

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**“DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FORRAJES
CONSUMIDOS POR EL GANADO EN LOS AGOSTADEROS
DEL NORTE DE MÉXICO”**

POR

JORGE ALBERTO HERNÁNDEZ ARROYO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA.

NOVIEMBRE 2002

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

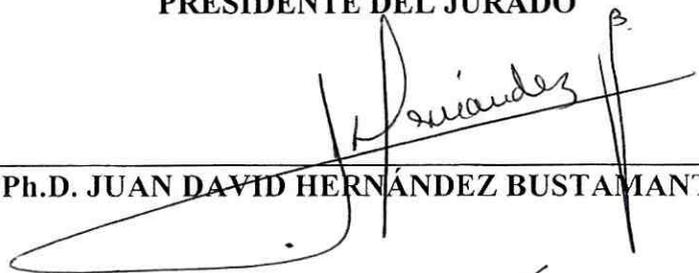
División Regional de Ciencia Animal

TESIS

**“DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FORRAJES
CONSUMIDOS POR EL GANADO EN LOS
AGOSTADEROS DEL NORTE DE MÉXICO”**

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO


Ph.D. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UL

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal**

TESIS

POR

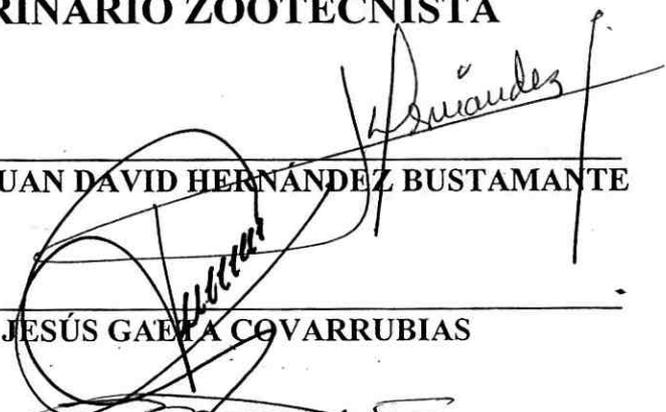
JORGE ALBERTO HERNÁNDEZ ARROYO

**"DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FORRAJES
CONSUMIDOS POR EL GANADO EN LOS
AGOSTADEROS DEL NORTE DE MÉXICO"**

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

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE:



Ph.D. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

VOCAL:

M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL:



M.V.Z. MA. HORTENSIA CEPEDA ELIZALDE

SUPLENTE:



M.V.Z. HÉCTOR VILLANUEVA HERNÁNDEZ

DEDICATORIA

Quiero darle las gracias a Dios y la Virgen por todo lo que he recibido; principalmente Mi Familia. También deseo dedicar este trabajo a todas aquellas personas que me ayudaron a desarrollarme como persona.

Padres

Eva Arroyo Pineda, Juana Pineda Vara y Ciro Arroyo Muñoz

Quiero darles las gracias por haberme aceptado en su familia y decirles gracias por todo su apoyo pero sobre todo por su cariño ya que sin ustedes no lo hubiera logrado y deseo darles este premio.

Los Amo, Mil gracias.

Hermanos

Isaac Laburdet Arroyo y Mario Laburdet Arroyo

Se que hemos tenido muchos problemas, diferencias pero siempre a estado un sentimiento que nos une, y quisiera dedicarles este triunfo y deseo que siempre estemos juntos.

Los Quiero Mucho.

Abuelos

**Josefa Muñoz Munive(+), Loreto Arroyo Aragón (+),
María Vara Michaca, Adrián Pineda Vázquez(+)
(a la memoria)**

Nunca podré olvidar a las personas que siempre me guiaron y apoyaron desde el primer día de Mi vida y donde quiera que estén siempre los llevo en mi corazón y mente y deseo que al igual que Yo Ustedes también se sientan felices por este triunfo, les dedico este trabajo con mucho cariño y respeto

Gracias por sus Cuidados.

Familia Arroyo Flores

Victoria Flores García y Serapio Álvaro Arroyo Pineda

No se como agradecerles todo lo que me han apoyado, pero sobre todo por su cariño y ayuda, gracias por sus consejos, regaños y su comprensión, sin ustedes no se que hubiera hecho de Mi vida, con todo mi cariño les dedico este trabajo.

Los Amo, muchas gracias.

Novia

Guillermina Muñoz Cacique.

Sé que nunca podré agradecer todo lo que me haz ayudado, apoyado y sobre todo darme tu amor, pero espero que en este momento que concluyo con una etapa de mi vida; te sientas feliz y te dedico este trabajo que con tu ayuda he logrado terminar, gracias por ser mi Novia preciosa.

Té Amo mi Amor.

AGRADECIMIENTO

Primos

Mil gracias por todo su apoyo y confianza para poder realizar mis estudios y sobre todo por su cariño, espero que siempre realicen sus sueños y no se derrumban por los obstáculos de la vida, los Quiero Mucho.

Gracias.

Tíos

Andrés Arroyo Pineda(+), Adrián Arroyo Pineda, Mauro Arroyo Pineda

Gracias por todo su apoyo y amor que desde pequeño me brindaron, y por esos momentos que me hicieron pasar tan alegres, y a mi Tío Andrés que siempre ha estado guiándome y cuidándome, este triunfo es también suyo.

Mil gracias, los quiero.

Amigos

A todos mis amigos con los que compartí mil cosas durante estos cinco años de carrera, gracias por todo el apoyo que me brindaron, gracias por haberme dado la oportunidad de conocerlos.

Mil Gracias.

Carlos Alberto Toledo Millán, José Luis Zaragoza Flores, Francisco Bahena Bahena, Yadira Mabel Neri Carrillo, Balam Rodríguez Sánchez

Les agradezco por todos los momentos que compartimos juntos durante nuestros estudios, y por soportarme durante todo ese tiempo, pero principalmente por darme la oportunidad de conocerlos y por ser parte de mi vida.

Mil gracias.

Doris Sarahi Balbuena Guerrero.

Siempre te estaré totalmente agradecido por tu apoyo en la realización de esta tesis, mil gracias y recuerda que tienes un amigo en Mí.

Mil gracias.

Lic. Jorge Yaber de León.

Quiero darle las gracias por permitirme conocerlo y por toda la confianza y apoyo que me ha brindado desde el día que lo conocí.

Muchas gracias por ser mi amigo.

Asesor
PhD. Juan David Hernández Bustamante

Deseo darles las gracias por todo su apoyo y por aceptarme en la realización de este trabajo, también por la oportunidad de conocerlo y de ser su amigo.

Muchas Gracias.

Colaboradora
Ing. Martha Vianey Perales García

Gracias por su ayuda en el laboratorio, por su confianza y apoyo durante esta tesis.

Mil Gracias.

ÍNDICE

Página

Lista de Cuadros.....	i
Lista de Figuras.....	ii
Resumen.....	iii
Glosario de Términos.....	iv
<i>I. INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
<i>II.-OBJETIVOS.....</i>	<i>2</i>
<i>III.- METAS.....</i>	<i>3</i>
<i>IV.-REVISIÓN DE LITERATURA</i>	
<i>4.1. Que es la digestibilidad.....</i>	<i>3</i>
<i>4.2. Características Fisiológicas de los Rumiantes.....</i>	<i>3</i>
<i>4.3. Los cuatro estómagos y sus funciones.....</i>	<i>4</i>
<i>4.3.1. Reticulo y rumen.....</i>	<i>5</i>
<i>4.3.2. Omaso.....</i>	<i>7</i>
<i>4.3.3. Abomaso.....</i>	<i>7</i>
<i>4.3.4. Las bacterias del rumen.....</i>	<i>7</i>
<i>4.3.5. Hongos.....</i>	<i>8</i>
<i>4.3.6. Protozoarios.....</i>	<i>8</i>
<i>4.4. Digestión y Absorción En Rumiantes.....</i>	<i>9</i>
<i>4.4.1. Substratos para la fermentación.....</i>	<i>9</i>

4.4.2. <i>Productos de la fermentación</i>	9
4.4.3. <i>Absorción y utilización de nutrientes en rumiantes</i>	10
4.5. <i>Los Organos Del tracto Digestivo Y Sus Funciones</i>	11
4.5.1. <i>Contenido ruminal</i>	11
4.5.2. <i>Retículo - rumen (fermentación)</i>	12
4.4.3. <i>Contracciones ruminales</i>	13
4.4.4. <i>Rumia</i>	13
4.4.5. <i>Saliva</i>	14
4.6. <i>La utilización de un Novillo Fistulado</i>	14
4.7. <i>Anabolismo y Catabolismo</i>	15
4.8. <i>La fenología de los Pastos</i>	15
4.8.1. <i>¿Qué son los nutrientes?</i>	15
4.8.2. <i>Gramíneas</i>	16
4.8.3. <i>Nutrientes disponibles en las plantas de los pastizales</i>	16
4.8.4. <i>Zacate navajita</i>	17
4.8.5. <i>Zacate banderita</i>	17
4.8.6. <i>Zacate rosado</i>	18
4.9. <i>¿Por qué se suplementa?</i>	18
4.9.1. <i>Definición</i>	18

V.-MATERIALES Y MÉTODOS

<i>5.1.Materiales.....</i>	<i>19</i>
<i>5.1.1.Métodos.....</i>	<i>19</i>
<i>5.1.2.Localización.....</i>	<i>20</i>
<i>5.1.3.Modelo Estadístico Básico.....</i>	<i>20</i>

VI.-RESULTADOS.....21

VII.-DISCUSIÓN..... 27

VIII.-CONCLUSIÓN..... 28

IX.-LITERATURA CITADA..... 30

LISTA DE CUADROS

CUADRO

Página

1 Medias de la digestibilidad de la materia seca..... 21

2 Medias de la digestibilidad de materia orgánica..... 21

3 Medias de la digestibilidad de la proteína cruda..... 21

4 Digestibilidad de la Materia Seca..... 24

5 Digestibilidad de la Proteína Cruda..... 25

6 Digestibilidad de la Materia Orgánica..... 26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 <i>Anatomía de los preestómagos.....</i>	5
2 <i>Partículas largas de forrajes que estimulan la ruminación.....</i>	11
3 <i>Digestibilidad de la materia seca.....</i>	22
4 <i>Digestibilidad de la materia orgánica.....</i>	22
5 <i>Digestibilidad de la proteína cruda.....</i>	23

RESUMEN

DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FORRAJES CONSUMIDOS POR EL GANADO EN LOS AGOSTADEROS DEL NORTE DE MEXICO

Autor. Jorge Alberto Hernández Arroyo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA. TORREÓN, COAHUILA.

Con el fin de estudiar y cuantificar los efectos a nivel ruminal con diferentes pastos del Norte de México que, se realizo un estudio (Manterola, et al, 1999). Se determino la degradabilidad de diferentes parámetros en la dieta de bovinos en pastoreo de los pastizales Navajita (*Boutelua hirsuta*), Rosado (*Rhynchelytrum repens*), Banderita (*Bouteloua curtipendula*), los cuales se recolectaron en los meses de septiembre y octubre del 2001, las cuales fueron identificadas.(Chavez, et al, 1986)

El efecto del estudio se midió utilizando la técnica *in situ* con bolsas de nylon conteniendo las muestras, que fueron incubadas a tiempos de 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96 horas, (Manterola, et al, 1999), conforme a los estudios estadísticos obtenidos, se encontró que los mejores parámetros de la degradabilidad de la MS y PC fue el Zacate Banderita, y los otros dos zacates no fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) al Zacate Banderita. (Manterola, et al, 1999).

Glosario de Términos

Absorción: Es la transición de los productos de digestión y otras sustancias sencillas del tracto digestivo hacia la sangre.

Afilo: Sin hojas.

Aminoácido: Una de las 20 unidades que forman proteínas. Los aminoácidos contienen un grupo amino (NH₂) y un grupo ácido o carboxilo (COOH).

Amortiguadores: Son compuestos secretados en la saliva o agregados a la dieta para ayudar a mantener un ambiente estable en el rumen para promover la digestión de alimentos y crecimiento bacteriano.

Anabolismo: La etapa de metabolismo donde se utilizan los metabolitos para el crecimiento y la reparación de los tejidos del cuerpo.

Bacteria: Organismos unicelulares que viven independientemente o en estrecha asociación con otros organismos vivos. Muchas veces se llaman microbios o microorganismos debido a su tamaño microscópico. Algunas bacterias son beneficiosas, mientras que otras pueden causar enfermedades

Barcia: Son las cáscaras de las semillas, junto con otras partes de las plantas separadas de las semillas en el proceso de trillar o desgranar.

Cánula: Tubo para insertar en un conducto o cavidad; durante la inserción su luz se suele ocupar con un trocar.

Caducilofolio: Caída de las hojas durante el otoño.

Calcaceo: Que tiene cal.

Celulosa (C₆H₁₀O₅): Una polímera compuesta de una larga cadena de unidades de glucosa. La celulosa es la materia orgánica más abundante del mundo. Es un componente principal de las paredes de las células de las plantas. Los rumiantes pueden utilizar celulosa como una fuente de energía a través de la fermentación bacteriana en el rumen.

Ceniza: (Son minerales).

Cespitoso: Son aquellos zacates que crecen tupidos, cubriendo prácticamente todo terreno, zacates de porte bajo.

Chala: Los tallos maduros de forrajes gramíneas de los cuales se han cosechado las semillas, tales como maíz sin la mazorca o sorgo sin sus semillas.

Cojinete: Prominencia de origen diverso a modo de diminuta almohadilla

Concentrado: Alimento típicamente rico en energía y derivado de aquella parte de la planta que acumula las reservas de nutrientes para la planta embriónica (fruta, semilla o grano). La palabra "concentrado" también se utiliza para referirse a la mezcla de minerales y otros suplementos utilizados para alimentar las vacas lecheras.

Corona: La base de los tallos donde se conectan a las raíces.

Degradación: Conversión de un compuesto químico en otro menos complejo, como al separar uno o más grupos de átomos.

Digesta: La mezcla de secreciones digestivas, bacteria y alimentos en el proceso de digestión en el tracto intestinal (por ejemplo el contenido del rumen).

Digestibilidad (Coeficiente): Una medida de la proporción del alimento que es digestible. La digestibilidad de un nutriente se mide típicamente como la diferencia entre la cantidad

ingerida y la cantidad excretada como porcentaje del total ingerido.

Digestibilidad: proporción de una ración o dieta que es digestible por un animal de las especies domésticas.

Digestión: Es el primer paso en una serie de procesos que separan las partículas complejas (alimentos o microbios) para formar sustancias sencillas que pueden ser utilizadas por el cuerpo. Un ácido fuerte y muchas enzimas digestivas son secretados en el tracto digestivo.

Fermentación (en el rumen): La transformación de carbohidratos en ausencia del oxígeno por microflora del rumen que producen ácidos grasos volátiles, tales como ácido acético, propiónico y butírico y gases, tales como bióxido de carbono (CO₂) y metano.

Fístula: Cualquier trayecto tubular anormal, dentro del tejido corporal, normalmente entre dos órganos internos, o desde un órgano interno hasta superficie corporal. Algunas fístulas se establecen quirúrgicamente, con propósito diagnósticos o terapéuticos; otras veces son resultados de traumatismos o anomalías congénitas

Forraje: Un alimento que estimula la rumia debido al tamaño largo de las partículas y su alto contenido de fibra. Generalmente los forrajes se componen de los tallos y hojas. La población bacteriana del rumen le permite al rumiante digerir los forrajes.

Geniculado: Nudoso en el tallo o caña con nudos.

Gramínea: Un grupo numeroso de plantas de la familia gramínea, típicamente de láminas estrechas y tallos vacíos con nudos.

Grano: Semilla de una planta cereal.

Grasa no saturada: Una grasa que contiene ácidos grasos que pueden aceptar átomos de hidrógeno para saturar más a su estructura (por ejemplo ácido oleico, linolénico y araquidónico)

Heno: Un forraje secado al sol. Un método de preservar el forraje, cosechando las plantas y dejándolas a secar al sol.

Hidrólisis: Descomposición por combinación con agua.

Ígneo: De color de fuego.

Involuto: En la vernación, aplicase a la hoja que se encorva por sus bordes hacia la haz ó cara interna de la misma.

Leguminosa: Una planta de la familia leguminosa que lleva una vaina, la que se separa en dos partes iguales con las semillas suspendidas por un lado (ejemplos incluyen lentejas, frijoles, trébol y alfalfa). Las leguminosas se caracterizan también por los nódulos en sus racimos que permiten estas plantas utilizar nitrógeno atmosférico, así reduciendo las necesidades para fertilizante y mejorando la fertilidad del suelo.

Lignina: Un compuesto fenólico indigestible que se deposita mientras la planta se madura, en la pared de la célula y que es responsable para la reducción de la digestibilidad de los carbohidratos de las paredes de las células.

Lígula: Es el apéndice que se encuentra en la superficie interna donde se une la vaina y el limbo.

Limbo: Cinta, franja o ribete.

Lípidos: Cualquiera de varias grasas y aceites generalmente insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos. Nutricionalmente, los lípidos contienen aproximadamente 2.25 veces más energía que los carbohidratos.

Lisina: Uno de los 20 aminoácidos que constituyen las unidades de la construcción de proteínas. Los animales tienen una alta demanda para lisina y frecuentemente lisina es deficiente en proteína de plantas.

Mantenimiento (condición): Un estado fisiológico en el cual el animal ni aumenta de peso ni lo pierde, realizando trabajo o expendiendo nutrientes por cualquier tipo de producción.

Mantenimiento (dieta): Una dieta que suministra los nutrientes requeridos para mantener las funciones vitales (latido del corazón, respiración) y para asegurar una temperatura corporal constante.

Materia orgánica (MO): Compuestos de carbón, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Todos los organismos vivos se componen principalmente de materia orgánica. Grasa, carbohidratos y proteínas.

Materia seca (Base): Un método para expresar la concentración de un nutriente en un alimento. Por ejemplo un alimento contiene 12% de proteína cruda a base de materia seca contiene 12g de proteína de 100g de heno fresco.

Materia seca (MS): Aquella parte del alimento que no es agua. Típicamente se determina por el peso residual de una muestra colocada por un período extendido en un horno para quitar todo el agua de la muestra. Normalmente, el contenido de materia seca se expresa como porcentaje. Por ejemplo, un heno de 85% de materia seca contiene 85g de materia seca en cada 100g de alimento fresco.

Metabolismo: Se refiere a los cambios en los productos absorbidos (nutrientes) durante su utilización en el cuerpo. Los nutrientes pueden ser degradados por los órganos del cuerpo

para producir energía y para mantener funciones vitales y lograr trabajo (alimentación, ruminación, ambulación). Los nutrientes pueden ser utilizados también como precursores para la síntesis de tejidos (músculos, grasa) y en el caso de las vacas lecheras la síntesis de leche.

Metabolito: Un producto del metabolismo de nutrientes.

Mineral: 1) Los elementos químicos inorgánicos (como calcio, fósforo, magnesio) determinado por el quemar de una muestra en un horno y el peso del residuo. 2) Los minerales juegan un papel importante en muchos procesos metabólicos.

Nativo: En el contexto veterinario, salvaje, no mejorado, no cultivado. Especie originaria del continente Americano.

Nitrógeno no proteico (NNP): Nitrógeno que proviene de otra fuente que proteína pero que se puede utilizar por un rumiante en la construcción de proteínas. Las fuentes de NNP incluyen compuestos como urea y amoniaco anhidro utilizado en las raciones solamente de rumiantes.

Nutriente: Los químicos encontrados en los alimentos que se pueden utilizar y que son necesarios para el mantenimiento, producción y salud del animal. Las clases principales de nutrientes son carbohidratos, grasas, proteínas, minerales, vitaminas y agua.

Papillae (Retículo-Ruminal): Pequeñas proyecciones de la superficie interior del rumen y del retículo que aumenta el área de la superficie disponible para la absorción de ácidos grasas volátiles y otros productos finales de la fermentación bacteriana.

Pared Celular: Una estructura fibrosa que le da rigidez a la célula de una planta. La pared de la célula consiste en carbohidratos fibrosos digestibles (celulosa, hemilcelulosa y pectina) y sustancias fenólicas indigestibles (por ejemplo lignina y tanino).

Perenne: Planta con un ciclo vital mayor a un año.

Pilosos: Pelosos, que tiene pelo en general.

Proteasa: Enzimas digestivas que rompen las proteínas para formar péptidos.

Proteína Cruda: Una medida de la cantidad de proteína en un alimento determinada según la cantidad de nitrógeno multiplicada por 6.25. El factor de 6.25 es el número de gramos promedio que lleva un gramo de nitrógeno. La palabra "cruda" se refiere a que no todo el nitrógeno en los alimentos está en la forma de proteína. La proteína cruda es una sobre estimación de la cantidad de proteína en la dieta.

Proteína: Una cadena o cadenas múltiples de aminoácidos (más de 100). Las proteínas se componen de carbón, oxígeno, nitrógeno y muchas veces también azufre. Las proteínas tienen funciones importantes en el cuerpo. Están presentes en todas plantas y animales y son esenciales en las raciones de animales.

Protozoo: La forma más primitiva de los animales, constituidos en sólo una célula microscópica.

Puberulento: Pubérulo; ligeramente pubescente o con pelitos muy finos, cortos y escamosos.

Pubescente: Entrar en la pubertad, empezar a cubrirse de vello.

Ración total mezclada (RTM): Una mezcla homogénea de forrajes, concentrados, minerales y suplementos de vitamina en una ración. La ventaja de una RTM es de presentar una ración balanceada en cada bocado en lugar de en promedio distribuido a través de las 24 horas del día.

Radicular: relativo a la raíz o radícula; una ramificación menores de un vaso o nervio.

Regurgitación: Una inversión de la dirección natural del flujo de los contenidos de un tubo o cavidad del cuerpo. Durante la rumia los contenidos del rumen se regurgitan a la boca para masticación adicional.

Relación de forraje a concentrado: Usualmente se expresa como dos porcentajes. El porcentaje de la materia seca es aquella compuesta de forraje y de los concentrados. Juntos son 100%. Por ejemplo una relación forraje a concentrado de 50:50 se refiere a que la vaca que come 20 kg de materia seca comerá 10 kg de materia seca de origen en el forraje y 10 kg de materia seca de los concentrados.

Requisitos nutritivos: Se refiere a cumplir con las necesidades del animal para cada clase de nutrientes para mantenimiento, crecimiento, lactancia y trabajo físico.

Rizobio: Un tipo de bacteria que vive en asociación con los racimos de plantas leguminosas y deja el nitrógeno del aire a disposición de las plantas.

Rumen: El primer compartimiento grande del estómago de un rumiante del cual los alimentos se regurgitan y en el cual la celulosa es separada por la acción de las bacterias simbióticas, protozoos y población de hongos.

Silo: Una estructura construida para preservar ensilaje. Los diferentes tipos de silo incluyen torre, trinchera, silo de oxígeno limitado etc.

Tallas: Un extenso género de hierbas de la familia gramínea. Aparecen espontáneamente en pastos nativos de muchos países. En el estado joven es muy sabroso, constituye un buen forraje.

Tanino: Un compuesto fenólico altamente complejo que puede jugar un papel en la defensa de la planta contra microorganismos y herbívoros. El tanino liga y reduce la disponibilidad de proteínas y carbohidratos a los microbios ruminales.

Vaina: La estructura que contiene las semillas de una planta leguminosa. Usualmente se separa en dos cuando la planta se seca.

Valor biológico (de una proteína): Una medida de la calidad de la proteína. El porcentaje de proteína en un alimento que no se pierde en la orina o heces del animal. El valor biológico es una reflexión del equilibrio de aminoácidos a la disposición del animal después de la digestión y adsorción.

Vegetativa: Las partes de plantas que se involucran en el crecimiento, en contraste con las partes de la planta usadas en reproducción.

Vernación: Acto de mudar de piel, o follaje. Postura de cada una de las hojas en la yema.

Vitaminas: Las sustancias orgánicas complejas que ocurren naturalmente en plantas y animales, y que son esenciales en cantidades pequeñas, para mantener la función correcta de varios procesos metabólicos.

Volátil: Se evapora rápidamente en temperaturas y presiones ambientales.

I.-INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes para la producción animal en el Norte de México, es la ausencia de crecimiento de pasto en el período estival a causa de la sequía. En consecuencia, los requerimientos de los animales en ese período son cubiertos sólo parcialmente por el aprovechamiento de las praderas naturales y por el uso de suplementos alimenticios. Sin embargo, existen problemas de disponibilidad, pues es necesario proveer reservas para los meses de sequía, período en el que se producen pérdidas de Materia Seca (MS) por destrucción del material reseco en pie, y una caída brusca en la calidad y del consumo (Arredondo, et al, 1997).

El estudio de las dietas de los animales bajo condiciones de libre pastoreo son necesarias para el manejo adecuado de los mismos y del pastizal. La composición botánica de la dieta de los animales varía marcadamente bajo diferentes condiciones del pastizal debido principalmente a la composición natural de la vegetación, la cual está sujeta a cambios en las especies presentes y en la producción de forraje que refleja un aumento o disminución en la cantidad y calidad del forraje disponible para los animales en pastoreo (Chavez, et al, 1986).

Es importante considerar que en cada tipo de vegetación existe una selectividad diferente para ciertas especies forrajeras. Los pastizales del Norte de México están constituidos en su mayor parte por vegetación perenne, donde los contenidos más altos de nutrientes ocurren durante los meses de julio a septiembre (época de lluvias) (Mustafa, et al, 2000).

En esta época se cubren los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo, sin embargo, existe una época crítica que empieza en el invierno y termina en la primavera, donde el valor nutricional de esta vegetación presenta sus contenidos más bajos, haciendo necesario llevar a cabo la suplementación de los animales en pastoreo. (Savoie, et al, 1999). Muchas veces esta práctica no se realiza adecuadamente debido al

desconocimiento del valor nutricional de la dieta de los animales en condiciones de libre pastoreo (Chavez, et al, 1986, Savoie, et al, 1999)

El rumiante, por sus características digestivas es poco eficiente en el uso de la proteína, ya que la mayor parte de ella es degradada a nivel ruminal, la cual un alto porcentaje es degradada a sus aminoácidos constitutivos por las proteasas bacteriales, y éstos en cadenas carbonadas y NH₃, el cual sobre ciertas concentraciones se difunde desde el rumen hacia el hígado, donde es convertido en urea (Wacyk, et al, 2000, Vallejo, et al, 1998).

Como forma de evaluación de alimentos para rumiantes, una técnica es la de bolsas de nylon, conteniendo substratos incubados en el rumen para estudios de degradabilidad de determinado alimento, por medio del desaparecimiento del mismo, en diferentes tiempos de incubación, (Mattas, et al 2000). Actualmente está técnica a sido bastante utilizada y ampliamente aceptada, en función de rapidez, bajos costos y resultados más precisos (Silva, et al, 2000).

Al considerar la selectividad que muestran los animales por ciertas especies forrajeras en los diferentes tipos de vegetación y épocas, principalmente la sequía, se planteó el presente trabajo con el objetivo de determinar la degradabilidad ruminal mediante la técnica *in situ* de los pastos: : *Bouteloua hirsuta* (Zacate Navajita), *Bouteloua curtipendula* (Zacate Banderita), *Rhynchelytrum repems* (Zacate Rosado), consumidos por los bovinos.

II.-OBJETIVOS

- Determinar la degradabilidad *in situ* de tres pastos nativos del norte de México.
- Analizar los parámetros de degradabilidad ruminal de la MS, MO y PC de los pastos: *Bouteloua hirsuta* (Zacate Navajita), *Bouteloua curtipendula* (Zacate Banderita), *Rhynchelytrum repems* (Zacate Rosado).

III.-METAS

- Realizar una evaluación nutricional de pastos del Norte de México.
- Determinar la composición nutricional y detectar las deficiencias nutricionales para elaborar programas de suplementación más adecuadas en un pastizal.

IV.-REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Que es la digestibilidad?

De un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminada por las heces, es decir, indigestible de aquí se concluye que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad, de acuerdo con el grado de crecimiento o madurez del mismo por una parte y otra, está la edad y especie animal que lo consuma (Landa, 2002).

4.2. Características fisiológicas de los rumiantes.

Los rumiantes utilizan la celulosa y otros polímeros de alto peso molecular como fuente de carbono. Esta celulosa es metabolizada por los microorganismos ruminales que, por otra parte, constituyen el aporte de aminoácidos y factores de crecimiento necesarios para el desarrollo del animal. Los microorganismos ruminales son capaces de usar el nitrógeno del amonio o de la urea (productos de desecho en otros animales) como fuente de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos. Por tanto, los rumiantes tienen unos requerimientos nutricionales mucho más reducidos que el resto de los animales. (Pisabarro, et al, 2000)

Las proteínas reciben el nombre de cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos y son esenciales para su funcionamiento vital. Los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no – proteico (Wattiaux y Howard, 1963, Orskov, 1994).

Las proteínas de los alimentos son degradadas por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoníaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos). Niveles demasiado bajos de amoníaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos. Una porción de la proteína bacteriana es destruida dentro del rumen, pero la mayoría entra al abomaso pegada a las partículas de alimentos (Wattiaux y Howard, 1963).

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.(Nava, et al, 2001)

4.3.Los cuatro estómagos y sus funciones.

El aparato digestivo de los rumiantes presenta unas características específicas: tiene 3 preestómagos que sirven para digerir la fibra y parte de la proteína del alimento y un estómago verdadero donde se segrega el jugo gástrico (Flores, et al, 2000). Las funciones del Aparato digestivo de los rumiantes son la *ingestión*, *digestión*, *absorción* y *excreción* de los alimentos, es decir el paso de los alimentos por el tubo digestivo. La digestión es preparación de los alimentos para la absorción. La trituración mecánica de los alimentos se realiza mediante la masticación y por contracciones musculares del tubo digestivo. La degradación química se realiza por enzimas, las que son segregadas en distintos jugos

digestivos y por microorganismos. La absorción consiste en el paso de los nutrientes digeridos a través de la mucosa del tubo digestivo hasta la sangre. (Salinas, et al, 1997)

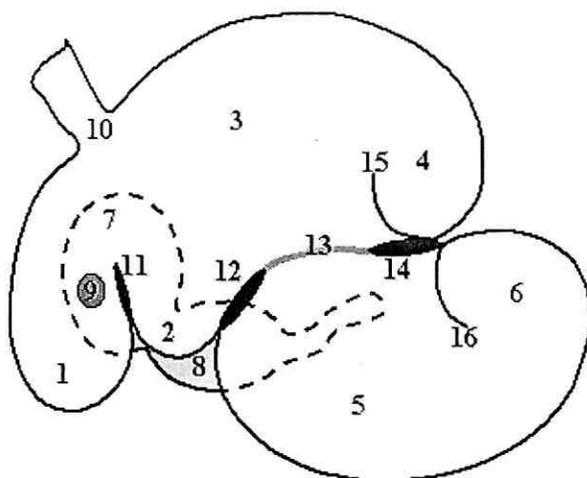


Figura 1 Anatomía de los preestómagos

1	Retículo	7	Omaso	13	Pilar longitudinal
2	Rumen (saco craneal)	8	Abomaso	14	Pilar caudal
3	Rumen (saco dorsal)	9	Orificio retículo-omasal	15	Pilar coronario dorsal
4	Rumen (saco ciego dorsal)	10	Cardias	16	Pilar coronario ventral
5	Rumen (saco ventral)	11	Pliegue retículo-omasal		
6	Rumen (saco ciego ventral)	12	Pilar craneal		

4.3.1. Retículo y Rumen

El rumen es el más grande de los preestómagos, se divide en sacos o compartimientos separados por pilares musculares. El retículo se ubica craneal al rumen y se le une mediante un pliegue. El interior del rumen y retículo están cubiertos exclusivamente con epitelio estratificado similar al que se observa en el esófago, pero cada uno posee una mucosa distinta que le facilita su función. La superficie interior del rumen está formada por numerosas y pequeñas papilas. (Nava, et al, 2001, Angeles, et al 2001).

El epitelio del retículo presenta pliegues que forman celdas poligonales. Una gran cantidad de pequeñas papilas están presentes en la superficie de celdas. El rumen junto con el retículo forman una cámara, que mantiene un ambiente favorable para la fermentación

anaerobia. Un patrón adecuado de fermentación necesita algunas condiciones para desarrollarse en forma adecuada:

- Debe existir un aporte suficiente de sustratos.
- Se debe mantener un potencial de óxido-reducción
- La temperatura debe estar en un rango de 39 - 40°C.
- Una osmolaridad cercana a los 300 mosm.
- Un pH de 6 a 7.
- Remoción de los desechos no digeribles.
- Remoción de microorganismos congruente con la regeneración de los mismos.
- Remoción de los ácidos grasos volátiles (**AGV**), producidos durante la fermentación. (Ángeles, et al, 2001)

El rumen y el retículo se encargan de realizar la remoción de desechos y microorganismos a través de un patrón complejo de contracciones que se originan en el retículo; además el retículo colecta el alimento que ha sido suficientemente fermentado para transportarlo hacia el omaso; las contracciones del retículo y rumen también participan en el eructo. Debido a la fermentación ruminal, se producen diferentes gases, cerca de 30-50 litros/hora en un bovino adulto; estos son eliminados a través del eructo; los principales gases son:

- *Bióxido de carbono* (60-70%).
- *Metano* (30-40%).
- *Nitrógeno* (7%).
- *Oxígeno* (0.6%).
- *Hidrógeno* (0.6%).

- *Ácido sulfhídrico* (0.01%).

Los AGV son principalmente retirados del líquido ruminal, al ser absorbidos en las paredes del rumen y retículo. (Nava, et al, 2001)

4.3.2.Omaso

El omaso se localiza al lado derecho del rumen. El omaso presenta papilas longitudinales y anchas en forma de hojas, que atrapan las partículas pequeñas de la ingesta. El contenido ruminal atraviesa rápidamente el omaso. El papel del omaso es separar el material sólido del contenido ruminal que capta. Las partículas del alimento son retenidas entre sus papilas y después son impulsadas hacia el abomaso mediante sus contracciones. Por otro lado el omaso absorbe los residuos de AGV que hayan logrado pasar a su interior. (Salinas, et al, 1997, Nava, et al, 2001)

4.3.3.Abomaso

Es el cuarto compartimento del estómago de los rumiantes. Es un saco alargado, comparable en estructura y función al estómago de los no rumiantes (Blood,et al, 1993). Está dividido en dos regiones: Fundica y Pilórica, en la primera se secreta el jugo gástrico que contiene ácido clorhídrico, pepsina, mucina y gastrina y en animales jóvenes la renina. En el abomaso el pH baja hasta 2.5, comenzando la digestión de las células. (Salinas, et al, 1997)

4.3.4.Las Bacterias del Rumen

El rumen se puede considerar como un fermentador de temperatura constante que presenta condiciones anaerobias. Debido al tamponamiento producido por la saliva, el pH se mantiene constante en torno a 6.5. El proceso del rumen dura cerca de 9 hr. Cada mililitro de contenido ruminal alberga alrededor de 10 000 a 50 000 millones de bacterias, siendo estos los microorganismos más abundantes. (Ciappesoni, 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. Las fibras y otros polímeros insolubles vegetales que no pueden ser degradados por las enzimas del animal son fermentados a AGV principalmente acético, propiónico y butírico, y a gases. Los AGV atraviesan las paredes del rumen y pasan a la sangre, luego son oxidadas en el hígado y pasan a ser la mayor fuente de energía para las células. La fermentación esta acoplada al crecimiento microbiano y las proteínas de la biomasa constituyen la principal fuente de nitrógeno para el animal. (Angeles, et al, 2001, Nava, et al, 2001)

4.3.5.Hongos

Los hongos que se encuentran en el rumen tienen la capacidad de fermentar polisacáridos (celulosa), calculándose que más del 8% de la biomasa microbiana del rumen está constituida por éstos. (Brock, 1999)

4.3.6.Protozoarios

Los protozoarios, predominantemente ciliados, parecen contribuir substancialmente al proceso de fermentación. Utilizan el mismo sustrato que las bacterias y, como las bacterias, hay poblaciones diferentes que poseen preferencias por algún tipo de sustratos. Muchos utilizan azúcares sencillos y algunos almacenan los carbohidratos ingeridos como glicógeno. Hay aproximadamente 1 millón por ml de protozoarios de contenido ruminal. (Ciappesoni, 2001)

Una característica interesante de algunos protozoarios es su incapacidad de regular la síntesis de glucógeno: cuándo hay carbohidratos en abundancia, ellos continúan almacenando glicógeno hasta que ellos estallan. Muchas de las especies consumen bacterias, y se piensa quizás jueguen un papel de limitaciones de supercrecimiento bacteriano. (Ciappesoni, 2001).

4.4. Digestión y Absorción En Rumiantes.

4.4.1. Substratos para la fermentación.

Con pocas excepciones todos los carbohidratos y proteínas dietéticas pueden servir como substratos para la fermentación microbiana. Las fibras de celulosa suponen 40 – 50% de la Materia Seca de tallos, hojas y raíces. La celulosa es un polímero lineal de moléculas de glucosa unidas entre sí por enlaces beta (1-4) glicosídicos y es aquí donde está el problema para el aparato digestivo del verdadero. (Ciappesoni, 2001)

La glucosa liberada en este proceso y metabolizada por los microbios, y sus productos del desecho se pasan al animal del hospedador. Los azúcares derivados de la digestión de carbohidratos solubles como el almidón se encuentran de forma semejante. (Ciappesoni, 2001).

4.4.2. Productos de la fermentación.

La fermentación ocurre bajo condiciones anaeróbicas. Como consecuencia, los azúcares se metabolizan predominantemente a ácidos grasos volátiles. Los productos más comunes incluyen al ácido láctico, dióxido de carbono y metano. Los principales Ácidos Grasos Volátiles son:

- Acético ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$)
- Propiónico ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$)
- Butírico ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$)

Pequeñas cantidades de acetoacético ($\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2\text{COOH}$) y láctico ($\text{CH}_3 - \text{COH} - \text{COOH}$) se suelen formar. Casi el 90% de la energía requerida por el rumiante la proporcionan éstos ácidos grasos de cadena corta. En una dieta alta en fibra, la proporción

molar del acético, al propiónico, al butírico es aproximadamente de 70:20:10. (Ciappesoni, 2001)

4.4.3. Absorción y utilización de nutrientes en rumiantes.

El rumen esta tapizado con epitelio estratificado escamoso semejante al de la piel, que generalmente no es muy apto para una absorción eficiente. Sin embargo, este epitelio escamoso tiene una estructura que funciona de forma semejante al epitelio del intestino delgado y realiza una absorción eficiente de Acidos Grasos Volátiles, así como también de ácido láctico, electrolitos y agua.

Los tres Acidos Grasos Volátiles tienen 3 principales destinos diferentes:

- A) **Acido acetico.** Se utiliza mínimamente en el hígado, y se oxida en la mayor parte del cuerpo para engendrar ATP.
- B) **Acido propionico.** Retirado casi por completo de la vena porta hacia el hígado, dentro sirve como substrato primordial para la gluconeogenesis, que es absolutamente crítica para los rumiantes porque la glucosa no suele alcanzar el intestino delgado para su absorción.
- C) **Acido butirico.** La mayoría que sale del rumen como el ácido beta hidroxibutirico como cetonas, se oxidan en muchos tejidos para la producción de energía.

Los almidones y los azúcares fácilmente fermentables se descomponen por los microorganismos y se absorben en el rumen con lo cual llegan en poca cantidad al abomaso. La proteína de la dieta se degrada por los microorganismos y alcanza el abomaso en muy pequeña cantidad. (Ciappesoni, 2001 y Orskov, 1994).

4.5. Los Organos Del Tracto Digestivo Y Sus Funciones

4.5.1. Contenido ruminal

El contenido del rumen y retículo es de aproximadamente de 30-60Kg en lo bovinos. El alimento y los productos de la fermentación se acomodan en tres capas dependiendo de su gravedad específica:

- **Capa gaseosa.** Se localiza en la parte superior y en ella se encuentran los gases producidos durante la fermentación de los alimentos.
- **Capa sólida.** Esta formada principalmente por alimento y microorganismos flotantes. El alimento consumido más recientemente, por ejemplo el día de hoy, se establece en la parte superior de esta capa, debido a que posee partículas de gran tamaño (1 a 2 cm), las cuales atrapan a los gases producidos. El alimento consumido con más anterioridad, por ejemplo ayer, se localiza al fondo de la capa sólida, debido a que ya fue fermentado suficiente y se redujo su tamaño (2 a 3 mm), en este momento puede ser captado por el retículo y salir a través del orificio retículo-omasal.
- **Capa líquida.** Se localiza ventralmente y contiene líquido con pequeñas partículas de alimento y microorganismos suspendidos.

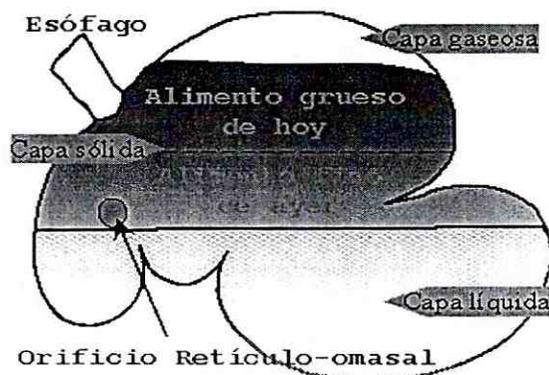


Figura 2. Partículas largas de forrajes que estimulan la ruminación.

El flujo de material sólido a través del rumen es bastante lento y depende de su tamaño y densidad. Los alimentos con una buena digestibilidad pueden tardar alrededor de 30 horas. Durante la fermentación, las partículas grandes de alimento se reducen constantemente a partículas más pequeñas y los microorganismos proliferan. (Flores, et al, 2000, Nava, et al, 2001)

4.5.2. Reticulo - Rumen (Fermentación)

La proteína es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal, debido a que está formada por carbonos, los cuales se pueden reducir todavía más que los carbohidratos para proveer energía a los microorganismos. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero. Por lo tanto los rumiantes son casi totalmente independientes de la calidad de las proteínas ingeridas. Además los microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) como sustrato para la síntesis de aminoácidos. (Flores, et al, 2000, Nava, et al, 2001)

A medida que las proteínas y el NNP entran al rumen son atacados por enzimas microbianas extracelulares, la mayor parte de estas enzimas son endopeptidasas parecidas a la tripsina y forman péptidos de cadena corta como sustratos terminales. Estos péptidos se originan extracelularmente y son absorbidos hacia el interior de los microorganismos. En el citosol los péptidos son degradados a aminoácidos y éstos son utilizados para la formación de proteína microbiana o son degradados todavía más para la producción de energía a través de la vía de los AGV. Para que los aminoácidos entren a esta vía, primero son diseminados para dar lugar a amoníaco y a un esqueleto carbonado. (Salinas, et al, 1997)

El amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas, hay que considerar que para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos; El amoníaco se utiliza además para la formación de diversos componentes nitrogenados de la pared celular y ácidos nucleicos. El amoníaco liberado en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea, la cual se puede reciclar en la saliva o eliminarse a través de la orina. (Nava, et al, 2001)

4.5.3 *Contracciones ruminales.*

Las contracciones del retículo y rumen son muy importantes para la fermentación, sus principales objetivos son:

- Mezclar el alimento.
- Eliminar los gases producidos mediante el eructo.
- Propulsar el contenido ruminal.

Se identifican dos patrones diferentes de contracciones:

- **Contracciones primarias.** Que se originan en el retículo y se distribuyen caudalmente alrededor del rumen. Estas contracciones mezclan y propulsan el contenido ruminal.
- **Contracciones secundarias.** Que ocurren en sólo partes del rumen y son usualmente asociadas con el eructo.

Al terminar una contracción primaria, inmediatamente después se inicia una secundaria, para formar un ciclo que se repite de una a tres veces por minuto, la mayor frecuencia ocurre durante la alimentación. Las contracciones están controladas por el sistema nervioso central a través del nervio vago; sin embargo, las condiciones dentro del rumen como el pH pueden afectar significativamente la motilidad. (Angeles, et al, 2001, Nava, et al, 2001,)

4.5.4. *Rumia.*

La rumia es la regurgitación de la ingesta seguida de una remasticación, reensalivación y una nueva deglución. Esto logra disminuir el tamaño de partícula del alimento y aumentar la superficie para la fermentación microbiana. La rumia ocurre principalmente cuando el animal descansa y no come. (Salinas, et al, 1997)

4.5.5. Saliva

Los rumiantes producen grandes cantidades de saliva en vacas adultas entre 100-150 litros/día; además de sus cualidades conocidas, la saliva del rumiante posee funciones importantes:

- **Mantiene un pH constante.** Debido a que es rica en fosfatos y bicarbonatos tiene la facultad de actuar como amortiguador, controlando el efecto de los ácidos que se producen durante la fermentación.
- **Es una fuente de nitrógeno no proteico (NNP).** La urea sintetizada en el hígado es secretada en la saliva para nutrir a la microbiota ruminal. (Angeles, et al, 2001)

4.6. Utilización de un Novillo Fistulado

Para la incubación de las bolsas de nylon fue utilizado un novillo fistulado ruminalmente con una cánula de 10 cm de diámetro. Durante todo el período experimental fue alimentado con alfalfa seca, para poder mantener la un ambiente adecuado en el rumen, ya que puede haber una reducción en la degradabilidad por factores de alimentación intensiva y extensiva. (Orskov, 1994).

Fueron incubadas 32 bolsas que contenían 5 gr./bolsa de materia seca molida, dichas bolsas tenían 2mm de polaridad y dimensiones de aproximadamente 7x14 cm. Las bolsas fueron cerradas y fijadas en diferentes puntos de un lazo de aproximadamente 50 cm, puesta en la cánula ruminal; por una extremidad adaptado un peso de fierro macizo (ancla) y en la otra un pedazo de manguera. Las muestras fueron incubadas diferentes tiempos de 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas con tres bolsas en cada tiempo; dicho experimento fue realizado durante los meses de septiembre a noviembre. Las bolsas fueron incubadas y retiradas a cada tiempo, posteriormente fueron lavadas con agua limpia y secadas en una estufa de circulación de aire caliente a 100 °C por 24hr. Después se llevo acabo la determinación de la Materia Seca, proteína Cruda y Materia Orgánica de los tres pastos. (Dias, et al, 2000).

4.7. Anabolismo y catabolismo

Hay dos grandes procesos metabólicos: **anabolismo** o **biosíntesis** y **catabolismo**. Se llama **anabolismo**, o metabolismo constructivo, al conjunto de las reacciones de síntesis necesarias para el crecimiento de nuevas células y el mantenimiento de todos los tejidos. El **catabolismo**, o metabolismo destructivo, es un proceso continuo centrado en la producción de la energía necesaria para la realización de todas las actividades físicas externas e internas. (Nandra, et al, 2000, Ramírez, et al, 2000).

Las pautas de crecimiento y degradación de un organismo son consecuencia del equilibrio entre las fuerzas opuestas del anabolismo (síntesis) y el catabolismo (destrucción). Ambos procesos actúan durante toda la vida del organismo. Las primeras fases de la vida de una planta constituyen un periodo de crecimiento, caracterizado por el predominio de la actividad anabólica sobre la catabólica. Cuando anabolismo y catabolismo se igualan, la planta se estabiliza. Y cuando el catabolismo supera al anabolismo, se marchita y muere. (Nandra, et al, 2000, Ramírez, et al, 2000).

4.8. La fenología de los pastos

Los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la florescencia, la maduración de los frutos, etc., es por lo que se entiende a la fenología. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre y viceversa, cuando ni uno ni otro se conocen debidamente. Se puede dividir en fitofenología y zoofenología según sea el caso; plantas o animales (Font Quer, 1982).

4.8.1. ¿Qué son los Nutrientes?

Son los componentes básicos de un alimento útiles para el animal que los consume y se encuentran en los mismos, en diferentes proporciones. Son indispensables para el

metabolismo del animal y su desarrollo normal. Entre los principales nutrientes que se deben de considerar en los alimentos encontramos el Agua, Proteína, Azúcares, Grasas, Minerales y Vitaminas. (Velásquez, 1997)

4.8.2. Gramíneas.

Corresponden a las *Embriofitas sifonógamas*, subtipo I. Las gramíneas por lo general tienen tres hábitos de crecimiento:

1. En *matas*, como el maíz, es decir, una planta sola, ésta ofrece poca resistencia al pastoreo.
2. En *macollo*, es el conjunto o mazlo de muchas matas juntas, ofrecen mayor resistencia a las matas.
3. En *césped*, crecen tupidos, cubriendo prácticamente todo el terreno, por lo general sólo lo presentan los pastos bajos, su resistencia al pisoteo del ganado es extraordinario.

En cuanto a la altura que alcanzan, las gramíneas forrajeras se dividen en tres grupos:

1. *Pastos bajos* de 10 a 45 cm de altura; por ejemplo al Navajita, Toboso, Búfalo, Liebrero, etc., del norte y centro del país y Pangola, Bermudas, Estrellas, etc., del trópico. Por lo general reciben el nombre genérico de Gramas.
2. *Pastos medianos* de 0.60 a 1.20 m., por ejemplo: el Banderita, Gigante, Punta blanca, etc., del norte, Rodees, Buffel, etc., del centro y norte del país, Pangola gigante, a veces Estrella, Cola de venado, etc., del trópico.
3. *Pastos altos* de 1.50 a 2.50 o más metros, por ejemplo: Panizo azul, a veces Jonson, Sudán, etc., del norte y centro, Guinea, Jaragua, Elefante, etc., del trópico. (Cantú, 1989)

4.8.3. Nutrientes Disponibles en las Plantas de los Pastizales

Es de suma importancia tener una idea clara y completa en cuanto al valor nutricional de los diferentes alimentos que nos ayudan a la supervivencia de los animales, dicha necesidad cubre a todos los productores del México, no siendo la

excepción el Norte de México donde la ganadería se encuentra demasiado desarrollada (Alonso, et al, 1999).

Diferentes fuentes de información de investigación mencionan los índices nutricionales de las diferentes especies, dichas especies están sujetas a cambios de diferentes tipos y por lo tanto resulta difícil obtener resultados favorables de dicha información (Ligia, et al, 1995).

4.8.4. Zacate Navajita

Es un zacate perenne amacollado, de hojas delgadas (2.5mm) y de 7 a 12 cm de largo, aunque se conocen especies anuales de esta grama. Puede crecer en suelo arcilloso e incluso en alcalino; es a la que más se le dice navajita porque la forma de su espiga se asemeja a la navaja que se les pone a los gallos de pelea, (P.C. Verde 5.7%, Heno 8.5%) (Cantú, 1989).

4.8.5. Zacate Banderita

Su raíz tiene un sistema radicular fibroso y frecuentemente con rizomas duros, tallos erectos y delgados que llegan a medir de 50 a 80 cm. , de color púrpura oscuro en los nudos, hojas escamosas de 2.5 a 5 mm de color verde azulado con limbos. Tiene vainas entrelapadas, lo podemos encontrar en planicies, áreas rocosas y faldas de los cerros, suelos calcáreos, pedregosos y de poca profundidad su pH varía de 6.5 a 7.5. (P.C. invierno 6.9%, verano 4.3%) (Cantú, 1989).

4.8.6. Zacate Rosado

La raíz es fibrosa perenne de vida corta y algunas veces anual, tallos geniculados algo crepitosos, de 30 a 70 cm de altura con los nodos vellosos, hoja algo escabrosas; aplanadas o involutas de 2 a 6 mm, de ancho, es común encontrarlo en laderas y cañones rocosos, en las faldas de los cañones a la orilla de caminos y carreteras, arroyos. Su valor forrajero es bueno, ya que produce considerable forraje durante la época de lluvia. (Cantú, 1989).

4.9. Por Qué se Suplementa?

4.9.1. Definición

La suplementación es una mezcla de alimento que en unión con otro nos ayuda a mejorar el rendimiento del animal (Cantú, 1989).

La suplementación se debe realizar en los meses de sequía, ya que el contenido proteico de las plantas se reduce, sobre todo en las gramíneas, principal fuente de alimento para el ganado; es por eso recomendable suplementar alimentos para un mejor rendimiento y no dejar que disminuya su condición. Utilizar la suplementación de proteínas y minerales en los animales que se dejan en el agostadero lo que nos permitirá llenar sus requerimientos y aprovechar mejor el forraje disponible. Es importante conocer que la suplementación es para mantener la condición corporal de los animales, no para aumentar la carga animal. (Parra, et al, 1995)

V.-MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.Materiales

- Un novillo fistulado ruminalmente.
- Tres pastos nativos:
 - a) Navajita (*Bouteloua hirsuta*).
 - b) Banderita (*Bouteloua curtipendula*).
 - c) Rosado (*Rhynchelytrum repens*).
- Técnica de Orskov.
- MicroKjeldahl.
- Mufla.
- Estufa de aire caliente.
- Molino Willey.
- Alfalfa como alimento base del novillo.

5.1.1.Métodos

- La determinación de materia seca se realizó con la técnica de desecación con aire caliente, (A.O.A.C, 1980).
- La determinación de materia orgánica se utilizó la técnica de incineración, (A.O.A.C, 1980).
- La determinación de proteína cruda se realizó la técnica de microkjeldahl, (A.O.A.C, 1980).
- La degradabilidad se llevo acabo por la técnica de las bolsas de nylon descrita por Orskov, en los tiempos anteriormente mencionados. (Orskov, 1994).

5.1.2. Localización

El desarrollo se realizó en las instalaciones del laboratorio de **Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro" Unidad Laguna** la cual está ubicada en el municipio de **Torreón, Coahuila, México**. Ubicada en el Km. 2 + 500 de la carretera Torreón Santa Fé; dicho municipio forma parte de la **Comarca Lagunera** situada al norte de la República Mexicana se localiza entre los 24° 30' y los 27° 00' de latitud norte y entre los 102° 00' y 104° 40' de longitud oeste; con una altitud de 1,100 a los 1,400 msnm. (Landa, 2002).

Presenta una temperatura media anual de 21°C, con una media de 37°C en el mes más caluroso. En las lluvias presenta un promedio de 190 mm anuales. Dicho período de lluvias se presenta en los meses de agosto y septiembre (Landa, 2002).

5.1.3. Modelo Estadístico Básico

$$\Sigma_{ijk} = M_i + T_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Σ_{ijk} = la Sumatoria de ijk .

M = es la Media de i .

T = es el efecto sobre los tratamientos de ij .

E = es error de ijk .

VI.-RESULTADOS

<i>Zacate/Horas</i>	0	4	8	12	24	48	72	96
<i>Navajita</i>	12.39	16.36	20.18	23.56	32.87	43.83	49.17	56.11
<i>Banderita</i>	20.78	30.38	40.89	50.38	58.73	72.8	73.97	78.66
<i>Rosado</i>	26.75	25.76	34.73	45.17	61.26	63.03	66	68.81

Cuadro 1. Medias de la digestibilidad de la materia seca

<i>Zacate/Horas</i>	0	4	8	12	24	48	72	96
<i>Navajita</i>	5.1	5.25	5.1	5.54	6.56	6.56	7.15	7.15
<i>Banderita</i>	11.38	14.22	10.65	11.52	12.25	9.92	14.58	17.35
<i>Rosado</i>	6.13	6.34	5.83	6.71	5.25	6.85	6.27	7.29

Cuadro 2. Medias de la digestibilidad de la proteína cruda

<i>Zacate/Horas</i>	0	4	8	12	24	48	72	96
<i>Navajita</i>	94.51	94.67	94.48	95.07	94.7	95.5	95.07	95.49
<i>Banderita</i>	92.63	94.76	93.07	90.85	89.92	85.24	84.01	83.74
<i>Rosado</i>	94.2	94.95	94.78	94.11	93.51	94.2	93.89	93.45

Cuadro 3. Medias de la digestibilidad de la materia orgánica

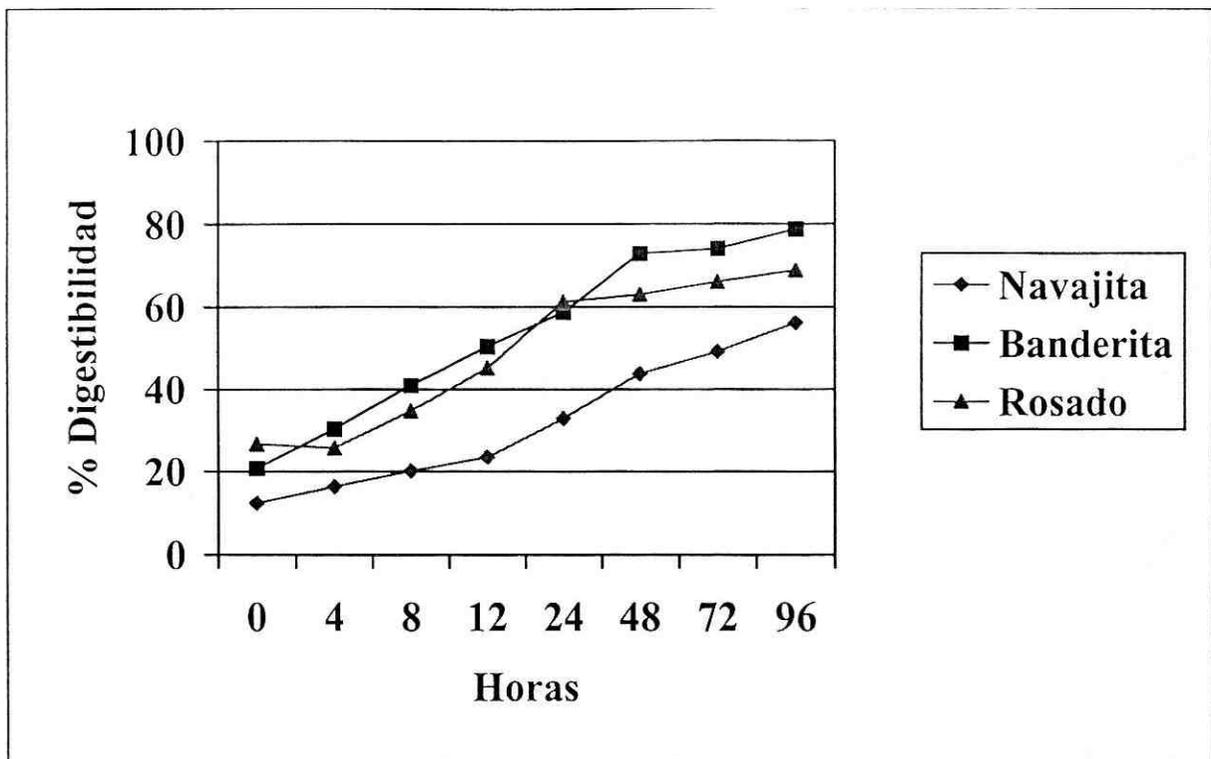


Figura 3. Digestibilidad de la materia seca.

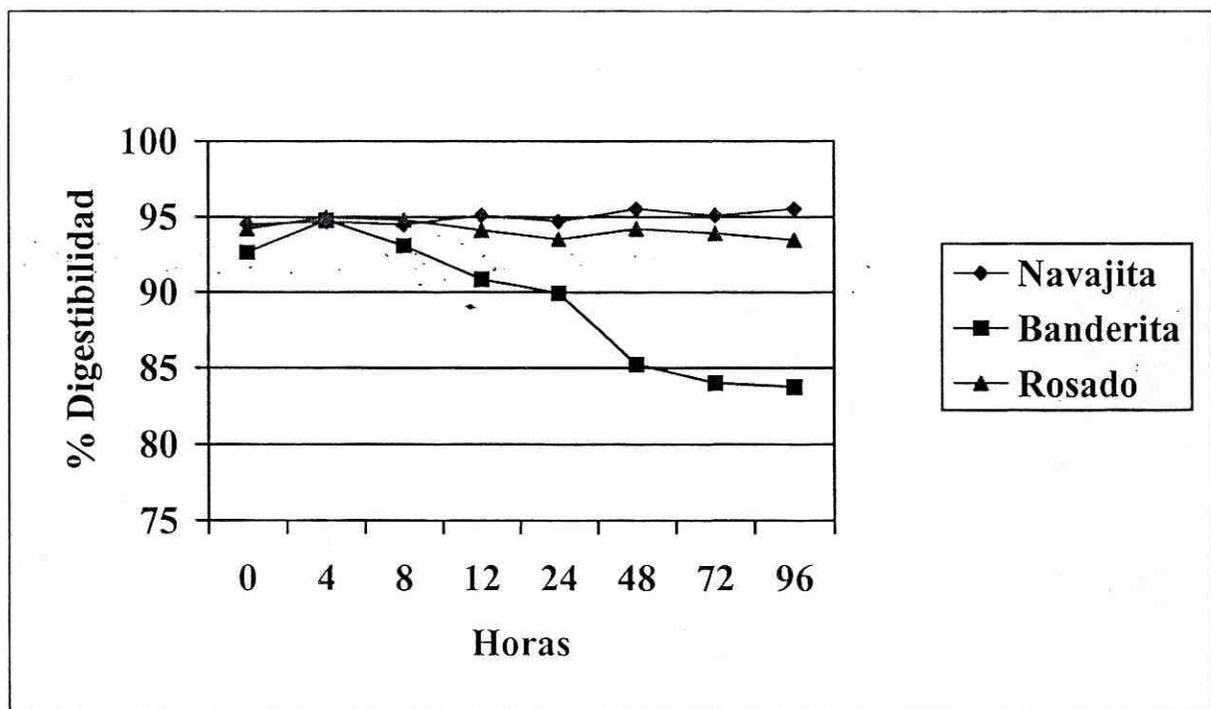


Figura 4: Digestibilidad de la materia orgánica.

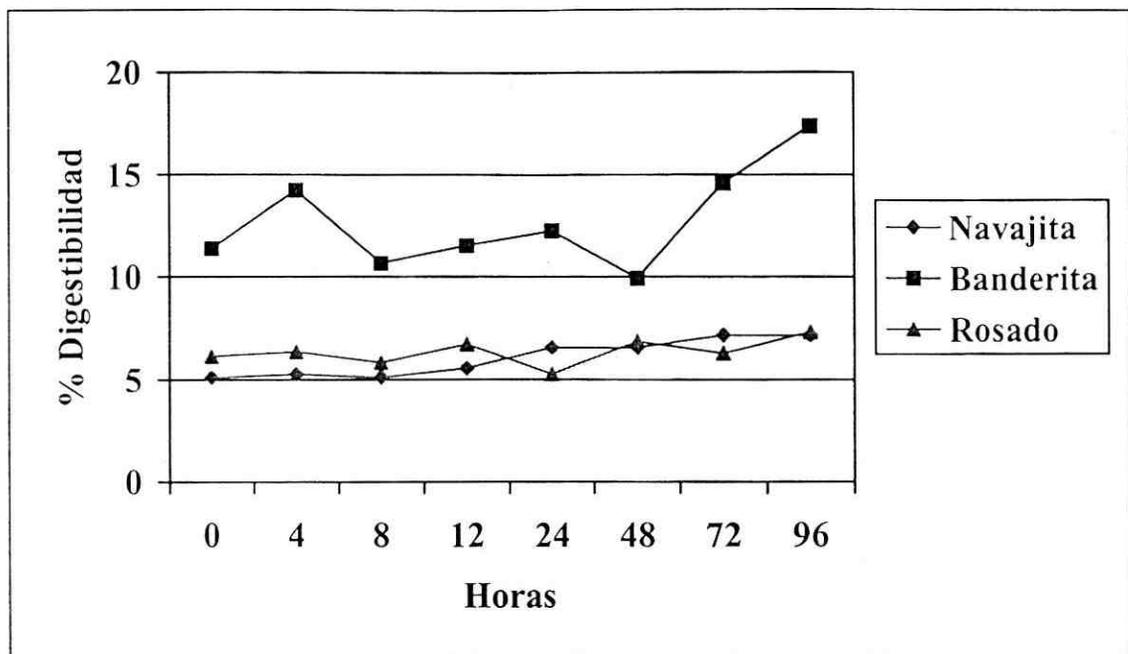


Figura 5 Digestibilidad de la Proteína Cruda.

Análisis de Comparación de Medias por Tukey

Cuadro 4. Digestibilidad de la Materia Seca

Zacates	Horas	Valor
Banderita	96 a	78.66
Banderita	72 a	73.97
Banderita	48 ab	72.80
Rosado	96 b	68.81
Rosado	72 b	66.00
Rosado	48 b	63.03
Rosado	24 bc	61.26
Banderita	24 c	58.53
Navajita	96 c	56.11
Banderita	12 cd	50.38
Navajita	72 d	49.17
Rosado	12 d	45.17
Navajita	48 d	43.83
Banderita	8 de	40.89
Rosado	8 e	34.73
Navajita	24 e	32.87
Banderita	4 ef	30.38
Rosado	0 f	26.75
Rosado	4 f	25.76
Navajita	12 f	23.56
Banderita	0 f	20.78
Navajita	8 fg	20.18
Navajita	4 g	16.36
Navajita	0 g	12.39

Letras diferentes en la columna indican valores significativamente distintos ($P < .05$).

Cuadro 5. Digestibilidad de la Proteína Cruda

Zacates	Horas	Valor
Banderita	96 a	17.35
Banderita	72 a	14.58
Banderita	4 a	14.22
Banderita	24 a	12.25
Banderita	12 a	11.52
Banderita	0 a	11.38
Banderita	8 ab	10.65
Banderita	48 b	9.92
Rosado	96 b	7.29
Navajita	72 b	7.15
Navajita	96 b	7.15
Rosado	48 bc	6.85
Rosado	12 c	6.71
Navajita	24 c	6.56
Navajita	48 c	6.56
Rosado	4 c	6.34
Rosado	72 c	6.27
Rosado	0 cd	6.13
Rosado	8 d	5.83
Navajita	12 d	5.54
Navajita	4 d	5.25
Rosado	24 d	5.25
Navajita	0 d	5.10
Navajita	8 d	5.10

Letras diferentes en la columna indican valores significativamente distintos ($P < .05$).

Cuadro 6. Digestibilidad de la Materia Orgánica

Zacates	Horas	Valor
Navajita	48 a	95.50
Navajita	96 a	95.49
Navajita	12 a	95.07
Navajita	72 a	95.07
Rosado	4 ab	94.95
Rosado	8 b	94.78
Banderita	4 b	94.76
Navajita	24 b	94.70
Navajita	4 b	94.67
Navajita	0 b	94.51
Navajita	8 b	94.48
Rosado	0 b	94.20
Rosado	48 b	94.20
Rosado	12 bc	94.11
Rosado	72 c	93.89
Rosado	24 c	93.51
Rosado	96 c	93.45
Banderita	8 cd	93.07
Banderita	0 d	92.62
Banderita	12 de	90.85
Banderita	24 e	89.92
Banderita	48 e	85.24
Banderita	72 e	84.01
Banderita	96 e	83.74

Letras diferentes en la columna indican valores significativamente distintos ($P < .05$).

VII.-DISCUSION

Los resultados obtenidos en la degradabilidad inicial resultaron diferencias ($P < 0.05$), significativas entre los pastos. Los niveles de degradabilidad obtuvieron una elevada concentración inicial en el Zacate Banderita (*Bouteloua curtipendula*).

Por los resultados obtenidos de la degradabilidad se obtuvieron diferentes promedios que colocaron a los pastos en distintos niveles con letras respectivamente durante la incubación ($P < 0.05$); la cual nos da el siguiente orden para cada pasto: alta el Banderita (*Bouteloua curtipendula*); mediana Rosado (*Rhynchelytrum repens*) y baja degradabilidad Navajita (*Bouteloua hirsuta*).

En la Proteína Cruda encontramos una mayor degradabilidad ($P < 0.05$), debido al elevado contenido de la misma, el Banderita (*Bouteloua curtipendula*) en la cual alcanza una mayor degradabilidad de 9.92% a las 48 hrs. ya que después empieza a reducir la proteína vegetal y actúa la bacteriana; después con un porcentaje de 6.85% a las 48 hrs el zacate Rosado (*Rhynchelytrum repens*), y por ultimo con un 6.56% a las 48 hrs el zacate Navajita (*Bouteloua hirsuta*).

Los niveles de proteína del Zacate Banderita (*Bouteloua curtipendula*), pueden ser debidos a que su estado de madurez de corte fue temprana y no había lignificación, la cual en las otras especies ya se mostraba en niveles más altos.

La degradabilidad *in situ* de la MO en los tres pastos estudiados, el Navajita (*Bouteloua hirsuta*) muestra una baja en cuanto al aprovechamiento del mismo ya que nos da un 85.24% a las 48 hr., el Rosado (*Rhynchelytrum repens*) muestra un 94.2 % a las 48 hrs., el Banderita (*Bouteloua curtipendula*) muestra una elevada degradabilidad de 95.5% a las 48 hrs. por tal motivo nos dan estadísticamente diferencias.

En lo que se refiere a la degradabilidad *in situ* de la MS de los tres pastos estudiados, el Banderita (*Bouteloua curtipendula*) nos da una elevada degradabilidad con

un 72.8% a las 48 hrs., el Rosado (*Rhynchelytrum repens*) se coloca con una media degradabilidad de 63.03% a las 48hrs. y el Navajita (*Bouteloua hirsuta*) nos dio un 43.8% de degradabilidad a las 48 hrs.

Es necesario comentar que hay una diferencia en cuanto a digestibilidad de los tres pastos; esto se debe a la etapa de madurez en la cual se realizó el corte, ya que si nos damos cuenta el Banderita (*Bouteloua curtipendula*) fue el mejor pasto en cuanto a PC y MS ya que el pasto Navajita (*Bouteloua hirsuta*) y el Rosado (*Rhynchelytrum repens*) no obtuvieron una buena digestibilidad debido a la etapa de madurez.

VIII.-CONCLUSIÓN

Los tres pastos mostraron una degradabilidad en cuanto a: *Materia Seca*, *Proteína Cruda* y *Materia Orgánica*, los resultados pueden ser debido a su madurez, ya que el Navajita se obtuvo en una etapa de inicio del crecimiento. Es importante mencionar que, el aumento de la edad de la planta aumenta la lignificación de la misma por la cual hay una baja en la degradabilidad de los pastos en su citoplasma.

También es importante mencionar que el tiempo de retención ruminal es efectiva al límite de 48 a 60 hr. Por lo consiguiente la reducción en degradabilidad y digestibilidad por los alimentos consumidos.

Los resultados que arrojan este trabajo, se concluye que los pastos tienen un buen porcentaje de aprovechamiento potencial como un recurso forrajero en los rumiantes, hay que tomar en cuenta su estado de madurez de cada planta. Los tres pastos mostraron diferencias significantes por su estado de madurez. El mejor pasto que logro una mejor degradabilidad fue sin duda el zacate Banderita (*Bouteloua curtipendula*) debido a su madurez avanzada, en comparación con el Navajita que, su estado de madurez fue muy temprana.

Es importante señalar que se deben realizar más estudios referentes a los pastos Nativos del Norte de México, para poder determinar su composición, degradabilidad y digestibilidad en los diferentes meses del año y estado de madurez de los pastos y así poder dar un buen aprovechamiento de los mismos; para no perder los nutrientes que aportan y dar una adecuada alimentación para los animales.

IX.-LITERATURA CITADA

1. Alonso M.;T. Castro Madrigal.;A. Ruiz Mantecón.;G. 1999. Degradabilidad Ruminal de Comunidades de Matorral de Zonas Semiáridas del Sureste de España en Dos Razas Ovinas. Departamento de Producción Animal; Estación Agrícola Experimental (CSIC), Madrid España.
<http://www.veterin.unam.mx./fmz/revvetmex/25-3.pdf>
2. Angeles, C.; Corona, G.; Escamilla, G.; Melgarejo, V.; Spross, S. (2001) Alimentación Animal. Forrajes y Concentrados. 2º edición. México D.F. UNAM.
3. AOAC. 1998. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analysis Chemists.13th Washington, D.C., U.S.A.
4. Arredondo S.S.; Jahn B.E.; Ovalle M.C. 1997.
Ruminal degradability of different components of the tagasaste plant (*Chamaecytisus proliferus spp. Palmensis*) using steer with ruminal fistula technique. Agricultura Técnica de Chile. 57 (2) Pg. 127 – 139.
5. Blood D.C., Studdert V.P. Diccionario de Veterinaria. Tomos 1,2.1994
McGrall Hill Interamericana
6. Brock.1999. Procesos Microbianos, Tomo 1; Libro. Biología de los Microorganismos. Kaufmann, Fisiología Digestiva del Rumiante.Hobson, Therumen Microbial Ecosytem.
<http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>
7. Cantú B.J.1989. 150 gramineas del Norte de México. (U.A.A.A.N.-U.L).
Pág.:94-95, 100-101, 261.

8. Chavez A.; Fierra G.; De Peña R.; Sánchez E.; Ortiz V. 1986.

Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano abierto en la región central de Chihuahua. Técnicas pecuarias de México INIFAP Departamento de manejo de pastizales, Chihuahua México. N° 50 Pag. 90 – 105.

9. Ciappesoni C.G. 2001. Digestión Ruminal..

<http://capra.iespana.es/capra/fisiologia/fermentacion.htm>

10. Dias S.A.; Teresinha B.T.; Nunes R.; Boas W.; Ramos J.; Nascimento S. 2000.

Degradabilidade *in situ* do Capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia incubado cortado ou na forma de extrusa. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol 29, N°6 Pag. 2142 – 2149.

11. Flores M.,;Rodríguez, V. 2000. Nutrición animal, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Unidad docente de Nutrición Animal

<http://www4.ulpgc.es/departamentos/animal/nutricion/tema22.htm>

12. Font Quer. 1982. Diccionario de Botánica (Vocabulario Ideológico),

Editorial: Labor, S.A., Pág.:461-462.

13. Landa, C. 2002. Degradabilidad Ruminal *In Situ* y Características

Nutricionales de Tres Pastos del Norte de México. Tesis.

14. Ligia R.V.M.;J. Muños.;Alexander C.D. 1995. Evaluación Nutricional de Tres Especies de Árboles Forrajeros en Bovinos Fistulados en el Pie de Monte Llanero. Producción Animal. Colegio de Postgraduados, México.

http://www.encolombia.com/acovez24284_discusionio.htm

15. Manterola H.; Cerda D.; Mira J.; Luscher M. 1999-02-12
Effects of different formaldehyde concentration on protein degradability of different animal feedstuff. Avances en Producción Animal. Universidad de Chile.
http://www.uchile.cl/facultades/cs_agronomicas/publicaciones/panimal/1999/3.html
16. Mattos C.; Rodriguez N.; Barbosa I.; Gonçalvez C.; Barreto G. 2000.
PH e Amônia ruminais, Relação Folhas: hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. Revista Brasileira de Zootecnia. 24 (3). Pag. 87. – 879.
17. Mustafa A.F.; Christensen D.A.; Mckinnon J.J.; 2000.
Effects of pea, barley, and alfalfa silage on ruminal nutrient degradability and performance of dairy cows. Journal of dairy science 83:12. Pag. 2859 – 2865.
18. Nandra K.S.; Dobos. R.C.; Orchard B.A.; Neutze S.A.; Oddy V.A.; Cullis B.R.; Jones A.W. 2000.
The effect of animal species on in sacco degradation of dry matter and protein of feeds in the rumen. Animal feed science and technology 83 (3 – 4) Pag. 273 – 285.
19. Nava, C.; Díaz, C. 2001. Nutrición Animal. Departamento de Nutrición Animal Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.
http://www.veterin.unam.mx/linea/Ruminal/digestfmvz/en_ruminal.htm
20. Orskov E.R. 1994.
Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. Livestock production science 39 (1) Pag. 499 – 503.

21. Parra G.; Chaves A.H.; Sánchez J.F. 1995.
Efecto de la suplementación mineral sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca y el consumo voluntario de forraje por novillos en pastoreo. Reunión nacional de investigación pecuaria.
<http://patrocipies.uson.mx/patrocipies/invpec/nutricion/N95005.html>
22. Pisabarro A.; Ramírez L. 2000.
Ecología del proceso ruminal.
<http://unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/17-bacterias%20del%20rumen.htm>
23. Ramírez R.G.; Neira-Morales R.R.; Ledezma-Torres R.A.; Garibaldi-González C.A. 2000. Ruminal digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. Small ruminant research 36 (1). Pag. 49 – 55.
24. Salinas, Ch.; Yado P.; Lerma, D. 1997 Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cd. Victoria Tamaulipas.
25. Savoie P.; Tremblay G.F.; Petit H.V. 1999.
Ruminal degradability of alfalfa and corn after progressing or maceration. Canadian journal of animal science. 79 (3). Pag. 361 – 368.
26. Silva R.; Maldonado H.; Coelho J.F. 1999.
Degradabilidade *in situ* da materia seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do capim – furachao (*Panicum repens*, L) submetido à Adubaçao e em diferentes idades de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 28 (4). Pag. 799 – 807.

27. Vallejo O.; Manterola H.; Cerda D.; Mira J.; Sirhan L. 1998.

Effects of formaldehyde protection of rapeseeds oilmeal protein on ruminal degradability, digestibility and nitrogen retention by ruminants. Avances en producción animal 23 (1 – 2) Pag. 91 – 97 11 ref.

28. Velásquez J.C. 1997. Importancia y Valor Nutricional de las Especies Forrajeras de

Sonora. <http://patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/pastizales/P97001,htm>

29. Wacyk J.; González H.; Manterola.; Cerda D.; Mira J. 2000.

Effects of formaldehyde treated soybean meal inclusion, on crude protein degradability, ruminal parameters and milk production in dairy cows. Avances en producción animal 25 (1 – 2) Pag. 141 – 150 30 ref.

30. Wattiaux A.;T. Howard. 1963. Digestión en la Vaca Lechera. Instituto

Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison.

http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/chl/nutricion_spn_chl.html