

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE 35 VARIETADES DE GRANO DE SORGO FORRAJERO
(Sorghum bicolor L. Moench) EN RELACION A SU CONTENIDO DE TANINOS,
PROTEINA CRUDA, MATERIA SECA Y DETERMINAR SU DIGESTIBILIDAD.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JORGE ALEJANDRO GUTIERREZ ESPONDA

040.633
FA10
1991
C.5

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

235

7

1

T
SB
G8
C.



1080061396

T
SB235
G87

040.633
FA10
1991
C. 5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. TESIS

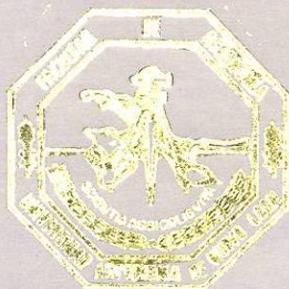


UANL

FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE 35 VARIETADES DE GRANO DE SORGO FORRAJERO
(*Sorghum bicolor* L. Moench) EN RELACION A SU CONTENIDO DE TANINOS,
PROTEINA CRUDA, MATERIA SECA Y DETERMINAR SU DIGESTIBILIDAD.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JORGE ALEJANDRO GUTIERREZ ESPONDA

10979^m

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPARACION DE 35 VARIETADES DE GRANO DE SORGO FORRAJERO
(*Sorghum bicolor* L.Moench) EN RELACION A SU CONTENIDO DE TANINOS,
PROTEINA CRUDA, MATERIA SECA Y DETERMINAR SU DIGESTIBILIDAD.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JORGE ALEJANDRO GUTIERREZ ESPONDA

COMISION REVISADORA



Ph. D. Rigoberto González González
Asesor principal



Ph. D. Erasmo Gutiérrez Ornelas
Asesor auxiliar

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme fuerzas para
seguir adelante cuando
más lo necesito.

A MIS PADRES

Tte. Coronel Jorge A. Gutiérrez Aguilar
Sra. María del Socorro Esponda de Gutiérrez

 Mi eterno agradecimiento por brindarme todo
su apoyo, consejos, esfuerzos y sacrificios
durante mi vida, me permito ofrecerles este
trabajo como una pequeña muestra de todo el
carifio que siento por ustedes.

A MIS HERMANOS

C.P. Judith V. Gutiérrez Esponda
Martín Gutiérrez Esponda
Luis David Gutiérrez Esponda.

A MIS DOS QUERIDAS ABUELAS.

Hermelinda Pola Vda. de Esponda.

Bertha Aguilar Zebadúa.(+)

Por el gran cariño que les tengo.

A MIS AMIGOS

En especial a R. Gerardo Garza Guerra con quién compartí una buena amistad, y a Guillermo O. Lozano G. por ser muy buen amigo. Y a todos mis compañeros.

A todas aquellas personas que he omitido y de alguna manera u otra contribuyeron en mi formación profesional.

GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis maestros por su valiosa información que me brindaron para mi formación académica profesional

Al Ph. D. Rigoberto González González por su dirección y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

Al Ph. D. Erasmo Gutiérrez Ornelas por su disponibilidad y apoyo para la realización de la tesis.

Al M.V.Z. Ruperto Calderón Espejel por ser uno de mis mejores maestros, además de un buen amigo y consejero

Al M.C. Leonel Romero Herrera. Por su colaboración desinteresada para el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Francisco Uresti por su ayuda y apoyo en el trabajo de laboratorio para la realización de la tesis.

A todos mis compañeros de la generación 88-90 por todos los recuerdos inolvidables en mi estancia en la Facultad de Agronomía.

INDICE

1- INTRODUCCION.....	1
2.- REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1- Generalidades.....	3
2.2- Antecedentes.....	3
2.3- Anatomía del grano maduro.....	6
2.4- Valor nutritivo del sorgo.....	9
2.4.1- Conceptos generales respecto a la proteína del grano de sorgo.....	9
2.4.2- Clasificación de las proteínas.....	10
2.4.3- Contenido de proteína en el grano.....	11
2.5- Taninos.....	12
2.5.1- Definición de taninos.....	12
2.5.2- Clasificación de los taninos.....	12
2.5.3- Factores asociados con los taninos presentes en el sorgo.....	14
2.5.4- Interacción de taninos con proteínas.....	15
2.6- Digestibilidad.....	17
2.6.1- Factores que afectan la digestibilidad.....	17
2.6.2- Digestión con las proteínas.....	18
3.- MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1- Localización del experimento.....	21
3.2- Descripción del clima.....	21
3.3- Material experimental.....	22
3.4- Metodología del experimento.....	22
3.4.1 -Análisis químicos.....	22

3.5- Diseño experimental.....	28
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	29
5.- CONCLUSIONES.....	38
6.- RESUMEN.....	40
7.- BIBLIOGRAFIA.....	42
8.- APENDICE	45

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. - Clasificación taxonómica del sorgo.....	5
Cuadro 2. - Identificación de las variedades de sorgo que se utilizaron en el experimento.....	23
Cuadro 3. - Contenido de taninos, proteína cruda, de 35 variedades de sorgo.....	30
Cuadro 4. - Contenido de taninos (%TAN), proteína cruda (%P.C.), digestibilidad de la proteína cruda (%DIG.P.C.) y de la materia seca (%DIG.M.S.) en 16 variedades de sorgo.....	32
Cuadro 5. - Estadísticos de las variables utilizadas.....	36
Cuadro 6. - Análisis de correlación de las variables estudiadas en la prueba.....	36
Figura 1. - Dibujo del grano maduro de sorgo forrajero.....	8
Figura 2. - Porcentaje de taninos (%TAN) de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.....	33
Figura 3. - Porcentaje de proteína cruda (%P.C.) en las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.....	33
Figura 4. - Porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda (%DIG.P.C.) de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.....	34
Figura 5. - Porcentaje de digestibilidad de la materia seca (%DIG.M.S.) de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.....	34

1. INTRODUCCION

El sorgo se encuentra entre los 5 cereales más importantes del mundo, en México ocupa el tercer lugar en superficie sembrada y la segunda posición en producción global después del maíz.

El cultivo de sorgo fue introducido a México a mediados del presente siglo, adquiriendo gran importancia en los últimos 15 años (Compton, 1984).

La amplia gama de variedades le permiten adaptarse a condiciones de cultivo muy diversas y su utilización en alimentos para consumo humano, para consumo animal y para la preparación de bebidas.

El sorgo adquirió importancia comercial en México a partir de 1960 cuando los primeros híbridos comerciales llegaron de los E.U. de Norteamérica (Vega, 1983; Citado por Calderón, 1984).

Muchos de los trabajos y proyectos de investigación están solamente enfocados en ciertas características del sorgo, como son mejoramiento genético, rendimiento de cosecha, resistencia a la sequía, obtención de nuevas variedades, etc; Pero vemos que hace falta una mayor investigación al grano de sorgo en su capacidad de nutriente para animales rumiantes y no solamente para animales monogástricos.

Actualmente en nuestro país el sorgo continúa siendo un cultivo de gran potencial en particular por la gran demanda

de grano, para la preparación de alimentos balanceados en la industria pecuaria; y recientemente por el gran interés para su uso en la alimentación humana.

El sorgo tiene una amplia variación en cuanto a su contenido de proteína; En México, Cuca y Avila (1974), informaron un rango de proteína de 8.25 a 12.0 % ,(citado en Suárez, 1977). La capa altamente pigmentada, justo debajo del pericarpio, es llamada testa; (Glueck y Rooney 1978, citado en Maiti, 1986) la intensidad del color esta asociada con una alta concentración de taninos; Los cuales evitan el ataque de los pájaros y reducen la digestibilidad de materia seca enlazando proteínas

Este trabajo tiene como finalidad comparar diferentes variedades de grano de sorgo forrajero en relación a su contenido de taninos, proteína cruda, materia seca y determinar su digestibilidad *in situ*; Así como también, ver si afectan o no el contenido de taninos en la digestibilidad de la proteína y de la materia seca parcial a nivel ruminal de borregos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES. -

El sorgo (*sorghum bicolor*); es uno de los principales cereales producidos en el mundo, originario de Africa y Asia, fue introducido al continente americano hace apenas unos 200 años (cuadro 1). Actualmente más del 50% de la producción mundial corresponde a America. En México, el sorgo ocupa el 3.- lugar en lo referente al area cosechada y el 5.- lugar entre los principales países productores (Cejudo, 1978).

En México, el cultivo de sorgo ha incrementado en los últimos años, lo que ha originado que grandes cantidades se empleen en la alimentación animal, reemplazando al maíz. Esto ha traído como consecuencia la realización de algunos trabajos para conocer el valor nutritivo del sorgo en dietas (Suárez, 1977).

El crecimiento importante de la producción de sorgo en los últimos treinta años pasados es la mejor demostración de que su cultivo es conveniente, tanto bajo riego como de temporal y que hay claras evidencias de que la producción seguira creciendo con la incorporación de nuevas superficies y con el incremento de los rendimientos (Rodriguez, 1984).

2.2 ANTECEDENTES. -

El sorgo fue introducido a México en 1944 por la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaria de Agricultura y

Ganadería; Utilizando variedades traídas de los E.U. En 1958, la investigación se enfocó a la formación de híbridos regionales de sorgo; En 1972 se dan los primeros 6 sorgos híbridos mexicanos y en 1975 la selección de otro grupo de 29 híbridos para las diferentes zonas del país; Templadas cálido húmedas y cálido secas (Cejudo, 1978).

En México el sorgo ocupa tercer lugar en superficie sembrada. Sin embargo a pesar de que el país se encuentra en quinto lugar entre los productores del grano a escala mundial, no es autosuficiente. Sus importaciones en años recientes han sumado más de la mitad de la producción nacional, constituyendo al país en el segundo comprador más importante del mercado norteamericano (Dewalt y Barkin, 1984).

El avance de este cultivo ha sido espectacular, ya que en el 1960 se sembraron 116,000 ha. y se obtuvieron 167,000 ton. de producción; Sin embargo en 1983 fueron sembradas 1,400,000 ha. y su producción fue de 5,300,000. (Tijerina, 1984).

Un último elemento que ha contribuido al crecimiento del sorgo ha sido el avance creciente de su demanda; Esta proviene casi exclusivamente de la industria de alimentos balanceados para animales. Entre 1950 y 1975 el número de establecimientos que lo incluían en los alimentos balanceados creció de 19 a más de 305, según el censo industrial y desde

entonces ha crecido aún más con la entrada de nuevas empresas y con el surgimiento de los propios ganaderos como productores de este producto relativamente estandarizado (Dewalt, Barkin, 1984).

Cuadro 1.- CLASIFICACION TAXONOMICA DEL SORGO

Reino.....	Vegetal
División.....	Trachacophyta
Subdivisión.....	Pteropsidae
Clase.....	Agrospermae
Subclase.....	Monocotiledoneae
Grupo.....	Glumiflora
Orden.....	Graminales
Familia.....	Graminae
Subfamilia.....	Panicoidae
Tribu.....	Andropogoneas
Genero.....	<i>Sorghum</i>
Especie.....	<i>Vulgare</i>
Variedad botanica.....	<i>Sudanense</i>
Variedad botanica.....	<i>Technicum</i>
Variedad botanica.....	<i>Almum</i>
Variedad comercial.....	Diversas para grano
Variedad comercial.....	Diversas p/forraje

(Robles, 1983)

2.3. ANATOMIA DEL GRANO MADURO. -

En la madurez del grano, la pared de la semilla esta fusionada con la pared del fruto, lo cual es caracteristico de las semillas monocotiledoneas. Alrededor de los 20 a 25 dias despues de la floración, la semilla del fruto, llamada cariopside, esta completamente desarrollada. La cariopside consiste de tres partes principales: la exterior cubriendo el pericarpio, el tejido de almacenamiento (endospermo) y el embrión (germen). Los detalles de la estructura han sido discutidos por diferentes autores, (Glueck y Pooney 1978, citados en Martí, 1986). han dado un informe detallado de la química y estructura del grano.

Pericarpio - Forma el limite periferico de la semilla, consiste de epicarpio, mesocarpio y endocarpio. El epicarpio es la capa más exterior, consiste de 2 a 3 capas de células largas y rectangulares, contienen cera y pigmentos. Esta zona esta seguida por 7 o 8 capas densas de células de mesocarpio conteniendo pequeños granulos de almidón incrustados en un material acuoso de proteina en la célula. La capa más interior del pericarpio forma el endocarpio que esta compuesto por células del haz vascular estos son largas y angostas orientados en ángulos hacia el eje largo del grano. Una de las funciones principales es la de transportar agua del mesocarpio al endospermo. Los pigmentos del mesocarpio influyen en el color del grano.

Testa.- Capa altamente pigmentada justo debajo del pericarpio, también conocida como sub-capa, esta puede estar presente o ausente, varían en espesor de un genotipo a otro y aun en el mismo grano. Expresaron que la pigmentación en la testa, la cual influye en el color del grano, está asociada con una alta concentración de polifenoles o taninos.

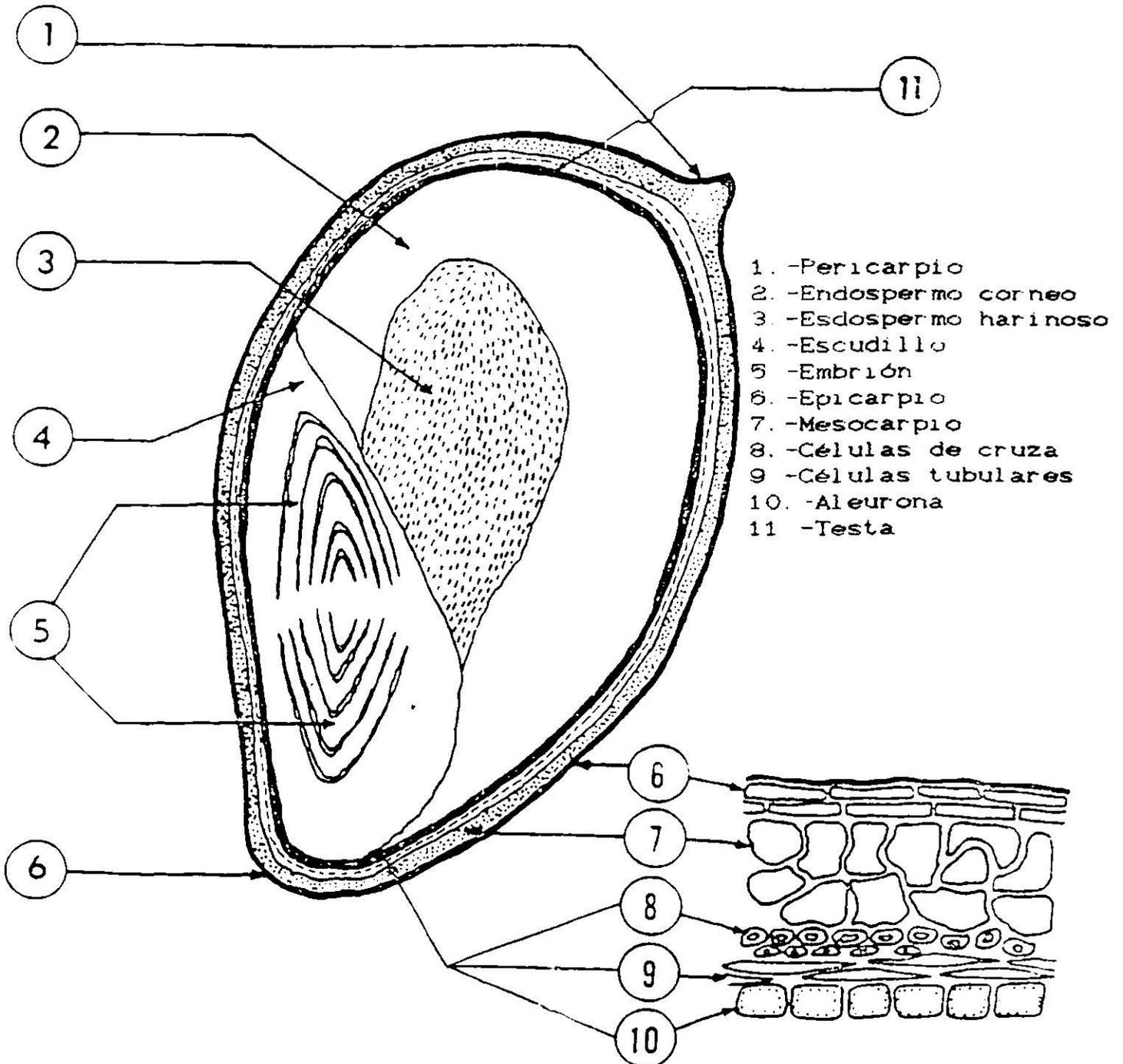
Endospermo - Esta formado por la capa de aleurona, el endospermo córneo periférico y las porciones harinosas centrales. La capa de células de aleurona, localizadas debajo del pericarpio, contienen cuerpos esféricos y grandes cantidades de proteína, aceite, minerales, vitaminas disueltas en agua y enzimas autolíticas (Glueck y Rooney, 1978). El endospermo córneo periférico, justo debajo de la capa de aleurona es definida como nociva y contiene pequeños grupos compactos de almidón incrustados en una matriz proteínosa gruesa y tiene de 2 a 6 células de endospermo, justo debajo del endospermo córneo hay varias capas de células vacuoladas, alargadas y grandes formando el endospermo harinoso.

Embrión.- Constituye el 10 % del peso seco del grano, con un sistema vascular bien desarrollado, facilita el movimiento de los nutrientes desde el endosperma hasta las raíces en desarrollo y los tejidos de la hoja del eje embrional durante la germinación.

Hilo.- Durante el desarrollo de la carióspside, este

ayuda en la traslocación de nutrientes desde las partes vegetativas de la planta hasta al óvulo

Figura 1. - DIBUJO DEL GRANO MADURO DE SORGO FORRAJERO



Corte longitudinal de un grano de sorgo (Frederiksen, 1986)

2.4. VALOR NUTRITIVO DEL SORGO. -

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevado peso molecular. Contienen oxígeno, carbono e hidrógeno, nitrógeno y algunas azufre. Las proteínas se forman a partir de los aminoácidos por unión entre grupo α -carboxilo de un aminoácido y el grupo α -amino de otro

2.4.1. Conceptos generales respecto a las proteínas del grano de sorgo.

En sorgos criollos e híbridos se ha informado que el primer aminoácido limitante es lisina y que puede estar correlacionada negativamente con el contenido de proteína del grano como lo indican los estudios de (Ferrara y De Paolis, 1950; Baptist, 1954; Adrian y Sayerse, 1957, Pond et al, 1958; Sastry y Virupacksha, 1969 y Yañez et al; 1973), (Citados por Suárez, 1977).

El grano de sorgo es pobre en fibra y rico en principios nutritivos digeribles totales. La mayor parte de las variedades poseen mayor riqueza en proteínas que el maíz, pero son mucho menos ricas que éste en grasa.

El grano de sorgo presenta deficiencias nutritivas al igual que otros granos. Las proteínas no son de buena calidad; es pobre en calcio y carece de vitamina D. Incluso en las variedades de semilla amarilla ésta pobre en caroteno

El grano de sorgo tiene casi la misma riqueza en vitaminas del complejo B que el maíz, pero contiene mucho más niacina (Morrison, 1965).

Las proteínas encontradas en el sorgo son generalmente de baja digestibilidad para los animales no rumiantes que las proteínas encontradas en otros granos, esto es la baja calidad de la proteína esta limitada por el aminoácido esencial lisina (Ejeta, et al, 1989; Citados por Wester, 1989).

El grano de sorgo crecido en un lugar no regado fue casi un 8.0% más alto en proteína cruda que en los lugares regados, pero casi un 8.0 % más bajo en lisina, que esto equivale a un 10 % en proteína cruda (Luce, et al; 1989)

2.4.2. Clasificación de las proteínas

De acuerdo a su solubilidad las proteínas se clasifican en fibrosas y globulares, mientras que en función de su composición química tenemos las proteínas simples y las conjugadas.

Las fibrosas son proteínas insolubles, muy resistentes a las enzimas digestivas. Estan compuestas por cadenas filamentosas, alargadas unidas entre si por enlaces transversales.

En las proteínas globulares se incluyen todos las

enzimas, antígenos y hormonas de naturaleza proteínica. Puede subdividirse en albuminas y globulinas. Las albuminas son solubles en agua y coagulables por el calor y se encuentran en los huevos, sangre, leche y muchas plantas. Las globulinas son insolubles o escasamente solubles en agua y existen en la leche, huevo y sangre, siendo así mismo la principal reserva proteica de las semillas

Las proteínas simples son compuestos que por hidrólisis, liberan aminoácidos, y las proteínas conjugadas, son compuestos que además de liberar aminoácidos liberan grupos no proteicos, llamados generalmente "grupos prostéticos" (McDonald *et al.*, 1978)

2.4.3 Contenido de proteína en el grano

El sorgo tiene una gran variación en su contenido de proteína como lo han demostrado las investigaciones de Deyoe 1963 y Miller *et al.*, 1964 (citados por Suárez, 1977), al analizar sorgos híbridos; a las mismas conclusiones llegaron Sastry y Virupacksha (1969), al analizar variedades criollas. En México, (Cuca y Avila, 1974 citados por Suárez, 1977), informaron un rango de proteína de 6.25% a 12.0%.

El contenido de proteína de las variedades cultivadas en México según Robles, (1975) varían de 8.5% a 9.0%.

2.5 TANINOS

2.5.1. Definición.

A fines del siglo XVIII este término se uso para designar a los compuestos capaces de curtir pieles, haciendolas impermeables; esto se atribuyó a cambios físicos, más que a reacciones químicas entre fenoles y proteínas.

Tanino es un grupo de sustancias que poseen ciertas propiedades físicas y químicas en común pero que pueden diferir en su estructura molecular. Son compuestos solubles en agua, dan las reacciones características de los fenoles y tienen la habilidad de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas.

La propiedad esencial de los taninos es su habilidad para combinarse con proteína y otros polimeros como celulosa y pectinas. La astringencia es causada por la "precipitación" de las proteínas y glucoproteínas de la saliva por los taninos, lo que reduce su propiedad lubricante (Suarez, 1977; Cejudo, 1978)

2.5.2. Clasificación de los taninos

Los taninos generalmente se dividen en

-Taninos hidrolizables.- Son ésteres de azúcares y ácidos fenólicos o de sus derivados, los que pueden ser

hidrolizados fácilmente por medios químicos o enzimáticos y muchas veces la hidrólisis ocurre en forma espontánea durante la extracción o la purificación de estos compuestos.

-Taninos condensados.- Son mezclas de productos de condensación de moléculas tipo flaván, combinadas en dímeros, trimeros o polimeros su estudio ha sido menor que el grupo anterior a pesar de ser económicamente más importantes que los hidrolizables, pero su complejidad, aunada a la facilidad de formar complejos con las proteínas hace muy difícil su estudio (Cejudo, 1978)

Los taninos hidrolizables se subdividen en galotaninos; los que por hidrólisis producen ácido gálico como único compuesto fenólico, más el azúcar con el cual forman el glucósido, y en elagitaninos, Los que bajo las mismas condiciones dan además del ácido gálico otros de sus derivados, de las cuales el principal es el ácido elágico y más el azúcar del glucósido. En el reino vegetal, los taninos hidrolizables son menos comunes que los taninos condensados. Los taninos condensados han sido poco estudiados debido a la dificultad de analizar las grandes moléculas por cromatografía, ya que éstas reaccionan con la célula del papel o con los polimeros dando manchas difusas por la formación de complejos moleculares (Cejudo, 1978)

2.5.3. Factores asociados con los taninos presentes en el sorgo.

Se ha relacionado el alto contenido de taninos en el grano de sorgo con la resistencia de la planta a la sequía, inhibición de la germinación, precosecha del grano y resistencia al ataque de pájaros razón por la que se ha llamado "pajareras" a estas variedades; Eguiarte, (1976; citados por Suárez 1977); Comparando sorgos de alto y bajo contenido de taninos obtuvieron una menor utilización de la energía metabolizable y de la materia seca en aquellos sorgos de alto contenido de taninos. Por lo anterior se ha relacionado el contenido de taninos y la cantidad de energía metabolizable presente en los sorgos, y se ha encontrado que a mayor cantidad de taninos, menor es la cantidad de energía metabolizable. Con respecto al contenido de taninos del grano de sorgo, algunos autores (Thayer et al; 1957, Stephenson et al; 1968 y Talmadge et al, 1975; Citados por Suárez, 1977), concluyeron que la coloración de la cubierta del sorgo no es un indicador del verdadero valor nutritivo que puede tener este grano.

Por otro lado, se ha mencionado que el sorgo rojo no se recomienda para la alimentación humana, La mayoría de este sorgo, que es el que se siembra en México, posee taninos y que al asociarse con las proteínas las hace inaprovechables para los seres monogástricos como el hombre, las aves y los

cerdos. Los sorgos de grano blanco poseen pocos taninos y por lo que su proteína si es aprovechable (Anónimo, 1983)

El grano blanco es usado predominantemente para hacer comida. Sin embargo en regiones del este de Africa prefieren usar tradicionalmente el grano de sorgo color cafe para evitar problemas con los pajaros; el grano cafe era aceptable. Estos tipos de grano coloreado pueden o no tener una alta concentración de taninos. Los taninos inhiben la proteína digestible. Así los tipos de grano de sorgo de alto contenido de taninos son de bajo valor aún para el proposito de la alimentación. El tipo de grano rojo, fuera de taninos es utilizado para la elaboración de cerveza (House, 1985)

Los granos con taninos elevados parecen resistir mejor al intemperismo y tienen una mejor germinación de precosecha que los granos de bajo contenido de taninos, estos tambien reducen el moho del grano (Maiti, 1986)

2.5.4. Interacción de taninos con proteínas.

En la célula viva, los taninos generalmente se encuentran asociados, a vacuolas, protegiendo al protoplasma contra la desecación, putrefacción y destrucción por microorganismos como bacterias y hongos. En general se acumulan en células situadas cerca de heridas o infecciones (Cejudo, 1978)

La propiedad esencial de los taninos de combinarse con las proteínas y otros polímeros, como la celulosa y la pectina, es importante por la inhibición enzimática producida. La sensación astringente que dan los polifenoles es debida a la precipitación de glicoproteínas encontradas en la saliva, reduciéndose su propiedad lubricante.

La formación de complejos tanino-proteína o tanino-otro polímero están involucrados 3 tipos de enlaces químicos.

A) Enlace por puente de hidrógeno entre el grupo fenólico de los taninos y grupos receptores del polímero o la proteína (-NH, -CO, -OH)

B) Enlaces iónicos entre los grupos aniónicos de los taninos (fenólicos ionizados o carboxil) y grupos catiónicos de las proteínas, como el ϵ -amino de la lisina.

C) Enlaces covalentes formados por la unión entre quinonas, las que pueden estar formando parte de la estructura del tanino o pueden ser producidas por oxidación y grupos reactivos en la proteína, dando gran estabilidad al complejo tanino proteína.

En experimentos donde se han analizado los tipos de uniones, se ha visto que los dos tipos de taninos muestran respuestas diferentes a cambios de pH. Los taninos condensados forman enlaces por puente de hidrógeno a pH inferiores de 7-8, lo que indica que las uniones están

formadas entre grupos hidroxifenólicos no ionizados y grupos amino de la proteína en tanto que los hidrolizables presentan este tipo de enlace más fuertes a pH 3-4, pero se debilitan a pH 5 o más alto, esto sugiere que los más estables estén formados por grupos carboxilo no ionizados, en tanto que los inestables se formen por grupos hidroxilo no ionizados (Cejudo, 1978).

2.6. DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. Por lo general se representa por el coeficiente de digestibilidad, que se expresa en porcentaje de materia seca (Morrison, 1980).

2.6.1. Factores que afectan la digestibilidad.

Composición del alimento; La digestibilidad de un alimento esta íntimamente ligada con su composición química. La digestibilidad aparente de la proteína bruta depende mucho de la proporción de proteína del alimento. En los rumiantes, la excreción de nitrógeno metabólico es equivalente a 3 gr. de proteína bruta por 100 gr. de materia seca de alimento

ingerido. Si el alimento contiene el 6% de la proteína bruta (osea 6 gr. por cada 100 gr de materia seca), la digestibilidad de esta proteína no puede ser superior al 50%; pero si el alimento contiene el 12%, el efecto del nitrógeno metabólico es proporcionalmente menor y el máximo posible de la digestibilidad aparente de la proteína alimenticia se eleva hasta 75%. Factores dependientes del animal, la digestibilidad es más bien una propiedad del alimento que del consumidor, lo que no quiere decir que un alimento dado a los animales distintos sea siempre digerido en el mismo grado. (McDonald *et al.*, 1979)

2.6.2. Digestión de las proteínas en rumiantes

La calidad proteínica del grano de sorgo esta limitada por su bajo contenido de lisina, y por compuestos polifenólicos "taninos", las proteínas de la semilla se hacen complejas o se ligan con los compuestos de taninos durante la maceración o la molienda del grano; Las proteínas complejas son mucho menos aprovechables por los animales monogástricos (Axtell, *et al.*, 1977).

Los microorganismos del rumen hidrolizan las proteínas hasta el estado de péptidos o aminoácidos, pero algunos de estos aminoácidos sufren desaminación y son convertidos en ácidos orgánicos, amoníaco y dióxido de carbono, o sea que la

desaminación de los aminoácidos en el rumen representa una pérdida seria para las proteínas de la dieta. A partir de aminoácidos o de otras fuentes de nitrógeno no proteico del alimento, construyen sus propias proteínas, que son digeridas y absorbidas por el animal cuando los microorganismos son arrastrados a través del intestino delgado. Además, esta síntesis de proteínas por las bacterias tiene la ventaja de que sintetizan tanto los no esenciales como los esenciales. Si el alimento contiene poco nitrógeno, puede haber una ganancia neta de nitrógeno y de proteína durante la fermentación en el rumen. Por el contrario cuando el alimento es rico en nitrógeno, parte de él se pierde en el rumen en forma de amoníaco y la proteína que llega al intestino es inferior al que tenía el alimento. Posiblemente, del 50 al 90% de la proteína que llega al intestino es de origen microbiano. el resto corresponde a la proteína del alimento que no ha sido degradada en el rumen y su proporción es más elevada cuando se trata de proteínas insolubles que son más resistentes al ataque de las bacterias.

Los microbios del rumen tienen, por lo tanto un efecto "nivelador" sobre el suministro de proteínas; suplementan tanto cuantitativa como cualitativamente (McDonald, 1979; Church, 1974).

Posibles diferencias entre variedades de sorgo debido a las diferencias cantidades de taninos y a las diferencias en

el porcentaje de proteína cruda, entonces estos factores podrían afectar la digestibilidad no solo de la proteína sino también de la materia seca

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO. -

La presente investigación se llevo a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autonoma de Nuevo Leon, ubicada en la carretera Gral. Zuazua- Gral. Marín N.L. Km 17 en el municipio de Gral. Marín N.L., México, ubicado a $25^{\circ} 56'$ latitud N y $100^{\circ} 03'$ longitud W, a una altura sobre el nivel del mar de 367 mts.

3.2 DESCRIPCION DEL CLIMA. -

Cuenta con una precipitación pluvial promedio anual ligeramente superior a los 500 mm y una temperatura media anual de 22°C . El clima promedio en la región de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificada por García (1973) es; Semiarido con regimen de lluvias en verano, con temperaturas anuales sobre 22°C y bajo 18°C en el mes más frío; El régimen de lluvias se presenta como intermedias en verano e invierno con oscilación anual de las temperaturas medias anuales.

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL. -

Los granos de sorgo utilizados en este trabajo de experimentación fueron proporcionados por el M.C. Leonel R. Herrera y forman parte del "Proyecto de Mejoramiento Maíz, Frijol y Sorgo", que se lleva a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se escogieron 35 variedades al azar de un total de 70 (ver cuadro 2); Cabe mencionar que este trabajo se realizó conjuntamente, con el trabajo de investigación del compañero, R. Gerardo Garza Guerra, quien trabajó con el resto de las 35 variedades de grano de sorgo, también pertenecientes al "proyecto de mejoramiento de maíz, frijol y sorgo".

3.4. METODOLOGIA DEL EXPERIMENTO. -

Una vez identificados los granos de sorgo, se llevaron a moler usando un molino Wiley con malla de 2 mm, posteriormente se guardaron en refrigeración para evitar problemas con hongos e insectos, mientras se realizaba el análisis químico.

3.4.1. Analisis Quimicos.

Se analizaron cada una de las 35 variedades para el contenido de taninos, proteína cruda, materia seca.

Cuadro 2. - Identificación de las variedades de sorgo que se utilizarón en el experimento.

ICSV-LM86508	M-82080
ICSV-LM-89131	IS-9764
LV-175	ICSV-LM-86519
ICSV-LM89507	IS-3170
ICSR-47(MR-850)	IS-9911
ICSB-3	TX-2871(MR-101-5)
R-TX7078	R-TX7000
MR-106-1	SC748-5
75ADN55XRTX430-8-1-1-4-2	SPV-475
ISI AP DORADO	GR2-33-1-1-BK
BTP-28(C)	BTX623
ICSV-LM-86514	IS-2418
IS-2419	ICSV-LM-89126
B-VAR-1	ICSV-LM-89513
C-21	VA-110 ()
TAM-2566	ICSV-LM-89511
RB-3006	SC3541(405503-3-1)FORHIB
LES-40R	

La determinación de taninos de cada una de las variedades; se realizó por el método de la vainillina (Burns, 1971), modificada por (González 1990 comunicación personal), ya que en lugar de usar 1 gr. de muestra se utilizó 1 gr. y en lugar de usar 50 ml. de metanol, se uso 5 ml. de metanol; Este método descrito por Burns (1971) utiliza un reactivo de vainillina-HCl el cual por medio de catálisis ácida, los taninos se combinan con la vainillina para formar un derivado coloreado de la vainillina que tiene una absorbencia máxima a 500 nm. Esta reacción es específica para la determinación de taninos condensados. Este método utiliza como estandar una solución de catequina (sigma) de 100 ml. / 50 ml. de donde se hicieron diluciones desde 2mg/ml hasta 0.2mg/ml. Se calcula la pendiente de la curva estandar utilizando en el eje de las " X " la concentración de los estandares de catequina en mg/ml y en el eje de las " Y " la densidad optica de cada estandar.

Por la formula: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_{ij}$

β_0 = Intercepto.

β_1 = Pendiente.

X_i = Cantidad de catequina en los estandares.

e_{ij} = Error aleatorio.

El método de la vainillina-HCl ha sido utilizado en la determinación de taninos de diferentes tipos de muestras con éxito. Por ejemplo, se ha encontrado que la estimación de

taninos en granos de sorgo por este método esta altamente correlacionada con los valores biológicos. El análisis es relativamente rápido, se utiliza el equipo común de laboratorio y los reactivos no son caros, ni difíciles de conseguir.

La determinación del contenido de taninos en el grano de sorgo se realizó de 10 en 10 variedades. Primeramente se pesó .1 gr de cada una de las muestras de las variedades de grano de sorgo, estas se depositaron cada una en un tubo de ensaye, y se le agregó 5 ml. de metanol, se agitaron, se taparon con papel parafina, y a los 15 minutos transcurridos se volvió a agitar, se dejaron reposando durante 24 horas; Una vez ya transcurrido el tiempo de reposo se prepararon los reactivos a utilizar. Para la preparación del reactivo "A" (120 ml de metanol y un 8% de HCL concentrado). Se depositó en un vaso precipitado 110.4 ml. de metanol y 9.6 ml de HCL concentrado; Por otro lado para la preparación del reactivo "B" (60 ml. de metanol con un 4% de vainillina). Se depositó 60 ml. de metanol en un vaso precipitado y se le agregó 2.4 gr. de vainillina. Posteriormente se prepara una solución de "A" con "B" en relación 1 a 1 (60 ml. de cada uno), para formar "C" (metanol, HCL, y vainillina).

Para continuar, una vez transcurridas las 24 horas de reposo de las muestras con metanol, se transfirieron con una pipeta, 3 ml. de la solución con metanol, teniendo el cuidado de no tomar de la solución con metanol ninguna de las

partículas de las muestras de sorgo; y se depositaron 1 ml. de este líquido (reacción del metanol con muestra) en 3 tubos de ensaye, los cuales nos van a servir 1 de testigo que es el blanco, y 2 que van hacer las repeticiones; Posteriormente se agregó, a intervalos de tiempo medidos, 5 ml. del reactivo "C" en todos los tubos de ensaye que son repeticiones (20 tubos) y en los tubos de ensaye que llamados testigo se depositaron 5 ml. del reactivo "A" (dilución con metanol sin vainillina, 10 tubos). Después de 20 minutos exactos para cada tubo, se llevaron todos los tubos de ensaye (repeticiones y testigos) al espectrofotometro para tomar la lectura de cada uno de ellos a 500 nm (Marca PMQ3 ZEISS)

Para la determinación de la proteína cruda y materia seca se utilizó el método de Kjeldahl y estufa a 60°C. respectivamente según lo establece el método de Weende (Bateman, 1970)

Una vez ya determinado el contenido de taninos, proteína cruda, y materia seca de cada una de nuestras variedades de sorgo, analizamos nuestros resultados de las 35 variedades de sorgo, las colocamos en una lista de menor a mayor en el porcentaje del contenido de taninos, y en forma alternante se seleccionaron 16 variedades las cuales fueron posteriormente sometidas a una digestibilidad *in situ* para determinarles su digestibilidad de la materia seca y proteína a nivel ruminal.

Descripción de la digestibilidad in situ. - Este método se basa en la determinación de digestibilidad de la proteína cruda, y materia seca utilizando la bolsa de nylon. Primeramente se procedió a adaptar 2 borregos fistulados del rumen durante 15 días, con el objeto de homogenizar la población ruminal microbiana utilizando heno de alfalfa.

Para la técnica de digestibilidad *in situ* (Gutiérrez, 1990), las bolsas (5x20cm.) fueron adquiridas en la compañía ANKON, (140 Turk Hill Park, Fairport N.Y. 14450). Las muestras molidas, de cada una de las variedades (1.5g) fueron colocadas en las bolsas de nylon; Una vez que se depositó la muestra en la bolsa se sellaron con tapones de hule del # 2 y utilizando 2 ligas de hule # 8. Las bolsas fueron colocadas en el rumen de animales fistulados por un periodo 10 horas. Las bolsa fueron sujetas dentro del rumen con un hilo de nylon colocando un máximo de 12 a 14 bolsas por animal. Después de las 10 hrs. en el rumen las bolsas fueron sacadas y lavadas con agua normal por 20 a 30 minutos; posteriormente, se quitaron las ligas y tapones para proceder a lavar las bolsas en forma individual. Esto se realizó haciendo pasar agua de la llave lentamente por el interior de las bolsas por 1 min. Las bolsas con el residuo se secaron en la estufa a una temperatura de 55^o a 60^o centigrados y se pesaron para ver que cantidad de muestra desapareció y posteriormente se analizó para nitrógeno utilizando la técnica del Kjeldahl (Bateman, 1970).

Las 16 variedades fueron colocadas en cada uno de los dos borregos utilizados de tal manera que se tuvieron 2 repeticiones por variedad. Sin embargo, no fue posible colocar el total de bolsas en una sola corrida por lo que en forma aleatoria fueron colocadas las 16 variedades en 4 corridas de digestibilidad *in situ*.

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO. -

Se utilizó el diseño de completamente al azar, considerando 16 tratamientos (variedades) y la comparación de medias cuando fue requerida, fue utilizada la prueba de Tukey (Ostle, 1977). Además se realizó un análisis de correlación para determinar la magnitud de la relación entre las variables analizadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 3 se da el nombre de cada una de las 35 variedades con sus respectivos porcentajes del contenido de taninos y de proteína cruda, de estas variedades se seleccionaron solo 16 para hacer los analisis posteriores

Se puede observar en el cuadro 3 que la mayoría de las muestras presentaron valores bajos de taninos excepto la variedad ICSV-LM-89128 la cual presentó valores de 3.83%. Esta concentración de taninos en sorgo ha sido reportado como alto según los trabajos de investigación de (Axtell et. al., 1977) menciona que los valores medios de equivalente de catequina (porcentaje del contenido de taninos) para variedades con bajo y alto contenido es de .38 y 3.40 respectivamente.

Con respecto a los resultados de porcentaje de contenido de proteína cruda de las variedades, vemos que en general son altas oscilan dentro de un intervalo de 10.67 % a 14.10 %, comparandolas con las investigaciones de Cuca y Avila (1974), que reportaron que en México había un rango de 6.25 a 12.0 % (Suárez, 1977); Boutlefang y Derbyshire, (1978 citados en Wester, 1989). Mencionan que los granos de sorgo tienen como base en su contenido de proteína un 10 %. Se cree que estos valores de contenido de proteína sean alto por que son semillas seleccionadas, o por que en su etapa vegetativa de la planta se presentó sequia y esto produce que se eleve el contenido de proteína cruda.

CUADRO 3.- Contenido de taninos, proteína cruda, de 35 variedades de sorgo.

VARIETADES. -	% TAN	% PC
1. -ICSV-LM86508	0.00	11.64
2. -ICSV-LM-89131	0.00	11.94
3. -ICSB-3	0.00	11.82
4. -R-TX7078	0.04	10.83
5. -IS-2419	0.06	12.23
6. -C-21	0.08	11.60
7. -IS-9911	0.11	13.95
8. -TAM-2566	0.12	13.04
9. -LES-40R	0.13	14.01
10. -BTX623	0.13	13.09
11. -IS-2418	0.13	10.87
12. -75ADN55XRTX430-8-1-1-4-2	0.16	10.31
13. -SC3541(405503-3-1)FORHIB	0.16	12.59
14. -M-82080	0.18	11.64
15. -B-VAR-1	0.18	12.21
16. -GR2-33-1-1-BK	0.19	13.13
17. -MR-106-1	0.23	11.88
18. -ICSV-LM-86514	0.20	10.87
19. -VA-110	0.25	11.12
20. -ISIAP-DORADO	0.27	13.09
21. -IS-9764	0.28	13.05
22. -ICSV-LM-89513	0.28	12.14
23. -RB-3006	0.30	12.54
24. -ICSV-LM-89507	0.31	11.33
25. -LV-175	0.32	13.76
26. -ICSR-47-(MR-850)	0.32	11.12
27. -BTP-28	0.33	10.67
28. -IVSV-LM-86519	0.34	13.13
29. -R-TX 7000	0.38	13.55
30. -SPV-475	0.38	13.00
31. -TX-2871(MR-101-5)	0.39	13.79
32. -IS-3170	0.54	11.76
33. -SC748-5	0.64	14.10
34. -ICSV-LM-89511	5.36	11.46
35. -ICSV-LM-89126	3.83	11.20

% TAN = Porcentaje del contenido de taninos.

% PC = Porcentaje del contenido de proteína cruda.

La digestibilidad de la proteína cruda en el rumen fue muy variable ya que el rango fue de 7.88 a 30.82 %, (Cuadro 4); En general los valores fueron muy bajos (menos del 30 %), lo cual estan aun por debajo de los valores establecidos de degradabilidad propuestos por el NRC (1988). Debe de considerarse que el tiempo de digestión ruminal fue de 10 hrs., sin embargo, se recomiendan tiempos de 14 a 16 hrs., para granos ya que estos tienen una tasa de pasaje menor a la de los forrajes. Es sabido que para que los microorganismos del rumen utilizen la energia contenida en cualquier ingrediente se requiere suficiente nitrogeno amoniacal (Burroughs, 1973). Un valor promedio de proteína degradable en el rumen del 6% al 7% ha sido considerado como adecuado. Es notable que casi un 50 % de las variedades estudiadas en el presente trabajo unicamente el 17 % de la proteína cruda fue degradado en el rumen, es decir, del aproximadamente 12 % de proteína cruda, unicamente un 2% es disponible para los microorganismos ruminales. Estos cálculos evidentemente muestran que dichas variedades deberan ser suplementadas con nitrogeno degradable en el rumen (urea) al momento de utilizar en dietas comerciales.

Con respecto a la digestibilidad de la materia seca se observa que esta se presentó dentro de un rango más homogéneo que el de la proteína cruda ya que esta vario de 28.25 a 56.54 %, (Cuadro 4). Aun que existió menor variación que proteína cruda, es importante enfatizar que la digestibilidad

CUADRO 4. Contenido de taninos (%TAN.), proteína cruda (%P.C.) digestibilidad de la proteína cruda (%DIG.P.C.) y de la materia seca (%DIG.M.S.) en 16 variedades de sorgo.

VARIETADES	%TAN.	%P. C.	%DIG. P. C.	%DIG. M. S.
1. -ICSV-LM88508	0.00E	11.64AB	32.80ABC	51.52ABC
2. -LV-175	0.32CD	13.76AB	17.90ABCD	38.63ABC
3. -ICSB-3	0.00E	11.82AB	39.52A	44.71ABC
4. -MR-106-1	0.23CDE	11.88AB	23.69ABCD	41.37ABC
5. -IS-9764	0.28CDE	13.05AB	15.30BCD	30.36BC
6. -IS-9911	0.11CDE	13.95A	33.63AB	56.54A
7. -TX-2871	0.39BC	13.79AB	27.82ABCD	41.88ABC
8. -R-TX7000	0.38BC	13.55AB	11.55CD	34.60ABC
9. -SC748-5	0.64B	14.10A	28.65ABCD	31.87BC
10. -BTP-280	0.33CD	10.67B	7.83D	39.52ABC
11. -IS-2419	0.06DE	12.23AB	20.60ABCD	52.57AB
12. -B-VAR-1	0.18CDE	12.21AB	23.70ABCD	32.40BC
13. -RB-3006	0.30CD	12.54AB	16.38BCD	37.72ABC
14. -LES-40R	0.13CDE	14.01A	13.21BCD	28.25C
15. -ICSV-LM-89126	3.83A	11.20AB	14.90BCD	39.84ABC
16. -SC3541(405503- -3-1)FORHIB	0.16CDE	12.59AB	7.68D	31.30BC
E. E	0.035	0.291	2.747	2.919

A, B, C, D, E, medias en las mismas columnas con diferente letra son diferentes. (nivel de significancia = .05).

Figura 2 - Porcentaje de taninos (%TAN) de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero

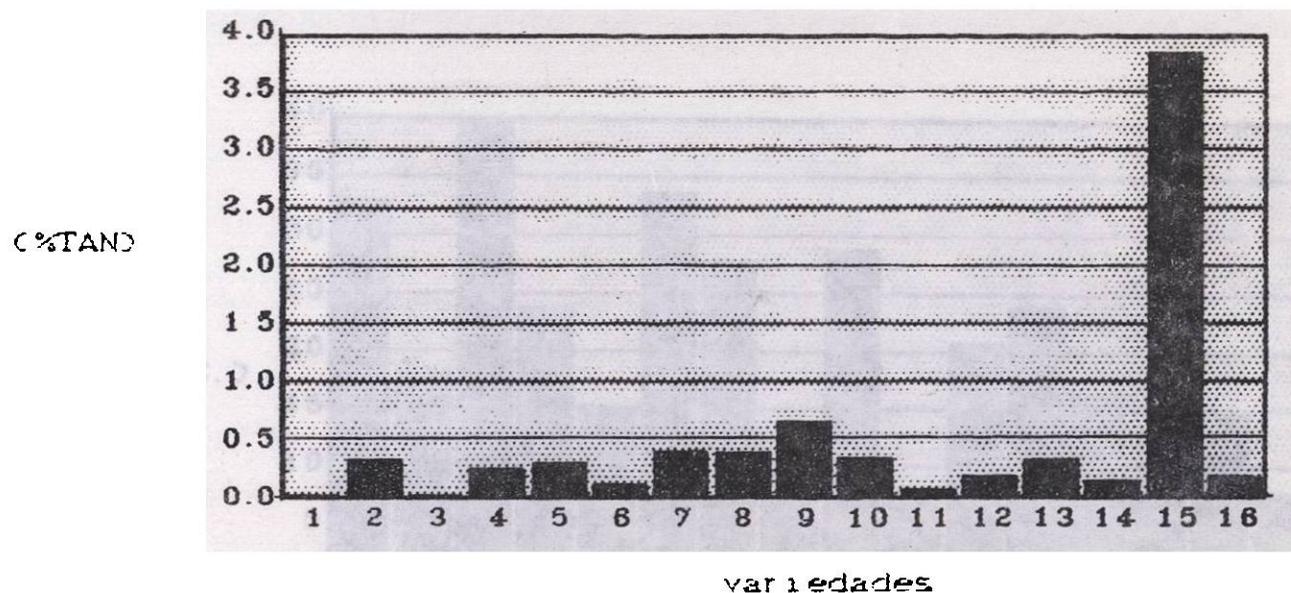


Figura 3 - Porcentaje de proteína cruda (%P C) en las 16 variedades de grano de sorgo forrajero

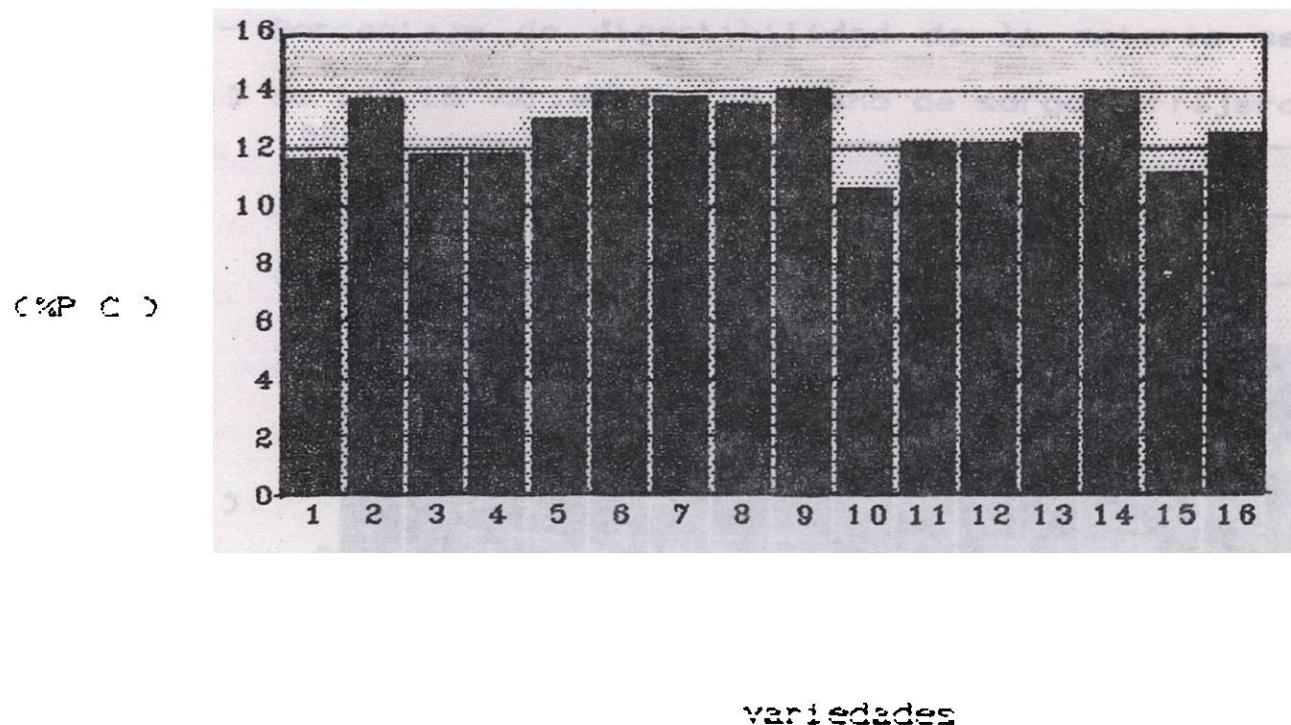


Figura 4.- Porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda (%DIG. P. C.) de las 16 variedades de grano sorgo forrajero.

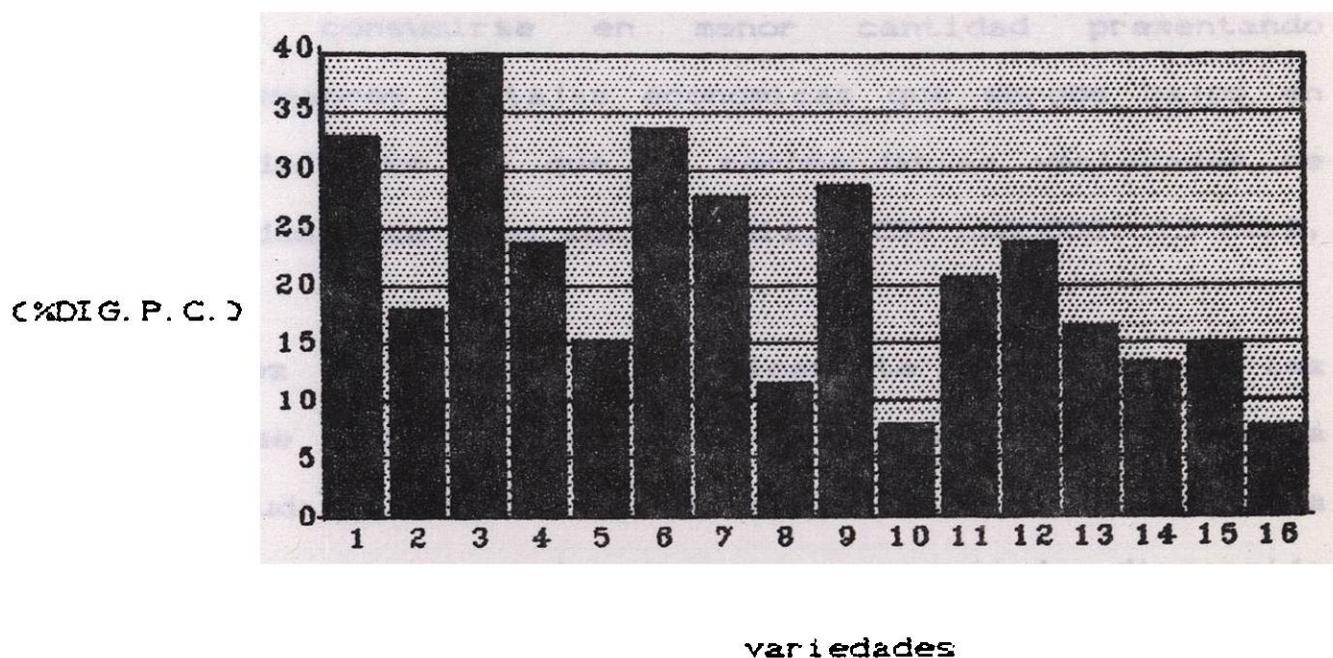
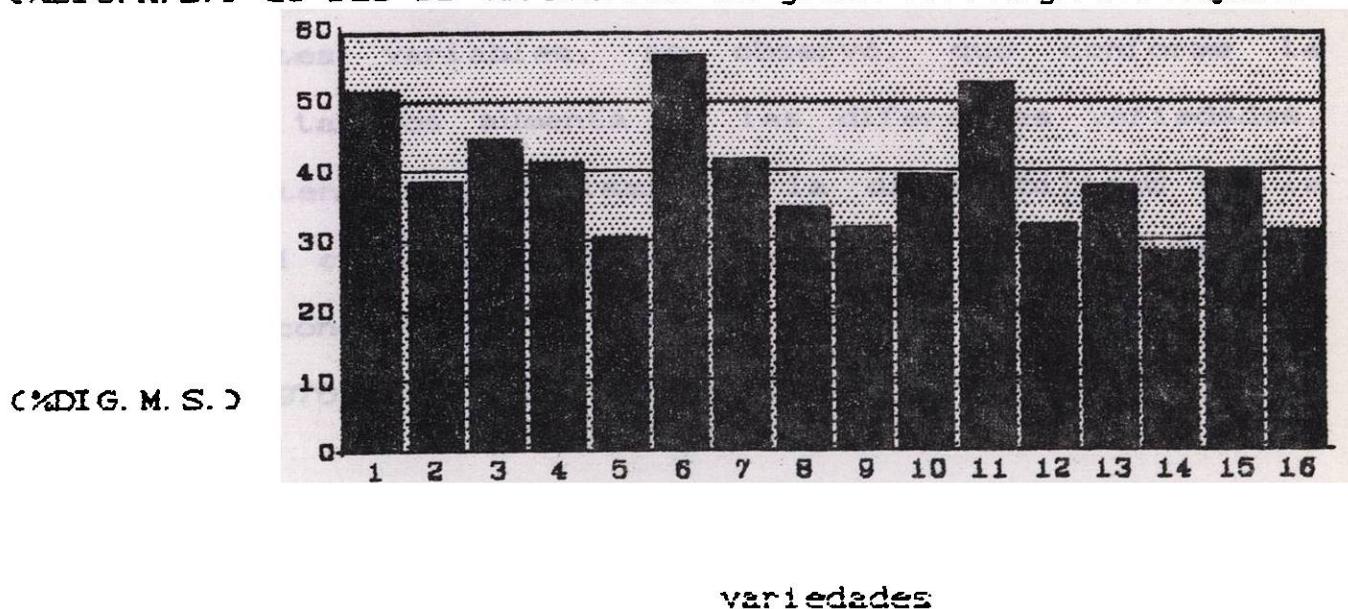


Figura 5.- Porcentaje de digestibilidad de la materia seca (%DIG. M. S.) de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.



de la materia seca es el primer factor que afecta que afecta el consumo voluntario de los alimentos en cualquier animal. De tal manera que granos de sorgo con mayor digestibilidad tenderan a consumirse en menor cantidad presentando obviamente mayores ventajas economicas que sorgos bajos en digestibilidad. Por lo que se recomendarian variedades de digestibilidad alta como son IS-9911, ICSV-LM86508, IS-2419, etc.

Una vez analizados estadisticamente cada una de las variables se encontró que taninos, digestibilidad de la proteína cruda (DIG.P.C.) y digestibilidad de la materia seca (DIG.M.S.) presentaron los mayores rangos de dispersión (Cuadro 5). Esto implica que DIG.P.C. Y DIG.M.S. Son las variables más importantes que deben ser consideradas para futuros trabajos de mejoramiento genetico del sorgo.

Ademas al realizar las correlaciones (cuadro 6) entre las diferentes variables, se observó, que conforme la cantidad de taninos aumenta en las diferentes variedades, existe una tendencia a disminuir la digestibilidad de la proteína, así como también , la digestibilidad de la materia seca. Esto concuerda con los trabajos de investigación de Eguiarte, (1976 citado por Suárez, 1977).

CUADRO 5. - Estadísticos de las variables utilizadas.

VARIABLE	\bar{X}	S	%C. V.	N. S. P <
TANINOS	46	.07	15.2%	.01
P. C.	12.67	873	6.7%	.01
DIG. P. C.	20.94	5.495	26.2%	.01
DIG. M. S.	39.57	5.838	14.7%	.01

S = Varianza.

X = Media poblacional.

%C. V. = Porcentaje del coeficiente de variación.

P. C. = Proteína cruda.

DIG. P. C. = Digestibilidad de la proteína cruda.

DIG. M. S. = Digestibilidad de la materia seca.

N. S. P < = Nivel de significancia.

Cuadro 6. - Análisis de correlación de las variables estudiadas en la prueba.

	TANINOS	P. C.	DIG. P. C.	DIG. M. S.
TANINOS	-----	-0.2653NS	-0.2026NS	-0.0859NS
P. C.	-0.2653NS	-----	0.0555NS	-0.1025NS
DIG. P. C.	-0.2026NS	0.0555NS	-----	0.5313***
DIG. M. S.	-0.0859NS	-0.1025NS	0.5313***	-----

P. C. = Proteína cruda.

DIG. P. C. = Digestibilidad de la proteína cruda

DIG. M. S. = Digestibilidad de la materia seca.

Por ultimo, vemos que existe un efecto altamente significativo, entre la digestibilidad de la proteina cruda y la digestibilidad de la materia seca parcial, pues a modo que aumenta una, aumenta la otra. Esto es muy probable que se deba a que se requiere proteina degradable en el rumen y el sitio de la actividad microbiana. En este estudio aun que la dieta basal fue alfalfa es posible que existiera deficit de nitrogeno dentro de la bolsa por lo que talvez aquella proteina del sorgo que se degrado fue utilizada por los microorganismos para digerir más eficientemente la materia seca.

5. CONCLUSIONES

1.- El porcentaje del contenido de taninos de nuestras variedades, es muy variable, pero practicamente casi todos son bajos excepto la variedad ICSV-LM-89126 que está muy por encima con respecto a todas.

2.- El porcentaje del contenido de proteína de las variedades analizadas se presentó muy alto, en comparación a estudios realizados por otros investigadores, esto probablemente se debió a que son variedades seleccionadas del "proyecto de mejoramiento de maíz, frijol y sorgo" o a que en la etapa vegetativa de la planta haya sufrido problemas de sequía.

3.- La digestibilidad de la proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca fueron muy variables por lo que existe potencial para seleccionar genéticamente a favor de dichas características.

4.- El efecto de los taninos sobre la digestibilidad de la proteína cruda fue no significativo pero el valor nos da negativo (-0.2026) esto nos indica que hay una tendencia que a medida que el valor de los taninos aumenta, el porcentaje de digestibilidad disminuye, esto talvez se apreciaría en una mejor manera si se trabajará con un mayor número de variedades.

5.- El efecto de los taninos sobre la digestibilidad de la materia seca se presentó al igual que al de la digestibilidad de la proteína; (no significativo), pero tambien se observo la tendencia que a mayor contenido de taninos, disminuye la digestibilidad de la materia seca.

6.-Se observó que existe una relación altamente significativa entre la digestibilidad de la proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca, esto nos indica que a medida que aumenta la digestibilidad de la proteína cruda aumenta la digestibilidad de la materia seca.

7.-Como la calidad de la proteína del sorgo es baja ,es recomendable aprovechar su gran potencial en energía metabolizable en las dietas de los animales. La proteína o el nitrógeno los podemos suplementar con otros ingredientes (urea), y en este caso se recomendaría usar granos de sorgo con alta digestibilidad independientemente su contenido de proteína cruda.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía, de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Con el objetivo de comparar 35 variedades de grano de sorgo forrajero en relación a su contenido de taninos, proteína cruda, materia seca y determinar su digestibilidad *in situ*; Así como ver si existe o no efecto de los taninos sobre la digestibilidad de la proteína y de la materia seca. Para la determinación de las variables se utilizó el método de la vainillina, el método de Kjeldahl, el método de Weendy y el método de la bolsa de nylon. El método estadístico que se utilizó fue el de completamente al azar y la comparación de medias fue por el método de Tukey; Se determinó el contenido de taninos, proteína cruda, y materia seca de cada una de las 16 variedades seleccionadas. Además se les determinó el porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda y de la materia seca. La digestibilidad de la proteína cruda varió de 7.68% a 39.52% mientras que para la digestibilidad de la materia seca se obtuvo un rango de 28.25% a 56.54% la más alta. Existió una tendencia del contenido de taninos con relación a la digestibilidad de la proteína y de la materia seca a disminuirla, sin embargo esta fue no significativa. Existe una relación altamente significativa entre la digestibilidad de la proteína cruda con la digestibilidad de la materia seca, a medida que aumenta una aumenta la otra; Analizando los resultados de las diferentes variedades

se concluyó que las mejores variedades fueron: ICSV-LM86508, ICSB-3, MR-106-1, IS-9911, TX-287(MR-101-5).

Esta consideración fue basada en el hecho que dichas variedades estuvieran por arriba de la media general de las 16 variedades analizadas, tanto en digestibilidad de la proteína cruda (20.94%) como en digestibilidad de la materia seca (39.57%).

7 BIBLIOGRAFIA

- Anonimo. 1983. Sorgo para alimentación humana. El surco Ed Mexicana. Año 88 .,N. 21983 p. 2.
- Axtell, J. D. y D. L. Oswalt, et. al. 1977. Componentes de la calidad nutritiva del grano de sorgo. Maíz de alta calidad proteínica. Ed. Limusa. México. p. 408 - 417
- Bateman, J. V. 1970. Manual de métodos analíticos. Nutrición animal. México. p. 156 - 161, 133 - 134.
- Burroughs, W., D. K., Nelson and D. R., Mertens. 1975. Protein physiology and its application in the lactating goat the metabolizable protein standard. J. Anim. Sci. 41: 933
- Burn, R. E., Método de la vainillina. Agronomy Journal, Vol. 63 May-June. p 511 - 512.
- Calderón, E. R., E. Rodríguez y L. P. Compton. 1984. Sorgo para los valles altos de México. Primera reunión nacional del sorgo. "Memorias"., Marín N. L., México. p. 282.
- Compton, L. P., R. Teniente y R. V. Peña. 1984. Investigación en sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench) para el sur de -- México. Primera reunión nacional del sorgo. "Memorias", Marín, N. L., México, p. 525 - 532.
- Cejudo, H. 1978. Estudios de metodologías físicas, determinación de taninos y actividad de la enzima catecol, oxidasa, en granos de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench), Utilizados para la alimentación. Chapingo, México. p 4 15
- Church, D. C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 3 Ed. Acribia. España. p. 14. 308.

- Dewalt, B. y D. Barkin. 1984. La crisis alimenticia mexicana e investigaciones en sorgo. Primera reunión nacional del sorgo. "Memorias". Marín N. L., México. p. 73 - 84.
- Frederiksen, R.A. 1986. Compendium of sorghum diseases. Department of plant pathology and microbiology; Texas A y M University pag.3.
- García, E. 1973. Modificada al sistema de clasificación de Köppen. U.N.A.M., México. p 89
- Gutiérrez, O. E., 1990. Uso de la bolsa de nylon para estimar la proteína en rumiantes. Tercera reunión de Nutrición - Animal. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. p.59-62.
- Hoshino, T. and R. Duncan. 1980. Stability of the standard curve in the vanillin HCL analysis method for sorghum grain tannin. Sorghum Newsletter Vol 23 Georgia. p. 117
- House, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. Ed. Crisat 2 - edición. India. p. 137, 138, 139.
- Luce, W. G. Maxwell, et. al., 1989. Sorghum and millets abstracts Vol. 14. N. 4.
- McDonald, P. R., A. Edwards, J. F. Greenhalgh. 1979. Nutrición Animal. Ed. Acribia. España. p. 49, 190, 191.
- Maiti, R. 1986. Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo., Marín., N. L., México. p. 19 - 22.
- Morrison, F. B. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. Uteha. México. p. 578.

- N.R.C., 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth Edition., National Academy Press, Washington D.C.
- Robles, R. 1983. Producción de granos y forrajes. 4. - Edición., Ed. Limusa. México. p. 141 - 170.
- Rodríguez, J. 1984. El futuro del sorgo en México. Primera reunión nacional del sorgo. "Memorias". Marín., N. L., México. p. 46 - 64.
- Suárez, J. A. 1977. Estudio comparativo entre variedades de sorgo con diferentes contenidos de taninos en dietas de pollos. Chapingo., México. p. 2, 4, 6, 12.
- Tijerina, A. 1984. Programa nacional de producción de semillas de sorgo (PRONASE). Primera reunión nacional del sorgo., - "Memorias"., Marín. N. L., México. p. 73 - 84.
- Wester, J. T. 1989. Thesis., Evaluation of starch and protein of grain sorghum hybrids for finishing ruminant. Lincoln, -- Nebraska. p. 14 - 26.

8. APENDICE

Cuadro 1A.- Resultados del análisis de taninos, proteína cruda, digestibilidad de la proteína y de la digestibilidad de la materia seca, con sus respectivas repeticiones de las 16 variedades de grano de sorgo forrajero.

REP.	VAR	%TAN.	%P. C.	%DIG. P. C.	%DIG. M. S
1	1	.00	11.26	32.07	49.56
2		.00	12.18	33.56	53.47
3			11.49		
1	2	.32	14.01	15.06	36.24
2		.32	12.51	20.70	41.01
3			14.01		
1	3	.00	12.82	46.42	44.93
2		.00	10.75	32.58	44.49
3			11.90		
1	4	.30	13.18	21.38	30.99
2		.16	11.00	25.93	51.76
3			11.46		
1	5	.28	12.90	13.00	27.50
2		.29	13.83	17.54	33.26
3			12.43		
1	6	.14	14.68	31.70	51.50
2		.08	14.33	35.60	61.59
3			12.84		

*.- Continuación del cuadro en la página siguiente.

*. - Continuación del cuadro anterior.

REP.	VAR.	%TAN.	%P. C.	%DIG. P. C.	%DIG. M. S.
1		.41	13.83	33.09	43.21
2	7	.37	14.06	22.58	40.54
3			13.48		
1		.34	12.18	11.55	34.50
2	8	.42	14.36	11.55	34.71
3			14.13		
1		.62	13.75	39.19	32.13
2	9	.65	14.68	18.06	31.60
3			13.87		
1		.28	10.10	9.96	47.73
2	10	.38	11.24	5.70	31.31
3			10.67		
1		.13	11.58	22.10	52.30
2	11	.00	12.61	19.09	52.83
3			12.50		
1		.18	13.55	27.60	36.26
2	12	.17	11.60	19.57	28.54
3			11.48		
1		.33	12.50	17.46	32.17
2	13	.26	13.42	15.25	43.26
3			11.70		

*. - Continuación del cuadro en la página siguiente.

*. - Continuación del cuadro anterior.

REP.	VAR.	%TAN.	%P. C.	%DIG. P. C.	%DIG. M. S.
1		.12	14.55	13.21	27.28
2	14	.14	13.05	13.21	29.23
3			14.44		
1		3.98	10.74	12.29	37.86
2	15	3.69	12.00	17.48	42.01
3			10.86		
1		.12	13.70	8.04	32.24
2	16	.21	12.90	7.27	30.36
3			11.17		

REP = Repeticiones.

VAR = Variedades de grano de sorgo forrajero.

%TAN = Porcentaje del contenido de taninos.

%P. C. = Porcentaje del contenido de proteína cruda.

%DIG. P. C. = Porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda.

%DIG. M. S. = Porcentaje de digestibilidad de la materia seca.

