
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

División de Ciencia Animal



**Caracterización nutritiva del forraje de sorgo blanco (VANSB-2000)
en diferentes estados fenológicos**

Por:

Gilberto Aguilar González

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2008

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Caracterización nutritiva del forraje de sorgo blanco (VANSB 2000)
en diferentes estados fenológicos

Por:

GILBERTO AGUILAR GONZÁLEZ

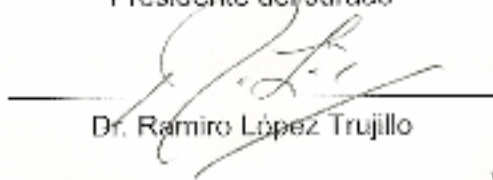
TESIS

Que se somete a consideración del H. jurado examinador
como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

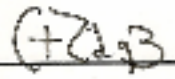
Presidente del Jurado


Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal

Vocal


Dr. Roberto García Elizondo


MC. Camelia Cruz Rodríguez

Coordinador de la División de Ciencia Animal


Ing. Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre del 2008

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Agradecimientos

A dios por haberme dado el regalo de la vida y la capacidad de terminar una profesión para salir adelante y por haberme cuidado siempre.

A mi ALMA MATER por brindarme su abrigo en todo este tiempo y haberme formado académicamente y personalmente.

Al departamento de producción animal por darme la oportunidad de estudiar una de las profesiones mas nobles y darme las herramientas para enfrentar los retos del futuro

Al Dr. Ramiro López Trujillo, por brindarme la confianza de esta tesis y su conocimiento dentro y fuera de clases y por el apoyo a este trabajo.

Al Dr. Roberto García Elizondo, por su apoyo y comprensión en la revisión del presente trabajo.

A la MC. Camelia Cruz Rodríguez por su ayuda y comprensión en la realización del presente trabajo.

En general a todos los maestros que contribuyeron en mi formación académica.

Agradezco al T.L.C.: Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel por su amistad y el apoyo en el laboratorio para el desarrollo de este trabajo.

Dedicatoria

Con todo mi amor a quienes realizaron un enorme sacrificio, me dieron su amor, comprensión y confianza para salir adelante.

MIS PADRES:

MARCELINO AGUILAR CRUZ
Ma. ENRYDA GONZALEZ VAZQUEZ

A quienes deseo de todo corazón logren la meta que se han fijado en la vida.

MIS HERMANOS:

RUBISEL DE JESÚS AGUILAR GONZÁLEZ
ABEL ÁNGEL AGUILAR GONZÁLEZ

A mis amigos:

José Pánfilo Hernández Torres, Juan Carlos caballero, por su amistad sincera, siempre serán mis amigos.

En general a todos mis compañeros de Zootecnia de la generación CVI, gracias por su amistad y apoyo siempre los llevaré en mi corazón.

A mis amigos de la vida diaria:

Lisandro, Eliezer, Julio, Jonny, George, Octavio, Jhon y Miguel. Gracias por todos los buenos momentos que convivimos, y que siempre les deseo lo mejor.

A mis amigas de economía:

Dennis, Oly y Yesenia. A toda ellas gracias por su amistad y sus buenos consejos siempre los tendré presentes.

Con mucho amor y cariño a mi novia, por su apoyo y comprensión, mi chaperita Maribel Mora Castañeda.

Índice

Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
1. Introducción	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. Hipótesis.....	1
2. Revisión de Literatura.....	3
2.1. Importancia del cultivo del sorgo.....	3
2.2. Origen e historia del sorgo.....	4
2.3. Clasificación taxonómica.....	4
2.4. Descripción botánica.....	5
2.5. Valor nutritivo.....	6
2.6. Factores que influyen en el valor de los forrajes.....	7
2.7. Análisis bromatológico.....	8
3. Materiales	y
Métodos.....	14
3.1. Ubicación.....	14
3.2. Procedimiento experimental.....	14
3.3. Análisis estadístico.....	14
4. Resultados y Discusión	16
5. Conclusiones.....	22
6. Resumen.....	23
7. Literatura Citada	24
8. Apéndice.....	29

Índice de Cuadros

	pág.
Cuadro 2.1 Componentes del grano de sorgo en diferentes etapas de desarrollo.....	7
Cuadro 4.1 Análisis proximal y digestibilidad <i>in Vitro</i> de forraje de sorgo blanco (VANSB – 2000).....	16
Cuadro 4.2 correlación entre la digestibilidad de la materia seca in vitro y la com- posición química de la variedad de sorgo blanco (VANSB-2000).....	19

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 4.1 Composición química del grano de sorgo blanco (VANSB-2000).....	20

1. Introducción

En el país el consumo humano de proteína de origen animal es muy limitado debido al alto costo que esta tiene en el mercado. Por otra parte, los costos de producción de carne y leche se ven incrementados constantemente, sobre todo en el aspecto alimenticio, el cual ocupa el 80% de los gastos en las explotaciones intensivas.

Un problema que afrontan las empresas ganaderas de las zonas semiáridas es la escasez de alimento durante la época crítica de invierno y sequías, teniendo que apoyarse en forrajes producidos en áreas con riego restringido y temporal donde la limitante principal para la producción forrajera es la insuficiente disponibilidad de agua, debido a la poca precipitación pluvial e insuficiente recarga del manto acuífero. Los altos costos de fertilización y energía, han incrementado costos de producción del forraje, los cuales afectan en gran medida la producción animal.

En el norte de México, debido a las condiciones ecológicas que privan en esta región, se tiene el problema de la falta de alimentos. Una de las perspectivas más prometedoras para el incremento de la producción ganadera, es la adaptación de plantas forrajeras, nutritivas, palatables y abundantes; además deberán ser susceptibles de ensilarse o henificarse para así poder ser utilizadas en épocas de escasez.

PALABRAS CLAVES: estados fenológicos, sorgo, análisis proximal y digestibilidad *in vitro*.

1.1 Objetivo

Evaluar la composición bromatológica, contenido celular, constituyentes de pared celular y digestibilidad *in vitro* en el forraje y grano de sorgo blanco variedad VANSB-2000, con el propósito de medir su potencial para la alimentación del ganado.

1.2 Hipótesis

- Existen diferencias en el valor nutritivo entre el forraje y grano en diferentes estados fenológicos de sorgo blanco variedad VANSB-2000.

- Existen diferencias en valor nutritivo entre el forraje y grano en la digestibilidad *in vitro* de la MS en los diferentes estados fenológicos de sorgo blanco variedad VANSB-2000.

2. Revisión de Literatura

Autores como Mc Donald (1975) y Mathods (1947) argumentan que los forrajes son plantas o partes de plantas expresamente cultivadas para la alimentación del ganado según sean consumidas en estado verde o conservadas mediante los procedimientos de la henificación o del ensilado. Se dividen en forrajes verdes, henos, forrajes ensilados, de leguminosas y gramíneas.

Los forrajes verdes representan la base de la alimentación de los bovinos, ovinos, caprinos y equinos especialmente cuando los animales son mantenidos en sistemas extensivos o intensivos, y por lo tanto utilizan los pastos directamente (pastoreo) o indirectamente (estabulado).

El hecho de mayor importancia practica y de gran interés científico que salta a primera vista cuando se afronta el estudio de los forrajes, es la gran variabilidad del valor nutritivo; consecuencia del diverso contenido en sustancias nutritivas digestibles, en vitaminas y minerales que los forrajes poseen según el estado vegetativo en que son utilizados y la influencia de numerosos factores ambientales, climatológicos y agronómicos.

Las plantas varían en su composición a medida que se desarrollan cuando son jóvenes contienen más cantidad de agua y proteína, las que disminuyen a partir de la formación de los frutos, aumentando su contenido de fibra, ocasionando la disminución de la digestibilidad que resulta de la lignificación de la celulosa, así como el empobrecimiento en vitaminas y en minerales De alba (1971).

2.1 Importancia del cultivo del sorgo

El sorgo es una gramínea áspera con estructura, desarrollo y apariencia general similar a la del maíz.

En relación a sus usos puede ser empleado tanto en alimento humano, como forraje y grano para la engorda de animales, y también para la industrialización, aunque su principal utilización es para forraje, presenta casi un valor alimenticio igual al maíz 2% más en proteína y 1 % menos en grasa (Robles 1976).

2.2 Origen e historia del sorgo

El sorgo es una planta cuyo origen, según los expertos se encuentra en África; sin embargo, diferentes culturas antiguas de Asia como la India, Asiría y China lo han cultivado desde épocas milenarias. La llegada al continente americano fue probablemente durante el siglo XVII. En lo que se refiere a México no se tiene la fecha precisa de llegada de este cultivo a nuestro país; lo que es un hecho, es que su crecimiento y explotación comercial se inició en época de los sesenta, con el objetivo de establecer los complejos agroindustriales vinculados con la producción de carnes y derivados (Romero, 1970).

Producción Mundial

Los países más productores son: Estados Unidos, India, Nigeria y China que en su conjunto producen el 65% de la producción mundial SAGARPA, (2003)

Producción Nacional

El sorgo es uno de los principales granos básicos del país, su importancia radica en que provee de materia prima a la industria generadora de alimentos balanceados para animales la cual, a su vez, permite que en el mercado alimenticio se disponga de proteínas de origen animal.

Su crecimiento se ubica en la década de los sesenta cuando se produce un cambio en el patrón de cultivos no solo en México, sino también de América latina; llegando a formar parte de la cadena de producción SAGARPA, (2003)

2.3 Clasificación taxonómica

Reino..... Vegetal
 División.....Tracheophyta
 Subdivisión.....Pteropsidae
 Clase..... Angiospermae
 Subclase.....Monocotilidoneae
 Grupo..... Glumiflora

Orden.....Graminales
Familia.....Gramínae
Subfamilia..... Panicoideas
Tribu.....Andropogoneae
Genero.....Sorghum
Especie.....Vulgare, var. (VANSB - 2000)

2.4 Descripción botánica

Es una gramínea subfamilia Panicoideas, tribu Andropogóneas. Tiene inflorescencia en panoja con espiguillas pares: una fértil y la otra estéril. La fértil está acompañada de dos espiguillas con pedicelo Aguirre (1984).

Raíces

Sistema fibroso, alcanza profundidades de 0.90 a 1.20 m. tiene tres clases de raíces: laterales, adventicias y aéreas. Hay dos veces más raíces de corona en sorgo que en maíz. La absorción radicular del sorgo es dos veces más eficiente que en maíz, aunque el área foliar es inferior. Por eso se dice que este cultivo tiene mayor tolerancia a la sequía que el maíz. La planta de sorgo crece lentamente, hasta que el sistema radical está bien desarrollado. Además el sorgo tiene buena capacidad de regulación de la transpiración, y puede retrasar su desarrollo frente a condiciones ambientales adversas Aguirre (1984).

Tallo

Llamado caña, es compacto, a veces esponjoso, con nudos engrosados. Puede originar macollos, de maduración más tardía que el tallo principal. La presencia de macollos es varietal influenciada por fertilidad, condición hídrica y densidad Aguirre (1984).

Hojas

Se desarrollan entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, la nervadura media es blanquecina o amarilla en los sorgos de médula seca y verde en los de médula jugosa. Tiene lígula en la mayoría de los casos. Borde de hoja con dientes curvos y filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca

de la nervadura central en la cara superior o haz facilitando el arrollamiento de la lámina durante una sequía Robles (1980).

Panoja

Compacta ó semicompacta, con espiguillas en pares. La fértil con dos flores, es una típica flor de gramínea, una estéril, las glumas a la madurez cubren solo la base del grano Leland (1982).

Tiene pulvino que en condiciones de estrés se contrae y cierra la panoja. Se buscan en general híbridos con buena excerción o sea buen largo de pedúnculo Leland (1982).

Grano

Cariopse blanco, amarillo, castaño, rosado o castaño rojizo. Los castaños tirando a marrón café durante la madurez suelen contener alto tanino, sustancia astringente que afecta la digestibilidad del grano y ahuyenta a las aves. Los sorgos graníferos sin taninos condensados, tienen un valor nutritivo equivalente a un 96 % del valor nutritivo del maíz Leland (1982).

2.5 Valor nutritivo

El valor nutritivo de un alimento se define como la capacidad de satisfacer las necesidades nutricionales de un animal que le permita expresar su potencial para generar el producto que se requiera (McDonald et al., 1988).

El contenido de proteína bruta es mayor en los limbos de las hojas, y menor en las espigas y mucho menor en las vainas de las hojas y en las cañas, la mayor parte de la proteína digestible del forraje de sorgo se encuentra en los limbos de las hojas y en el grano.

Entre los factores que determinan el valor nutritivo de los forrajes se encuentran la digestibilidad y eficiencia en la utilización de los productos digeridos (Ball et al., 2001; Elías, 1983). A su vez, la digestibilidad de un forraje es afectada por una serie de factores propios de las plantas: estado de madurez, especie vegetal, variedades dentro de una especie, relación hoja – tallos, partes de la planta, forma fresca y compuestos nutricionales.

2.6 Factores que influyen en el valor nutritivo de los forrajes

Mcdonald *et al.*, (1969) mencionan que el grado de madurez es el factor más importante de todos los que afectan la composición y valor nutritivo de las hierbas de pasto, así mismo, Jorge (1989) menciona que a medida que las plantas crecen aumentan la necesidad de tejido de sostén y con ello aumentan los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y la lignina, esto se refleja en el contenido de fibra bruta, que puede aumentar desde menos del 20 % de la materia seca de las plantas jóvenes, hasta el 40 % en las maduras, al envejecer la planta disminuye el contenido en proteína, por lo tanto en el sorgo existe una relación recíproca entre el contenido de proteína bruta y el de fibra bruta a medida que se incrementan los estadios fenológicos.

Probablemente el estado fenológico de la planta es el factor más importante que afecta la digestibilidad de los forrajes. Se puede esperar mayor variabilidad en digestibilidad dentro de una especie particular a diferentes estados de crecimiento, que entre especies con una madurez similar.

Desde hace mucho tiempo se sabe que los forrajes se tornan menos digestibles a medida que maduran. En reportes anteriores se utilizaba a la fecha de corte como una medida de madurez del forraje, sin embargo, hoy en día se reconoce que no todos los forrajes tienen digestibilidad similar a una determinada fecha de corte (Raymond, 1987).

Diferentes autores (Grant *et al.*, 1997; Ball *et al.*, 2001; Lyons *et al.*, 1999; Elías, 1983) mencionan que conforme el estado de madurez de la planta aumenta, reduce su contenido celular e incrementa la pared celular en grosor y contenido de fibra por lo que la digestibilidad de la fibra decrece.

Grano

Los sorgos graníferos sin taninos condensados, tienen un valor nutritivo equivalente a un 96 % del valor nutritivo del maíz Leland (1982). En el Cuadro 2.1 se reporta la composición química del grano de sorgo.

Cuadro 2.1 Componentes del grano de sorgo en diferentes etapas de desarrollo (base seca; Subramanyam *et al.*, 1980).

Nutriente	Masa suave	Masa dura	Masa madura
Materia seca	59.69	72.59	89.22
Extracto de etéreo	2.86	3.33	2.86
Fibra cruda	2.79	1.89	1.76
Proteína cruda	11.71	11.94	11.96
Cenizas	1.79	1.40	1.42
ELN	81.03	81.50	82.00

2.7 Análisis bromatológico

La primera aproximación, en la predicción del valor nutritivo del forraje bajo estudio consiste en su caracterización bromatológica (A.O.A.C, 1990), estimación del contenido y pared celular (Van Soest, 1967; Van Soest y Wine, 1967; Goering y Van Soest, 1975) y digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963).

A fin de disminuir la variabilidad en la predicción de la relación entre el valor nutritivo de los forrajes y su consumo, Orskov (1998) argumenta que el análisis nutritivo de los forrajes debe incluir la estimación de sus fracciones: soluble, insoluble pero fermentable, tasas de degradación, maceración y paso, y volumen ruminal de los animales. Información que, además de permitir estimar el consumo de energía digestible y el comportamiento esperado de los animales, informa sobre los factores limitantes y da luz sobre líneas de razonamiento y acciones de mejoramiento nutritivo.

Constituyentes del análisis proximal

Humedad

Proteína cruda o bruta

Extracto etéreo

Fibra cruda

Cenizas

Extracto libre de nitrógeno.

La partición de los alimentos en proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y nitrógeno no facilita la interpretación de su valor nutritivo. En la búsqueda de una mejor ca-

racterización química de forrajes se consideró más conveniente, dividir la materia seca en contenido celular y pared celular, y sobre esta base, Van Soest (1982) estableció técnicas de la fibra neutro detergente (FND). En esta fragmentación, la pared celular está compuesta de sustancias pépticas, polisacáridos estructurales, hemicelulosa, celulosa y lignina.

Humedad

El contenido de humedad de los alimentos está sujeto a un amplio rango de variación. Puede oscilar desde un 8 % o menos en los alimentos secos (granos y rastrojos) hasta un 80-90 % en los alimentos suculentos (forrajes muy tiernos, raíces y tubérculos). El agua contenida en las plantas en crecimiento está en relación con el grado de desarrollo, siendo mayor en plantas jóvenes que en las de mayor edad (INTA, 2000).

Proteína cruda (PC)

Se define como $N \text{ (Kjeldahl)} \times 6.25$, esta constante se deriva del hecho de que las proteínas contienen un 16% de N ($100/16=6.25$). En el caso de la leche y la caseína se utiliza 6.39 y para la harina de trigo 5.75.

En esta fracción se incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NNP), así como aminoácidos libres, ácidos nucleicos, aminas, amidas, etc. NO_3 y NO_2 también son NNP pero no se detectan por el procedimiento Kjeldahl (Hughes, 1976).

Fibra cruda (FC)

Pretende ser un estimador de los carbohidratos estructurales. Se determina mediante la extracción con éter y con hidrólisis con ácido sulfúrico e hidróxido de Na, pretendiendo simular una digestión ácida (estómago) y una alcalina (intestino), por lo cual representaría la fracción indigestible de los carbohidratos. Sin embargo, no tiene en cuenta la capacidad de los microorganismos para digerir carbohidratos estructurales. Parte de la celulosa, hemicelulosa y lignina es disuelta y algunos compuestos nitrogenados quedan en el residuo. A pesar de la imprecisión con la cual estima el contenido de carbohidratos estructurales, a mayor FC menor digestibilidad (Minson, 1990).

Extracto Etéreo (EE)

Es un estimador de la fracción lipídica del alimento, aunque incluye otras sustancias no lipídicas como vitaminas liposolubles (A, D, E, K), algunos pigmentos y ciertas hor-

monas. La determinación se realiza mediante un extractor denominado Soxhlet (Church y Pond, 2003)

Cenizas

Es el residuo inorgánico que resulta de incinerar el alimento a 550 °C. Lo que se combustiona es la MO, de modo que $MS = MO + \text{cenizas}$. Esta fracción contiene los minerales y la sílice (Ramírez, 2003).

Extractivos Libres de N (ELN)

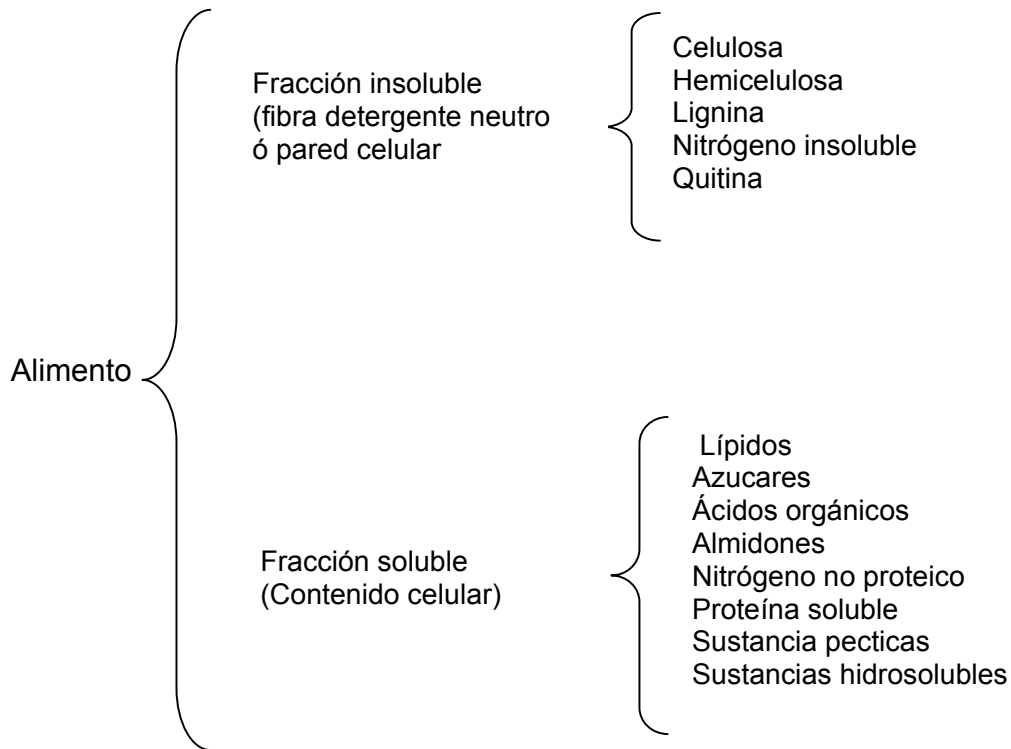
100 - la suma de las 4 fracciones antes mencionadas. Esto implica que su determinación arrastra los errores cometidos en la determinación de las otras fracciones. ELN pretende ser un estimador de la suma de almidón, azúcares solubles y otros compuestos todos digeribles para el animal, aunque incluye celulosa, hemicelulosa y lignina (INTA, 2000).

Fibra detergente neutra (FDN)

Las muestras se hierven durante una hora en una solución que contiene principalmente laurisulfato sódico. Este detergente extrae lípidos, ácidos orgánicos y otros materiales hidrosolubles; pectina que de manera común es considerada como un carbohidrato fibroso (Cullison, 1983).

Este material contiene los principales componentes de la pared celular como la celulosa, hemicelulosa y lignina. También es posible que contenga componentes secundarios de la pared celular entre otros, algunas proteínas, minerales y cutinas. Como se muestra en el siguiente esquema, composición de la fibra detergente neutro y la fracción soluble.

Composición de la fibra detergente neutro y la fracción soluble (Van Soest, 1966).



Fibra detergente acida (FDA)

Las muestras se hierven durante una hora en una solución que contiene bromuro de cetiltrimetilamonio con H_2SO_4 . Los componentes solubles en detergente acido incluyen fundamentalmente hemicelulosas, proteínas de la pared celular y el residuo incluye celulosa, lignina y nitrógeno combinado con esta (N indigerible), sílice y algunas pectinas (Church y Pond, 2000).

Digestibilidad *in vitro* del sorgo blanco.

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone que ha sido absorbida (McDonald et al., 1969).

Los experimentos de digestión se hacen con dos propósitos:

- El evaluar en el tracto digestivo de un animal, un nutriente en particular, alimento o ración.

- Para cuantificar el consumo total de nutrientes digestibles (Church, 1969).

Factores que afectan la digestibilidad

Composición de la dieta.

Composición de la ración

Preparación del alimento

Velocidad de paso

Mejoramiento genético

Origen del alimento

Factor animal.

La digestibilidad se puede determinar: *in vivo* (animal), *in vitro* (laboratorio) o *in situ* (en un lugar específico de la anatomía del animal; McDonald *et al.*, 1975).

Sosa (1974) menciona que las pruebas de laboratorio han tenido una gran aceptación por que se han encontrado correlaciones positivas con la digestibilidad *in vivo*, superiores a 0.90, por otra parte son menos costosas y requieren menos tiempo que las pruebas realizadas *in vivo*. Pero sólo es una estimación de la digestibilidad de un alimento.

La digestibilidad de un forraje está ligada a su composición química, en especial, a su contenido de materiales lignocelulosicos y nitrógeno Moore y Mott, (1973) y McDonald *et al.* (1969) comentan que la fracción de lignina influye en gran medida en la digestibilidad de la planta ya que inhibe la digestión de carbohidratos estructurales como celulosa y hemicelulosa.

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

El sistema de digestibilidad *in vitro* se basa en su primera etapa en una fermentación en un sistema cerrado, es decir, los productos de la fermentación no son removidos. La fermentación es producida por microorganismos presentes en el líquido ruminal utilizados como inóculo. Sin embargo, la fermentación en estas condiciones no refleja en ninguna forma lo que realmente sucede en el rumen, ya que este es un sistema abierto con condiciones muy especiales, por lo tanto es incorrecto el término "rumen artificial" para describir esta técnica. En esta primera etapa se adiciona una solución amortigua-

dora con el fin de mantener el pH en 6.9, considerando estas condiciones (6.7 a 7.0) como optimas para las bacterias ruminales, especialmente las celulolíticas (Llamas y Tejada, 1990).

En la segunda etapa de esta técnica se lleva acabo la digestión con pepsina en un medio acido añadiendo HCl. El principal objetivo de esta etapa es digerir la proteína microbiana existente, dejando únicamente la materia seca no digerida. Esta etapa es comparativa con lo que sucede en el abomaso. Es importante señalar que la DIVMS (digestibilidad in vitro de la materia seca) no considera la digestión intestinal y también en este método no se toma en cuenta la excreción endógena producida en el animal. Considerando esta situación, se recomienda que esta técnica sea utilizada para predecir el valor nutritivo de alimentos vegetales, especialmente forrajes, así como para estudiar factores que afectan la digestibilidad de los mismos; sin embargo, no debe utilizarse para evaluar factores que presenten una fuerte interacción con lo sucedido *in vivo*.

El método recomendado hasta la fecha está basado en la técnica de Tilley y Terry (1963).

3. Materiales y Métodos

3.1 Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, la cual se encuentra en las coordenadas geográficas: 25° 22'N y 101° 01'O, una altitud de 1742 m, su temperatura media anual de 19.8 °C y precipitación media anual de 298.3 mm. La zona presenta un clima BWhw (x') (e'); de muy seco a semicalido con invierno fresco, extremoso (Mendoza, 1983).

3.2 Procedimiento experimental

Las parcelas donde se muestreo el forraje se ubican en el ejido La Encantada del municipio de Saltillo, las plantas se cortaron a 5 cm del suelo, se trocearon y transportaron a la Universidad en bolsas de papel para ser desecadas (50 ± 5 °C) y molidas con cribas de 2 mm previo a los ensayos del laboratorio.

Se cuantificaron en cuatro tratamientos y tres repeticiones en forraje y grano de sorgo blanco (VANSB-2000), en diferentes estados fenológicos (75% flor, grano masoso lechoso y grano maduro), se analizaron las siguientes variables: materia seca (MS), cenizas (CZ), nitrógeno (N), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC), extracto libre de nitrógeno (ELN), extracto etéreo (EE), contenido celular (CC), paredes celulares (FDN), lignocelulosa (FDA), lignina (LDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

Para la digestibilidad *in vitro* se utilizó líquido ruminal de un solo animal que fue alojado en forma individual en una corraleta y se alimento con una dieta a base de alfalfa. El líquido fue depositado en un termo precalentado con agua destilada para conservar la temperatura de 39 °C, con el fin de evitar la muerte de los microorganismos ruminales debido a un cambio brusco de temperatura, la técnica que se utilizo para las incubaciones fue la de Tilley y Terry (1963) la cual es descrita por Tejada (1985).

3.3 Análisis estadístico

Para la determinación química del sorgo blanco (VANSB-2000) y la DIVMS, se utilizo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por cada uno (Steel y Torrie, 1980), además se utilizo una prueba de comparación de medias de

Tukey ($\alpha = 0.05$) y se estimó la correlación entre las determinaciones realizadas al forraje.

4. Resultados y Discusión

En el Cuadro 4.1 se presentan los concentrados de proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (ADL); además la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del forraje de sorgo blanco (VANSB – 2000) en diferentes estados fenológicos.

Cuadro 4.1 Análisis proximal y digestibilidad *in vitro* de forraje de sorgo blanco (VANSB – 2000)

Análisis	Estado fenológico		
	75% flor	Grano masoso lechoso	Grano maduro
	%		
Proteína cruda	13.4 ^a	13.1 ^a	10.2 ^b
Fibra cruda	23.7	30.0	28.4
Fibra detergente neutro	61.2 ^b	64.8 ^{ab}	70.2 ^a
Fibra detergente ácido	33.4	35.6	33.5
Lignina	12.4	10.5	13.3
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca	59.4 ^{ab}	61.1 ^a	57.9 ^b

ab: letras diferentes en líneas indican diferencias estadísticas (Tukey, $P < 0.05$)

Proteína cruda

En cuanto al contenido de proteína cruda (Cuadro 4.1). El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre estados fenológicos ($P > 0.05$), Cuadro A-1 del apéndice. Encontrándose un alto contenido de proteína en el estado fenológico 75 % flor. Acuña (1972), en un estudio comparativo de productividad y análisis bromatológico de sorgo en diferentes estados de desarrollo reporta porcentajes de proteína cruda que van de 10.60 por ciento para 75 % floración, para masoso lechoso 5 %, para estado maduro 3.1 %. Por otra parte Roldan (1973) en un estudio comparativo del análisis químico proximal de maíz, sorgo y girasol encontró para sorgo contenidos de proteína cruda de

10.60, 3.70 y 3.10 por ciento en estado vegetativo floración, masoso lechoso y maduro. Considerando lo anterior podemos observar que en la mayoría de los casos el material evaluado en el presente estudio rebasan los reportes de proteína cruda de estudios similares.

Fibra Cruda

En cuanto al contenido de fibra cruda (Cuadro 4.1). El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre estados fenológicos ($P>0.05$) Cuadro A-2 del apéndice. Al respecto Leal (1973), en un estudio comparativo de productividad y análisis bromatológico de maíz y sorgo llevado a cabo en el estado de Nuevo León encontró porcentajes de fibra cruda para sorgo en diferentes estados de maduración de la planta que van de 29.65 por ciento para masoso lechoso a 30 por ciento para estado maduro. Así mismo Acuña (1972) en un estudio similar al anterior encontró niveles de fibra cruda en forraje de sorgo para diferentes estados de maduración de la planta que van de 30.50 por ciento para masoso lechoso a 34.60 por ciento en estado maduro. Considerando lo anterior el material bajo estudio es inferior al reportado en otras áreas de cultivo para FC.

Fibra detergente neutro

Los resultados encontrados en las fracciones de fibra detergente neutro (Cuadro 4.1). Indican que los estados fenológicos fueron muy diferentes ($P<0.05$). Como se puede ver Cuadro A-3 del apéndice, los estados fenológicos con mayor contenido de FDN, fueron para grano maduro y el menor se registro en el de 75 % floración. Estudios realizados por Osechas (1997) reporta 61.6, 65.16 y 69.44, para los estados de crecimiento floración, masoso lechoso y forraje maduro, los cuales son similares a los encontrado en el presente trabajo.

Fibra detergente ácido

Al determinar FDA por el método de detergente, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas (Cuadro 4.1). Entre estados fenológicos ($P>0.05$), Cuadro A-4 del apéndice. Resultados similares han sido reportados por González (1995) para FDA, en un estudio comparativo de análisis bromatológico llevado a cabo en el estado de Nuevo León encontró porcentajes de fibra detergente ácido para sorgo en diferentes

estados de maduración de la planta que van 29.04 % para floración, 31.81 % para mamoso lechoso a 32.65 % para estado maduro y que según este mismo autor representa un forraje de buena calidad en lo que a FDA se refiere.

Lignina

Al determinar el contenido de lignina (Cuadro 4.1). El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre estados fenológicos ($P>0.05$), como se presenta en el Cuadro A-5 del apéndice. Se observa que a medida que incrementa de un estadio a otro, aumenta la concentración de lignina. Estudios realizados por Lengyel y Annus (1960); Sorgato (1949) citado por Joseph (1980) efectuaron estudios sobre análisis químico del forraje de sorgo en el cual mencionan que aumenta su cantidad con la madurez de la planta y los valores que reportan oscilan entre 3.23 y 6.72 %; así mismo, Achacoso *et al.*, (1960), citado por Joseph (1980) en todas la etapas de crecimiento hay mayor proporción de lignina, el cual es inferior al encontrado en el presente trabajo.

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

En relación a esta variable el análisis estadístico (cuadro 4.1) muestra diferencias entre estados fenológicos ($P>0.05$) para DIVMS como puede verse en el cuadro A-6 del apéndice. La digestibilidad de un forraje se ve afectada por el estado fenológico (Ball *et al.*, 2001). En estudios realizados por Vera (1981), para medir productividad, así como análisis bromatológico y digestibilidad *in vitro*, en diferentes estados fenológicos encontró porcentajes similares a los obtenidos en el presente estudio, sin embargo, por lo general un forraje con un cincuenta por ciento de digestibilidad de la materia seca es considerado como aceptable pero es necesario hacer notar que en el material estudiado se encuentran sobre el límite de consideración.

Correlación

Cuadro 4.2 correlación entre la digestibilidad de la materia seca *in vitro* y la composición química de sorgo blanco variedad (VANSB-2000)

Variable	Fibra detergente neutro	Digestibilidad materia seca <i>in vitro</i>
Proteína cruda	- 0.66	0.68
Fibra detergente neutro	---	- 0.58

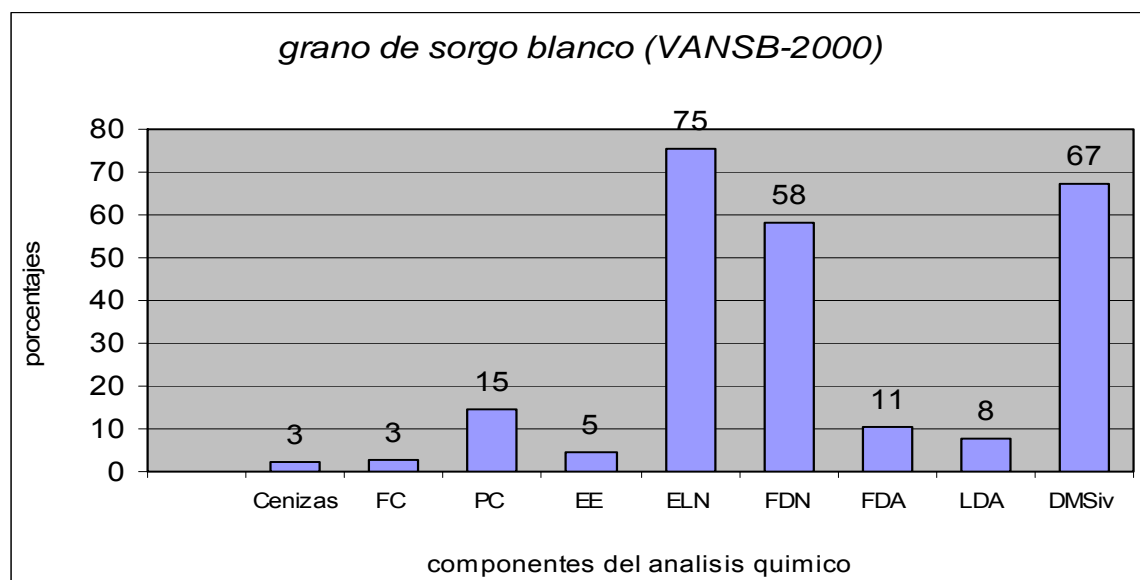
En el (Cuadro 4.2), se reporta la correlación entre algunos constituyentes del forraje de sorgo blanco analizado. La correlación lineal simple entre PC y FDN (Cuadro 4.2) fue negativa, por lo tanto al incrementarse el estado de madurez y el porcentaje de FDN tiende a disminuir la proteína cruda en el forraje sorgo blanco (VANSB-2000).

Se encontró correlación positiva entre PC y DIVMS, por lo que a mayor contenido de proteína en el forraje habrá mayor digestibilidad de la materia seca en el sorgo blanco VANSB-2000.

Entre FDN y DIVMS, se encontró una correlación negativa, por lo que a medida que aumenta el contenido de FDN la digestibilidad de la materia seca en el forraje de sorgo blanco (VANSB-2000) tiende a decrecer, en la medida que la FDN supere el 50% podrá estar limitando la digestibilidad de la materia seca.

Estudios realizados por Núñez (2000), reporta una correlación negativa de la DIVMS con respecto a FDN (-0.40), una correlación positiva en cuanto a DIVMS y PC (0.62^{*}) y la correlación negativa de PC y FDN (-0.82^{**}) lo cual se puede aseverar que es similar al encontrado en el presente trabajo.

Valor nutritivo del grano de sorgo blanco (VANSB-2000)



FC: fibra cruda, PC: proteína cruda, EE: extracto de etéreo, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LDA: lignina, DMSiv: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Figura 4.1 Composición química del grano de sorgo blanco (VANSB-2000)

Proteína cruda

Con respecto al contenido de proteína cruda Figura 4.1, es mayor a los valores reportado por Subramanyam *et al.*, (1980) que fueron 11.96 % y los valores de 8.7 % citado por FEDNA (1999), también superando al valor de 13 % citado por Joseph (1980).

Fibra cruda

El contenido de fibra cruda (Figura 4.1). Para el grano de sorgo blanco (VANSB – 2000) es superior a los valores de 2.7 %, citado por FEDNA (1999) y los valores de 1.76 %, citado por Subramanyam *et al.*, (1980).

Extracto etéreo

El contenido de extracto etéreo del grano, Figura 4.1, es superior a los valores reportados por Subramanyam *et al.*, (1980) de 2.86 % y los valores de 3.0 citado por FEDNA (1999).

Cenizas

El contenido de cenizas representado en la (Figura 4.1) es mayor al valor de 1.5 % reportado por FEDNA (1999) y al valor reportado por Subramanyam *et al.*, (1980) de 1.42 %.

Extracto libre de nitrógeno

El contenido de ELN del grano (Figura 4.1), comparado con los reportes de Subramanyam *et al.*, (1980) de 82 %, es menor a los encontrados en el presente trabajo.

Fibra detergente neutro

Jaramillo (2005) citado por Mendoza (1983), efectuó estudios sobre el grano de sorgo encontrando 37.14 %, que es inferior al encontrado en el presente trabajo, (Figura 4.1).

Fibra detergente ácido

Jaramillo (2005) citado por Mendoza (1983), efectuó estudios sobre el grano de sorgo encontrando 18.48 %, que es superior al encontrado en el presente trabajo, (Figura 4.1).

Lignina

En relación al contenido de lignina Lengley y Annus (1960), citado por Joseph (1980), reportó un 16 %, lo cual es mayor al encontrado en el presente trabajo, (Figura 4.1).

Digestibilidad de la materia seca *in vitro*

Jaramillo (2005) citado por Mendoza (1983), reportan digestibilidad *in vitro* de 67 % en el grano de sorgo, este valor es similar al encontrado en el presente trabajo, (Figura 4.1).

5. Conclusiones

De acuerdo a la hipótesis inicialmente planteadas y los resultados obtenidos en la investigación, en donde se somete a evaluación, en cuanto a análisis químico y la digestibilidad *in vitro* del sorgo blanco (VANSB-2000) en diferentes estados fenológicos (75% floración, masoso-lechoso y grano maduro) se llegó a las siguientes conclusiones.

La variedad de sorgo blanco (VANSB-2000), tiene buenas características nutritivas y pueden ser utilizadas para la alimentación de animales.

Considerando los estados fenológicos, el contenido de proteína cruda, fibra cruda, fibra detergente ácido y digestibilidad *in vitro* de la materia seca la etapa masoso-lechoso es superior en contenido de nutrimentos.

La correlación que hay entre FDN y DMSiv es negativa por lo que a medida que aumenta el contenido de FDN la digestibilidad de la materia seca en el forraje de sorgo blanco (VANSB-2000) tiende a decrecer, en la medida que FDN supere el 50 % podría estar limitando la digestibilidad de materia seca.

Este material como forraje es muy prometedor, es recomendable continuar el proceso de estudio de los mismos tomando en cuenta su evaluación *in vivo*, con rumiantes.

6. Resumen

El trabajo de investigación se llevó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con el objetivo de evaluar, en el forraje y grano de sorgo blanco variedad VANSB-2000 en tres estados fenológicos (floración, masoso lechoso y grano maduro), seguido la composición bromatológica, contenido celular, constituyente de pared celular y digestibilidad *in vitro*, con el propósito de medir su potencial para la alimentación del ganado. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, además se utilizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$); además se estimaron coeficientes de correlación. Los resultados para el forraje de sorgo blanco VANSB-2000, muestran que: la proteína cruda es mayor en la etapa de floración con 13.4 %, mas no para fibra cruda que en grano maduro se obtuvo 30 %, por lo tanto el contenido de FDN es mayor en la etapa de grano maduro con 70.2 %, para FDA el mayor contenido lo obtuvo el estadio de grano masoso lechoso con 35.6 %, como era de esperarse el grano maduro obtuvo mayor contenido de lignina con 13.3 % y el mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue para el grano masoso lechoso con 61.1 %, respectivamente. Los resultados para el grano de sorgo blanco VANSB-2000, muestran para PC un valor de 15 %, para FC 3 %, EE 5%, Cenizas 3%, ELN 75%, FDN 58 %, FDA 11%, LDA 8% y para DMSiv 67 %, respectivamente. Se encontraron bajas correlaciones (-0.66) entre PC y FDN en los tres estadios del forraje y alta correlación (0.68) entre PC y DMSiv para los estados fenológicos y (-0.58) entre FDN y DMSiv. Para forraje en los tres estados fenológicos.

7. Literatura Citada

- A. O. A. C. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed. Assoc. Off. Anal. Chem. Arlington, USA.
- Acuña, A.R. 1972. Efecto sobre la fecha de cosecha sobre la producción y análisis químico proximal del grano y forraje en la variedad de maíz (Zea Mayz L.) NL VS-1 en Apodaca N. L. durante la primavera 1971 – 1972. ITESM.
- Aguirre, M .J. 1984. Cultivo del sorgo, importancia económica en México sorghum bicolor L. monografía, licenciatura. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila, México 11p.
- Ball, D.M., M. Collins, G.D. Lacefield, N.P. Martin, D.A.Merkens, K.E. Olson, D. J. Putnam, D.J. Undersanders y M.W. Wolf. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation. Publication: 1-01. Park Ridge, IL. U.S.A. 17p. Disponible en: <http://forages.orst.edu/resourses/publications/ForageQuality.pdf>. Consultada: 17 de sep. de 2008.
- Church, D.C. 1969 Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1, Corvallis, Oregon (EE. UU.), Editorial O. S. U. Book Store, Inc., pp 101, 108, 116.
- Church, D.C. y W.G. Pond 2000. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, segunda edición, Ed. Limusa, Noriega editor. México. Pp. 11-35.
- Church, D.C. y W.G. Pond 2003. Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 1, Corvallis, Oregon (EE. UU.), Editorial O. S. U. Book Store, Inc., pp 95 Y102
- Cullison, A. E. 1983. Alimento y alimentación de los animales. 1a. Edición. Ed. Diana. México. Pp.470-477.
- De alba, J. (1971). Alimentación del ganado en América latina. 2ª ed. Editorial Limusa. México.475 P
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes. En: Ugarte, C.J., R.S. Herrera C., R. Ruiz C., R. García C., C.M. Vázquez y A. Cerna. C. (Eds.). Los pastos en cuba. Tomo 2. Utilización. Instituto de Ciencia Animal, La Habana cuba. Pp. 187- 246.

- FEDNA, (1999). Composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). Editorial Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp. Disponible en:
http://www.etsia.upm.es/fedna/cereales/cereales/SORGO_BLANCO.htm consultada 20 oct. de 2008.
- Goering, H. K. y Van Soest, P. J. 1975. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379. Agri. Res. Serv. U. S. Depart. Agri. USA.
- Gonzalez, A. 1995. Ensilaje de grano de sorgo. Ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de L.A.L.A. Gómez palacio Durango.
- Grant, R., B. Anderson, R. Rasby y T. Mader. 1997. Tisting livestock feeds for beef catle, dairy catle, sheep and horses. Bull. G89 – 915 - A. University of Nebraska-Lincoln, U.S.A. 10p. Disponible en: www.lanr.unl.edu/pubs/range/g915.htm. Consulted: 20 de sep. de 2008.
- Hughes, H.D., M.E. Heath, D.S. Metcalfe. 1976. Forrajes sexta reimpresión. Cia. Editorial. México.
- INTA, (2000). XXI curso internacional de lechería para profesionales de América Latina. Los alimentos y su valor nutritivo. Disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos/Gaggiotti.pdf> consultada 25 oct. de 2008.
- Jaramillo, M. E. 2005. Laboratorios LAZA. Central de Venezuela-universidad de Georgia, USA. Disponible en:
<http://www.zoetecnocampo.com/foro/Forum22/HTML/0004,6.html> consultada 10 nov. de 2008.
- Joseph, S. W. 1980. Producción y usos del sorgo. 2da. ed. Hemisferio sur Buenos Aires. 399p
- Jorge, F. M. 1989. Manual de alimentación animal. 3a ed. Ed. limusa Mexico. Pp 598 – 599.

- Llamas, G. y I. Tejada. 1990. técnicas de laboratorio para análisis de forrajes para rumiantes. En: castellano, R. A.; L. G. Llamas y S. A. Shimada. Eds. Manual de técnicas de investigación en ruminología. Sistemas de educación continua en producción animal. A.C. México, D.F.
- Leal, de la C. F. 1973. Estudio comparativo en la producción de forraje y análisis bromatológico de maíz (*Zea Mayz L.*) sorgo (*Sorghum Vulgare Pers*) mijo perla (*Pennisetum Glaucum (L) R.BR*) y setaria (*Setaria Macrostachia*) en tres estados fonológicos. ITESM.
- Leland, R. H. 1982. El sorgo, guías para su mejoramiento cuarta Edición, UACH, México D.F.
- Lyons, R.K., R. Machen y T.D.A. Forbes. 1999. Why range forage quality changes. B. 6036. Texas Agr. Ext. Serv. Texas A & M University. U.S.A. 6p. Disponible en: www.Animalscience-extension.tamu.edu.pdf. Consultada: 20 de oct. de 2008
- Methods, A. 1947. Diccionario de Agricultura, Zootecnia y Veterinaria. Tomo 12^a España, Salvat. Pp. 18-19
- McDonald, P., R. A. Edwards and J.F.D. Greenhalg. 1969. Nutrición animal. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- McDonald, P., R. A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1975. Nutrición animal 2 edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- McDonald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D. 1988. Animal Nutrition, Fourth edition. Logman scientific technical. New York, U.S.A. 543pp.
- Mendoza, H. J. M. 1983. Boletín meteorológico para la zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. UNA. Buenavista saltillo, Coahuila México.
- Minson, A. 1990. Foraje in ruminant Nutrition. Academic Press.
- Moore, J. E. and G.O. Mott. 1973. Structural inhibitors of quality intropical grasses presented in symposium on antiquality components in forage. American society of Agronomy. Miami beach, Florida, USA. Pp. 1-20

- Núñez, H.G.; B.J. Cantú. 2000. Tec. Perú Méx. 2000:38(3) 177-187 disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200212>. Consultada: 10 Nov. de 2008.
- Ørskov, E. R. 1998. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients: A review. Small Rum. Res. 28: 1-8.
- Osechas, D. V. (1997).valor nutritivo del forraje sorgo Yucatán. Departamento de Ciencias Agrarias. U. L. A. disponible en: <http://www.aupa.ula.ve/docuPDFs/vcongreso/V-3.pdf>. Consultada: 10 nov. de 2008.
- Ramírez, L. R. G. 2003. Nutrición de rumiantes: sistema extensivo. Primera edición. Editorial Trillas. México. Pp 11-29.
- Raymond, M. W. 1987. Crecimiento de las plantas. 2da. ed. Editorial hispanoamericana. México. P624
- Roldan, S. R. 1973. Estudio comparativo en la producción de forraje y análisis químico proximal de maíz (*Zea Mayz L.*) sorgo (*Sorghum Vulgare Pers*) mijo perla (*Pennisetum Glaucum (L) R.BR*) y Girasol (*Helianthus Annus L.*) en tres estados fonológicos. ITESM.
- Romero, F. J. 1970. Comportamiento de variedades de sorgo forrajero en condicione de riego y temporal en el centro y sur del estado de Sinaloa. Tesis, licenciatura. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila, México. 66p.
- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa S. A. de C. V. México, D. F. pp. 432, 435, 436.
- Robles, S. R. 1976. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa S. A. de C. V. México, D. F. pp. 432-440
- Subramanyam, M., Doyoe, C. W. and Harbers, L. H. 1980. Corn and sorghum. I. relationship of grain maturity to nutricional composition. Nutrition report internacional. 22:657-666

- SAGARPA. (2003). producción mundial de granos forrajeros. Ficha técnica no 6. Coordinación general de apoyos a la comercialización. Disponible en:
<http://www.infoaserca.gob.mx/fichas/ficha06-granosforrajeros.pdf> consultada: 10 Nov. de 2008.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. New York, NY, USA, McGraw-Hill.
- Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forages crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-111.
- Tejada, H.I. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en alimentación animal. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México, A.C. SARCH. México D.F., pp 311-316.
- Van Soest, P. J. 1966. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Editorial Ithaca, Cornell, N.Y. 476P
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. J. Anim. Sci. 26: 119-128.
- Van Soest, P. J. y Wine, R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 50: 50-55.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & Books. Oregon. U.S.A.
- Vera, H. S. 1981. Digestibilidad del forraje de sorgo (*Sorghum Vulgare Pers*) ensilado con gallinaza, harinolina y grano de sorgo molido. DGOAZ.

8. Apéndice

PROTEINA CRUDA

Cuadro A-1. Análisis de varianza para proteína cruda

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	52.951,806	26.475,903	13.4	5.8
REP[Trat]	5	9.904,444	1.980,888	1.6	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	20.053,333	1.253,333		
TOTAL	23	82.909,583			

FIBRA CRUDA

Cuadro A-2. Análisis de varianza para fibra cruda

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	152.450,14	76.225,07	1.5	5.8
REP[Trat]	5	250.799,44	50.159,888	1.3	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	596.22	37.263,75		
TOTAL	23	999.469,58			

FIBRA DETERGENTE NEUTRO

Cuadro A-3. Análisis de varianza para fibra detergente neutro

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	311.853,47	155.926,735	11.8	5.8
REP[Trat]	5	66.006,11	13.201,222	1.2	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	180.246,67	11.265,416,88		
TOTAL	23	558.106,25			

FIBRA DETERGENTE ACIDO

Cuadro A-4. Análisis de varianza para fibra detergente acido

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	24.588,89	12.294,445	0.4	5.8
REP[Trat]	5	138.811,11	27.762,222	33	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	13.453,33	0.840,833,125		
TOTAL	23	176.853,33			

LIGNINA

Cuadro A-5. Análisis de varianza para lignina

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	36.150,694	18.075,347	1.9	5.8
REP[Trat]	5	46.988,889	9.397,777	15	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	10.02	0.626,25		
TOTAL	23	93.159,583			

DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECACuadro A-6. Análisis de varianza para digestibilidad *in vitro* de la materia seca

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	45.160,556	22.580,278	21.7	5.8
REP[Trat]	5	5.206,111	1.041,222,2	0.9	2.8
UM/Rep[Trat,Rep]	16	19.533,333	1.220,833,31		
TOTAL	23	69.9			