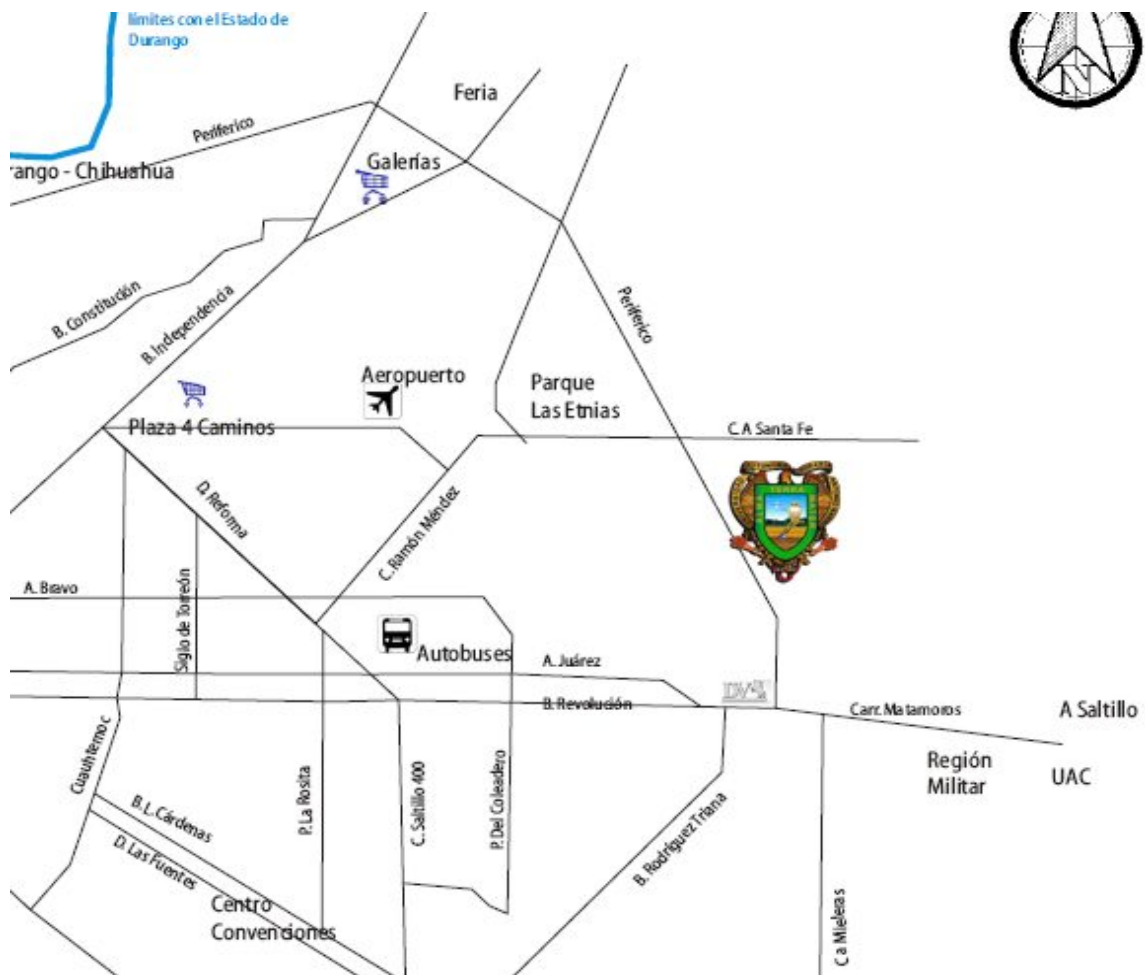
Después de extraer los sacos de nylon, se procedió a lavar los sacos a chorro con agua corriente, con el propósito de eliminar material contaminante que pueda alterar la muestra.

Los sacos de nylon perfectamente lavados fueron colocados en la estufa durante 24 horas a una temperatura de 70°C; con la finalidad de estandarizar el peso de cada saco.

Para determinar la digestibilidad de la proteína cruda del pasto forrajero orgánico ensilado (*Pennisetum*) se utilizó el método establecido por la A.O.A.C 1990.

4.5 LOCALIZACION

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



V. RESULTADOS

En el siguiente cuadro se observan los resultados que se obtuvieron durante el estudio de la digestibilidad de la proteína cruda mostrando valores que se presentaron en las diferentes horas de incubación.

Cuadro 6. VALORES OBTENIDOS EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA CRUDA DEL FORRAJE ORGÁNICO.

Hora de incubación	Porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda
0	88.86
4	58.83
8	47.99
12	49.28
24	54.44
48	63.61
72	35.56
96	35.63

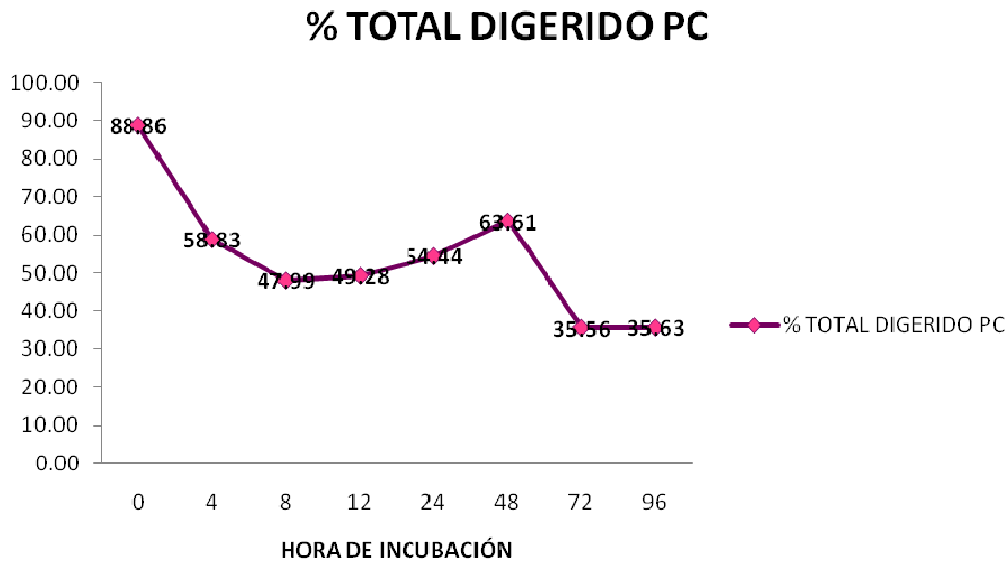


Figura 2. Digestibilidad de la Proteína Cruda del forraje orgánico ensilado.

En la figura 2 se puede observar los valores obtenidos de la digestibilidad de la proteína cruda del forraje orgánico ensilado; notándose una lenta digestión de la proteína de la pared celular por parte de los microorganismos ruminales ya que el forraje ofrecido al rumiante esta ensilado, esto hace mas resistente la pared celular, lo que indica que el forraje cuenta con una protección físico (picado), químico (inoculantes) y biológico (fermentación), destacando que los microorganismos del rumen no pueden digerir fácilmente la pared celular a las pocas horas de haber ingerido el forraje.

Se observa también que a la hora 0 se obtuvo un porcentaje muy bajo de digestibilidad de la proteína cruda del forraje orgánico del 88.86%, esto quiere decir que las bacterias ruminales están reconociendo el alimento y preparándose para digerirlo y a las 8 y 12 horas de incubación alcanza el máximo aprovechamiento de la proteína cruda esto quiere decir que no hay sobrepoblación de bacterias ruminales, a las 48 horas de incubación se nota un aumento, esto quiere decir que las bacterias han consumido en su totalidad la proteína cruda que se encuentra dentro de la célula vegetal y por ultimo se

observa un descenso significativo a las 72 y 96 horas de incubación, esto quiere decir que hay un aumento de la población de microorganismos ruminales; por lo tanto genera que las bacterias se auto consuman debido a la rápida degradación de la pared celular y la proteína cruda de la célula vegetal.

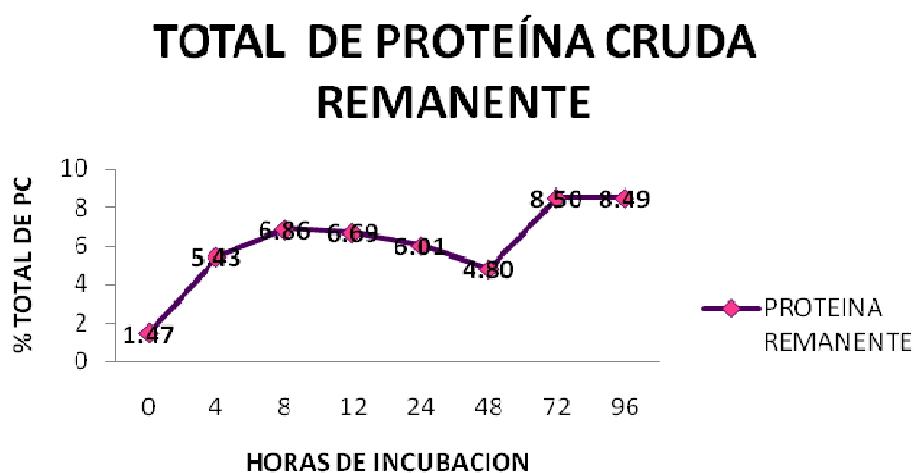


Figura 3. Total de proteína cruda remanente en la muestra del forraje orgánico ensilado.

En las figuras 2 y 3 se observó que los resultados obtenidos son totalmente proporcionales, por lo tanto, esto quiere decir que el forraje orgánico ensilado es de buena palatabilidad y fácil digestibilidad en el ganado.

VI. DISCUSION

De la investigación realizada se determino que es una buena opción para empezar a implementar en las dietas el pasto forrajero orgánico.

Se encontraron diferencias con otros autores en el valor nutritivo del pasto forrajero orgánico por efecto de las frecuencias del corte ya que modifica la calidad nutricional en este caso el contenido de la proteína cruda.

De acuerdo a una investigación sobre la calidad nutricional del pasto orgánico forrajero realizado por Correa, *et al* (2009) coincide con esta investigación, al tratarse de un pasto de alto rendimiento que permite incrementar la productividad del ganado.

Debido a la mejor digestibilidad de proteína cruda a las 4 y 8 horas de incubación y al consumo de energía entregada por el pasto a los animales indica Correa, *et al* (2009) que el pasto forrajero orgánico ensilado por sí solo es un buen alimento para el ganado, mas la suplementacion con algún otro ingrediente de la ración, en caso de ser disponible, es una buena opción para mejorar las propiedades nutritivas del pasto.

El pasto forrajero orgánico es una gramínea que comparando los datos obtenidos en esta investigación con datos de la FAO, demuestra tener mayor proteína cruda que otras gramíneas utilizadas en el país y menor proteína cruda que la alfalfa.

VII. CONCLUSIÓN

El forraje orgánico ensilado presenta una mayor digestibilidad de la proteína cruda a las 8 y 12 horas de incubación tomando en cuenta que hay una menor población de bacteria ruminales, así el aprovechamiento de la proteína cruda es el máximo, después de que las bacterias ruminales consumieran la pared celular se notó un aumento de la población bacteriana a las 48 horas de incubación y finalizando con un auto consumo de las bacterias a las 96 horas de incubación debido a la rápida digestión de la pared celular y la proteína cruda del forraje orgánico.

La conservación de alimentos en forma de ensilajes es una gran herramienta de manejo que permite a los productores almacenar recursos alimenticios (forrajes, residuos de cosecha, productos agroindustriales) con la finalidad de satisfacer la demanda alimenticia para el ganado, un punto a favor es que sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempos de escasez, conservando la calidad y la palatabilidad a bajo costo. La función básica de la manufactura del ensilaje es almacenar y reservar alimento para su uso posterior con pérdidas mínimas de calidad nutricional.

Cuando un silo es elaborado con forrajes orgánicos se presume que es de excelente calidad ya que en su procesamiento y elaboración no lleva ningún tipo de químicos y los resultados se ven reflejados en el ganado.

Es por eso que se recomienda para la alimentación del ganado un silo elaborado con un forraje orgánico en este caso el *Pennisetum* ya que proporciona una cantidad de nutrientes y evita la contaminación del medio ambiente.

El silo puede ser proporcionado en combinación con otros ingredientes de la ración.

LITERATURA CITADA

- Agropecuarias. Universidad de Camagüey. Rev. prod. anim. Vol 13 No. 1
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Ávila, P. 2008. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. <http://www.engormix.com>
- Blanco, M. R., Rivera, E. O. 1999. Bacterias Ruminales. Medicina Veterinaria.
- Cantú B. J. E., 2002. Principios de Bromatología Animal. Introducción al estudio de los alimentos, edafología, ecología, agresología, manejo de pastizales, conservación y calidad de los forrajes. 4ta edición. Torreón, Coahuila, México.
- Clemente, G. Las claves en los cultivos de alfalfa y soja destinados a silaje. Docente de la Universidad Nacional de Villa María. Consultor Privado.
- Contreras, G. F., Richard, M. 2006. Inoculantes Microbiales para ensilaje. Dairy Forage Research Center University of Wisconsin Board of Regents. Pagina 4.
- Correa, C. J. H. 2009. MARALFALFA "El ultimo avance científico en pasto de corte.
- Curró, C., Bruno J. J. 2008. Reservas forrajeras. Componente Capacitación y Difusión, Concepción del Uruguay, Notiganadero 1(13). www.produccion-animal.com.a

Dawson, J.E. y Hatch, S.T. 2002. A world wide web key to the grass genera of Texas. URL: <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.html>

De la Roza, D. B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Responsable del Laboratorio de Nutrición Animal. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias

Garcés, M. A. M., Berrio, R. L., Alzate, R. S., Serba de León, J. G., Builes, A. A. F. 2005 Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra). Página 1 de 20.

Gorosito, R. y Asociados. Tabla de composición de alimentos y requerimientos nutricionales de novillos en engorde. Laboratorio de análisis especialistas en Nutrición de Rumiantes. ramongorosito@ciudad.com.ar

http://www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras.asp. Marzo 2010

Kamande, G. M. 2006. Digestión Ruminal y Nutrición. Congreso de Forrajes Producir XXI, Bs. As., 15(180):52-57.

Kung, Linn y White A.G. Como y cuándo aplicar los inoculantes para ensilados. Laboratorio de Bromatología de UAAAN 2010.

Nava, C. C. y Díaz, C. A. 2001. Introducción a la digestión ruminal. Departamento de nutrición animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.

Orskov, E. R. y McDonald. 1970. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb. 92: 499 – 503.

Pedraza, O. R. M. Estimación del valor nutritivo de los alimentos para rumiantes con énfasis en las técnicas *in sacco* y de producción de gas *in vitro*. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Camagüey.

Pérez, C. J., González, G.D.A., Aguilera, B., Bernal, S. G., Hernández, M. G. Evaluación de la digestibilidad *in vivo* de raciones para becerros en crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales.

Productos agri-nova. Science. www.agri-nova.com Marzo 2010

Rinehart, L. 2008. Nutrición para Rumiantes en Pastoreo. Una publicación de ATTRA- Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible.

Rosero N. R., Posada, O. L. 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Medellín. Vol. 20. N. 2.

Sangines, G. L. 2001. Potencial nutricional del follaje de *Buddleia skutchii* (hojas y peciolas) en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales. Universidad de Colima posgrado interinstitucional en ciencias pecuarias tesis: Colima, Colima, México. Página 21.

Wattiaux, M. 2000. Introducción al Proceso de Ensilaje. Novedades lácteas No.502

www.alimentacion-sana.com.ar Marzo 2010

www.cannabiscafe.net Marzo 2010

www.wikipedia.org Marzo 2010