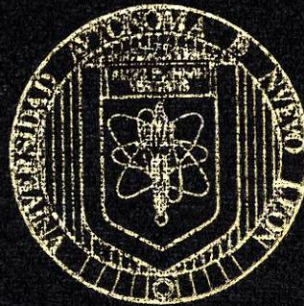


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION NUTRICIONAL DE 124 TIPOS DE SORGO  
(Sorghum bicolor (L) Moench) EN FUNCION DE SU  
CONTENIDO DE PROTEINA Y TANINOS.

TESIS  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

RAYMUNDO CESPEDES REGALADO

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1992

F

SB235

C4

c.1



1080061165

20302  
40

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION NUTRICIONAL DE 124 TIPOS DE

SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) EN

FUNCION DE SU CONTENIDO DE PROTEINA Y TANINOS.



223-540  
407  
223-540

## EVALUACION NUTRICIONAL DE 124 TIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) EN FUNCION DE SU CONTENIDO DE PROTEINA Y TANINOS.

PRESENTA

### TESIS

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

PRESENTA

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR AUXILIAR

RAYMUNDO CESPEDES REGALADO

PH. D. RIGOBERTO GONZALEZ GZ.

PH. D. ERASMO ORNELAS ORZ.

ASESOR AUXILIAR

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1992

LIC. MARTA DE LA LUZ GONZALEZ

11112E

T  
SB235  
C4



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F Tesis

040-633

FAY

1992

C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION NUTRICIONAL DE 124 TIPOS DE  
SORGO [*Sorghum bicolor* (L) Moench] EN  
FUNCION DE SU CONTENIDO DE PROTEINA Y  
TANINOS.

TESIS

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

PRESENTA

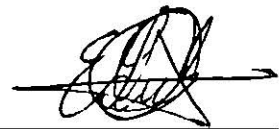
RAYMUNDO CESPEDES REGALADO

ASESOR PRINCIPAL



Ph. D. RIGOBERTO GONZALEZ GZZ.

ASESOR AUXILIAR



Ph. D. ERASMO ORNELAS GTZ.

ASESOR AUXILIAR



LIC. MARIA DE LA LUZ GONZALEZ L.

11112E

## DEDICATORIAS

A Dios Nuestro Señor:

Por acompañarme y estar siempre a mi lado  
en todo momento.

A mis padres:

Sr. Raymundo Céspedes Reyes

Sra. Lorenza Regalado García

Por brindarme siempre confianza en mi vida  
y en mi carrera como estudiante.

A mis hermanos:

Rosalba Céspedes Regalado

Rodolfo Céspedes Regalado

Roel Céspedes Regalado

Por esos momentos que vivimos como estudiantes  
y sobre todo por la hermandad que nos une.

A la familia Martínez Céspedes:

Por su apoyo desinteresado y moral en la finalización  
de este trabajo de tesis.

A mis amigos, compañeros y maestros:

Por todos esos momentos que compartimos como estudiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Al PhD. Rigoberto González González

Por su valiosa asesoría en la revisión y sugerencias para la culminación del presente trabajo.

Al PhD. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Por su importante y atinada colaboración para la realización de este trabajo.

A la Lic. María de la Luz González López

Por su gran ayuda en la supervisión estadística del presente trabajo.

Al MVZ. Ruperto Calderón Espejel

Por ser el iniciador de esta investigación.

Al PhD. Ciro G.S. Valdéz Lozano

Por el material de investigación que aportó a este trabajo y por sus puntos de vista otorgados.

Al Programa de Mejoramiento Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L.



## INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	iv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Características del grano de sorgo.....	4
2.1.1 Generalidades.....	4
2.1.2 Anatomía del grano de sorgo.....	4
2.1.3 Valor nutritivo del grano de sorgo....	6
2.1.4 Composición química general del sorgo.....	7
2.2 Proteína.....	8
2.2.1 Conceptos generales.....	8
2.2.2 Clasificación de las proteínas.....	8
2.2.3 Contenido de proteína en el grano de sorgo.....	10
2.3 Taninos.....	12
2.3.1 Conceptos generales.....	12
2.3.2 Clasificación de taninos.....	12
2.3.3 Contenido de taninos en el grano de sorgo.....	13

2.3.4 Efecto de los taninos en la nutrición animal.....	14
2.4 Relación Tanino-Proteína.....	16
3. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1 Localización del experimento.....	19
3.2 Materiales.....	19
3.3 Análisis químico.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1 Proteína.....	28
4.2 Taninos.....	34
4.3 Tipos de sorgo con potencial de explotación comercial.....	43
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1 Conclusiones.....	46
5.2 Recomendaciones.....	47
6. RESUMEN.....	49
7. BIBLIOGRAFIA.....	51
8. APENDICE.....	55

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		Página
1	Resúmen de los análisis de varianza realizados para la variable proteína cruda en los nueve experimentos.....	55
2	Condensado de las comparaciones de medias (DMS, $\alpha = 0.01$ ) para las variables proteína cruda y taninos, y datos de contenido de materia seca y cenizas en el experimento uno.....	56
3	Condensado de las comparaciones de medias (DMS, $\alpha = 0.01$ y $0.05$ ) para las variables proteína cruda y taninos, y datos de contenido de materia seca y cenizas en el experimento dos.....	57
4	Comparaciones de medias para la variable proteína cruda (DMS, $\alpha = 0.01$ ), además datos de contenido de materia seca, cenizas y taninos en el experimento tres.....	58

5	Datos de contenido de proteína cruda, taninos, materia seca y cenizas en el experimento cuatro.....	59
6	Condensado de las comparaciones de medias (DMS, $\alpha=0.01$ ) para las variables proteína cruda y taninos y datos de contenido de materia seca y cenizas en el experimento cinco.....	60
7	Contenido de proteína cruda, materia seca y cenizas; además comparación de medias (DMS, $\alpha=0.01$ ) para la variable taninos en el experimento seis.....	61
8	Contenido de proteína cruda, materia seca y cenizas; además comparación de medias (DMS, $\alpha=0.01$ ) para la variable taninos en el experimento siete.....	62
9	Comparación de medias para la variable proteína cruda (DMS, $\alpha=0.01$ ): además datos de contenido de materia seca, cenizas y taninos en el experimento ocho.....	63

10	Condensado de las comparaciones de medias (DMS, $\alpha=0.01$ ) para las variables proteína cruda y taninos, datos de contenido de materia seca y cenizas en el experimento nueve.....	64
11	Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable taninos en los nueve experimentos.....	65
12	Tipos de grano de sorgo más importantes en la presente investigación recomendados en la alimentación de animales monogástricos.....	44
13	Tipos de grano de sorgo más importantes en la presente investigación recomendados para la alimentación en rumiantes.....	45

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del del experimento uno.....	30
2	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del experimento dos.....	30
3	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del experimento tres.....	32
4	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del experimento cinco.....	32
5	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del experimento ocho.....	35
6	Contenido de proteina cruda en los tratamientos del experimento nueve.....	35
7	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento uno.....	37
8	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento dos.....	37

9	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento cinco.....	40
10	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento seis.....	40
11	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento siete.....	42
12	Contenido de taninos en los tratamientos del experimento nueve.....	42

## 1. INTRODUCCION

El sorgo (*Sorghum vulgare*) es una planta rústica que produce unas panojas sueltas, cada una de las cuales puede contener hasta 2000 semillas. Los sorgos son especies anuales que se cultivan desde hace mucho tiempo en todas las zonas ganaderas situadas en alturas inferiores a los 600 metros sobre el nivel del mar, esto justificado por la importancia económica para la alimentación de ciertas especies de ganado.

El sorgo se cultiva en todos los continentes, en latitudes no superiores a 45 grados; la temperatura más conveniente es la de 27 grados centigrados, aunque también tiene buen desarrollo en condiciones semiáridas, aumentando su rendimiento si se dispone de riego. Los sorgos han cado y están dando en todos los suelos producciones representativas sea cual sea la especie cultivada; no obstante, desde que se conocen y se producen los sorgos híbridos forrajeros, las especies tradicionales pierden preferencia ya que los híbridos son más productivos, más resistentes a la sequía por ofrecer un forraje de mayor calidad y por consiguiente, de más valor nutritivo.

La demanda del sorgo se ha venido incrementando debido al número variado de usos que tiene. algunos de estos son como grano y forraje para la alimentación del ganado.



como materia prima de algunas industrias, y recientemente se está usando en la alimentación humana como ingrediente complementario en la elaboración de tortillas y pan.

El grano de sorgo se ha caracterizado por ser escaso en fibra pero en general es más rico en proteínas que el propio maíz. Otra característica común en los sorgos es la presencia de sustancias tanínicas, lo cual va tomando un mayor interés debido a que se ha comprobado en recientes investigaciones que interviene en la digestibilidad de los animales tanto en monogástricos como en rumiantes.

El uso de granos como el sorgo y el trigo se ha limitado para uso pecuario en México, utilizándose en poca escala cuando se trata de granos dañados por el clima, insectos y otros factores; pero una forma de evitar este tipo de situaciones y de aumentar la eficiencia en el grano de sorgo es por medio del procesado como se lleva a cabo en la engorda de bovinos donde se ha venido utilizando en los últimos años con éxito.

Existen varios métodos para procesar el grano (especialmente maíz y sorgo), estos se dividen en 2 grupos: los métodos en seco, como la molienda, reventado, micronizado, y otros más, y los que usan agua, comúnmente llamados húmedos como el macerado, rolado al vapor y otros.

El género *sorghum* comprende actualmente varias especies, entre las que se encuentran *S. halepense* y *S. bicolor*. la primera considerada como una maleza y la segunda siendo la especie cultivada.

En cuanto a estadísticas de producción, los países que más producen sorgo en el mundo son: Estados Unidos, China Continental, India, Nigeria, México, Argentina, Sudán y la República Árabe Unida. La semilla que se utiliza actualmente en México, corresponde a híbridos que en un 95% son producidas por compañías extranjeras. mientras que el 5% restante es cubierto por la Productora Nacional de Semillas.

El presente trabajo tiene como objetivos:

1. Determinar y evaluar algunas de las características nutritivas más importantes en el grano de sorgo forrajero (materia seca, cenizas, proteína cruda y taninos).
2. Comparar el valor nutritivo de los testigos híbridos comerciales contra las variedades de polinización libre y los híbridos experimentales desarrollados por el Programa de Mejoramiento de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Características del grano de sorgo.

#### 2.1.1. Generalidades

El sorgo es una fuente alimenticia importante para el hombre y los animales en muchos países de clima cálido. Los sorgos tienen gran importancia como alimento, tanto para forraje como para grano. Como son mucho más resistentes a la sequía que el maíz, han ocupado en gran parte su lugar en aquellas zonas en que las lluvias son demasiado escasas para el cultivo del maíz.

Los sorgos dejan de crecer, arrojándose los bordes de las hojas durante los períodos de sequía y calor extremo; sin embargo cuando llueve, las plantas reanudan rápidamente el crecimiento si la sequía no las ha mermado.

#### 2.1.2. Anatomía del grano de sorgo

Wall y Ross (1975) exponen la siguiente clasificación para describir la estructura anatómica del grano de sorgo. Exposición.- El grano de sorgo puede estar completamente

cubierto o descubierto hasta la mitad o más, según la longitud y ancho relativos de glumas y granos.

Tamaño y forma.- Los granos se clasifican en pequeños (8-10mg), medianos (12-24mg) o grandes (25-35mg). Según las distintas variedades su forma es ovoide, elipsoide o esférica.

Endosperma.- Puede ser blando o farináceo, duro y muy córneo, ceroso o azucarado, su color puede ser blanco o amarillo.

Pericarpio.- La pigmentación del pericarpio varía entre blanco, amarillo, rosa salmón y rojo.

Testa .- La testa, cuando existe, es de color castaño. La testa siempre está en el ovario, pero en muchas variedades es absorbida, y por ello desaparece antes del desarrollo total de los granos.

Por otra parte Cejudo (1978) menciona que la capa de aleurona que rodea al endospermo del grano de sorgo está formada por células ricas en grano de aleurona, que son vacuolas con gran cantidad de proteína en forma cristalina, entre sus funciones principales se encuentra el sintetizar las enzimas hidrolíticas para la degradación del almidón en azúcares simples, que serían utilizados durante la germinación del grano mediante reacciones anabólicas.

### 2.1.3. Valor nutritivo del grano de sorgo

El grano de sorgo es pobre en fibra y rico en principios nutritivos totales, Morrison (1951) indica que la mayor parte de las variedades poseen mayor riqueza en proteínas que el maíz, pero son mucho menos ricas que éste en grasa. Presenta las mismas deficiencias nutritivas que los demás granos. Las proteínas no son de buena calidad, es pobre en calcio y carece de vitamina D. El grano de sorgo tiene casi la misma riqueza en vitaminas del complejo B que el maíz, pero contiene mucha más niacina. Si bien es cierto que el sorgo no se emplea como fuente de proteína en la formulación de raciones para animales, su aporte de proteína es considerado por el nutriólogo en la formulación de raciones ya que cubre aproximadamente el 20% del requerimiento total de proteína para pollos de engorda en su etapa de iniciación. Es importante destacar que el aumento en el contenido de proteína en el grano no significa un aumento en la calidad de ésta. En términos generales se considera que el grano de sorgo es ligeramente superior en contenido de proteína que el maíz (SOSA,1987).

#### 2.1.4. Composición química general del sorgo

Químicamente los granos de sorgo son similares a los del maíz. El contenido medio de proteína es de 11% aproximadamente, aunque puede ser bastante variable: se afirma que la lisina y la treonina son los aminoácidos más limitantes. Su contenido en otros nutrientes es similar al maíz. Las pruebas de alimentación indican que los granos de sorgo suelen ser algo más valiosos que los del maíz. Algunas variedades resistentes a los pájaros, con los pericarpios de las semillas ricos en tanino, no son apreciadas para la alimentación de los animales. Church y Pond (1977). Como el maíz y el trigo, el grano de sorgo tiene bajo contenido en fibra y ceniza, por que las glumas se desprenden fácilmente en la mayoría de las variedades. Su nivel protéico es un poco más elevado que en el maíz y el arroz. El contenido de aceite es menor que en el de maíz o avena, pero más alto que en el de arroz, trigo o cebada. El contenido de cenizas del sorgo es inferior al de los cereales que tienen glumas firmes. Entre los cereales más comunes, después del maíz, es el que tiene mayor cantidad de energía total. (Wall y Ross, 1975).

## 2.2. Proteína

### 2.2.1. Conceptos generales

Las proteínas son compuestos orgánicos, principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno de estructura molecular muy complicada, Bermejo (1971) menciona que están formadas por la unión de varios aminoácidos y que contienen la función amina ( $\text{NH}_2$ ) y la función ácido ( $\text{COOH}$ ). Además Church y Pond (1982) afirman que las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevado peso molecular. Están compuestos de oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno y muchas de ellas de azufre.

### 2.2.2. Clasificación de las proteínas

Se basa en sus propiedades físicas, esta clasificación es la que han adoptado juntamente la American Physiological Society y la American Society of Biological Chemist citadas por Maynard (1968).

1.- Proteínas Simples: este grupo comprende las que por hidrólisis sólo dan aminoácidos o sus derivados. Se dividen en albúminas, globulinas, gluteínas, proteínas solubles en alcohol, albuminoides, histonas y protaminas.

2.- Proteínas Conjugadas: son las constituidas por proteínas

simples en combinación con radicales no protéicos. Se distinguen cinco subgrupos:

a) Núcleoproteidos.- compuestos de una o más moléculas de proteína y ácidos nucleicos (gérmenes de semilla y tejidos glandulares).

b) Glucoproteidos.- compuestos de una molécula de proteína y una o varias sustancias que contienen un carbohidrato y que no son ácidos nucleicos (ej. mucina).

c) Fosfoproteidos.- compuestos de una molécula de proteína con una sustancia que contiene fósforo, pero que no es ácido nucleico ni lecitina (ej. caseína).

d) Hemoglobinas.- compuestos de una molécula de proteína con hematina o una sustancia similar (ej. hemoglobina).

e) Lecitoproteidos.- compuestos de una molécula de proteína con lecitina, (ej. el fibrinógeno de tejido).

3.- Proteínas Derivadas: este grupo comprende compuestos de alteración o degradación de las proteínas naturales, producidos por la acción del calor de las enzimas o de los agentes químicos.



### 2.2.3. Contenido de proteína en el grano de sorgo

En la literatura hay poca información respecto al tipo de proteínas encontradas en el sorgo y su localización en el grano, Rooney y Clark (1968) informan de una prolamina similar a la zeína del maíz, llamada kafirina la que es obtenida por extracción con solución alcohólica al 60%. La kafirina está formada por una alta producción de ácido glutámico y representa aproximadamente el 83% de las proteínas encontradas en el endospermo, es además muy baja en el contenido de lisina. En cuanto a esto Cejudo (1978) asevera que dicha deficiencia puede ser corregida disminuyendo el contenido de prolamina con lo que aumentan las fracciones de albúmina, globulina y gluteína. Lo anterior se lograría mediante el desarrollo de variedades mejoradas, en forma semejante a lo realizado en maíz opaco-2 y cebada hyproly y Riso-1508.

La composición del grano de sorgo es comparable a la de otros granos que se cultivan extensivamente para la alimentación animal. Su nivel protéico es más alto que en el maíz, Wall (1975), McDonald (1979) y Cullison (1983); tiene un bajo contenido de grasa, que redundaría en un menor valor alimenticio, además tiene un bajo contenido de triptófano y metionina, Wall (1975); y posee muy poco ó nulo valor en

carotenos, Cullison (1983).

Maynard et al (1981) señalan que el porcentaje de proteína suele variar en los sorgos desde un 9% a un 12% de tal manera que aquellos sorgos con mayor porcentaje de proteína deberían contener menor cantidad de energía metabolizable que aquellos con menor porcentaje de proteína.

Las proteínas del sorgo, ( Paulis y Wall. 1978), están constituidas por albúminas, globulinas y principalmente por prolaminas y gluteínas, siendo las dos primeras las de mejor calidad, poseen un buen patrón de aminoácidos esenciales y son altamente disponibles.

De acuerdo con Feedstuffs citado por Sosa, (1987) es importante destacar que en términos de disponibilidad, los aminoácidos del maíz son más disponibles, 93% vs 83%. que los del sorgo, según sus datos no existe información respecto a la disponibilidad de aminoácidos de los sorgos producidos en México.

## 2.3. Taninos

### 2.3.1. Conceptos generales

Los taninos son compuestos de alto peso molecular (500-5000), ( Walker, 1975), que contienen suficientes grupos hidroxifenólicos que permiten la formación de puentes estables con las proteínas. Tienen la propiedad de precipitar alcaloides y proteínas, también se pueden combinar con la celulosa o las pectinas.

### 2.3.2. Clasificación de taninos

Clowes y Juniper (1968) indican que existen varios tipos de clasificación de los taninos. Una clasificación sencilla y útil es la siguiente:

1. Taninos Hidrolizables.- Son aquellos que producen después de hidrólisis, ácido fenólico y carbohidratos, usualmente glucosa.
2. Taninos Condensados.- Constituidos por flavan-3-des (catequinas) y flavan-3,4 dioles (leucoantocianidinas) como polímeros amorfos cuyo contenido de carbohidratos es nulo o bajo. Estos últimos son los más extensamente distribuidos en las plantas superiores (entre ellas los forrajes). La diferencia con los hidrolizables es que caen dentro del rango

de polímeros.

### 2.3.3. Contenido de taninos en el grano de sorgo

Burns (1963) utilizó un método para la estimación de taninos en función de equivalentes de catequina, en el sorgo para grano (método de la vainillina acidificada). Éste involucra la extracción con metanol durante toda la noche del grano molido a temperatura ambiente. Una alícuota del extracto es agregada a una solución de vainillina y ácido hidroclicórico, y el color resultante es leído en un colorímetro a 500-525 m $\mu$ . El reactivo es específico para compuestos astringentes en plantas y los resultados estuvieron altamente correlacionados con la digestibilidad.

El interés en el contenido de taninos del sorgo para grano, Harris (1970), Cummins (1970) y Burns (1970), ha aumentado desde que la más baja digestibilidad de algunas variedades ha sido atribuida al alto contenido de taninos. El método de la vainillina acidificada está bien adaptado para análisis de alimentos de rumiantes ya que la reacción de la vainillina acidificada es específica para compuestos a los que se atribuye astringencia en las plantas (Bates 1954, Smith 1954 y Lerner 1954).

De acuerdo con Fahn (1974) y Esaú (1963), los taninos pueden ser de color amarillo, rojo o café y se localizan en la vacuola o en el citoplasma. Al parecer, ningún tejido de plantas vasculares carece de taninos, concentrándose en los frutos, las cubiertas de las semillas y otras partes.

#### 2.3.4. Efecto de los taninos en la nutrición animal.

Los granos de sorgo con alta cantidad de taninos, según Chang y Fuller (1964), reducen el aumento de peso de pollos en crecimiento, ellos utilizaron unas dietas elaboradas con sorgo y otras sustituyéndolo con maíz, encontraron además que tal disminución del crecimiento podía ser atenuada agregando metionina o colina a las raciones, estos portadores del grupo metilo reaccionan con los taninos mejorando la digestibilidad de las proteínas disponibles.

Extractos de taninos obtenidos de *Ceratonia sicca* (encino) inhibían las enzimas digestivas, en especial la tripsina, alfa-amilasa y lipasa (en monogástricos) (Tamir y Alumot, 1968).

Burns (1971) menciona que los compuestos tánicos están fuertemente relacionados con el sabor amargo y sensación astringente de los alimentos y se ha comprobado que los

polifenoles inhiben algunas enzimas digestivas y reducen la disponibilidad de proteína asimilable, causando de esta manera problemas digestivos en animales monogástricos. En un experimento donde se determinó el contenido de taninos en la variedad de *Astragalus*. Davis (1973) reveló valores no excesivamente altos de taninos. Todos los valores de taninos fueron muy bajos en comparación con los reportados para *Lespedeza*. Las plantas con niveles de tanino sumamente bajas no debieron ser rechazadas por el apacentamiento de animales sobre el elemento fundamental del tanino solo.

Recientemente se ha encontrado que en la alimentación de rumiantes los taninos pueden favorecer la asimilación del alimento; los taninos son astringentes y pueden ser tóxicos para los monogástricos, sin embargo, se ha encontrado que para los rumiantes los taninos presentan un efecto benéfico, entre los cuales está la prevención del timpanismo y la protección contra la rápida degradación ruminal. Mangan (1988).

#### 2.4. RELACION TANINO / PROTEINA

Una clara correlación se encontró entre el contenido de taninos del sorgo y el contenido de proteína insoluble. Sosa (1987), quien menciona que al aumentar el contenido de taninos el contenido de proteína insoluble aumenta, esto es debido a que los taninos tienen una gran afinidad por combinarse con las proteínas, especialmente con prolaminas, formando un complejo tanino-proteína mediante numerosos enlaces de hidrógeno, covalentes e iónicos. Ese complejo no es hidrolizado por la acción de las enzimas digestivas, lo que se traduce en una menor disponibilidad de la proteína y aminoácidos.

La propiedad fundamental de los taninos es su capacidad de combinarse con las proteínas y con otros polímeros como la celulosa (Ribéreau-Gayon 1968). En 1977 Suárez concluye, que la disminución en el crecimiento de pollos se presenta cuando las dietas preparadas con sorgo tienen menos del 12% de proteína y cantidades mayores de 0.60% de equivalente de ácido tánico, por lo que la utilización de sorgos con bajo contenido de compuestos fenólicos depende de la cantidad de la proteína (la determinación del porcentaje de taninos fue por el método de Burns, 1963).

El efecto de los taninos en el animal así como su efecto

en la calidad de los forrajes fué revisado por Mc Lead en 1974, mencionando que los taninos son complejos de polímeros fenólicos los cuales varían en su estructura química y actividad biológica. El no reportó los efectos de los taninos contenidos en los granos de sorgo, sin embargo, menciona que taninos de otros alimentos pueden modificar drásticamente la digestibilidad de la proteína, incluso puede modificar el desarrollo microbiano ya que los taninos afectan las paredes celulares de las bacterias.

Mc Ginty (1969) usó semilla de sorgo de varios colores producidas en el mismo medio ambiente para determinar el valor relativo alimenticio, las variedades de la semilla café fueron significativamente inferiores en la digestibilidad de proteína en rumiantes que las variedades de la semilla blanca, roja o amarilla.

Los taninos reaccionan con las proteínas formando el complejo tanino-proteína por medio de cuatro tipos de enlaces:

- a) Enlaces de hidrógeno
- b) Enlaces iónicos
- c) Enlaces covalentes
- d) Interacciones hidrofóbicas

Estas interacciones disminuyen la digestibilidad de las



proteínas siendo perjudicial en el caso de los monogástricos, pero en los rumiantes se ha encontrado que la proteína es utilizada más eficiente si se protege contra la deaminación bacteriana en el rumen. Esta protección es incrementada por los taninos, (Mangan, 1988).

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (F.A.U.A.N.L.) localizada en el municipio de Marín N.L., cuya ubicación geográfica corresponde a los 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste del meridiano de Greenwich con una elevación de 367 msnm, cuyos límites políticos son: al norte colinda con el municipio de Higuera, al sur con Pesquería, al este con Dr. González y al oeste con General Zuazua, todos del estado de Nuevo León.

#### 3.2. Materiales

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizaron 124 tipos de grano de sorgo que incluyen híbridos experimentales y variedades de polinización libre, ambos desarrollados por el Programa de Mejoramiento Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L., híbridos proporcionados por la Universidad de Nebraska e híbridos comerciales de los cuales unos fueron utilizados como testigos. Este material proviene de una siembra de nueve experimentos efectuada en el ciclo Marín Verano de 1989 (MVB9) en los meses de julio a diciembre, los cuales fueron cosechados durante 1990. Fueron incluidas también las comparaciones de algunos sorgos híbridos experimentales que fueron probados en campo, por la F.A.U.A.N.L. contra los

testigos de híbridos comerciales, los cuales fueron incluidos en algunos de los experimentos con el fin de compararlos con los demás tipos de grano de sorgo en cuanto a su valor nutritivo. Estos nueve experimentos fueron acomodados de tal manera que en cada grupo se incluyeron híbridos experimentales, híbridos comerciales y variedades de polinización libre (a excepción de los experimentos 8 y 9) con el fin de comparar las características nutritivas de cada grano de sorgo al realizar su análisis bromatológico correspondiente.

A continuación la lista de los 124 sorgos utilizados en la investigación :

Experimento uno		Experimento tres	
1	H002001	25	H014050
2	H002030	26	H014037
3	H002114	27	H014112
4	H0021024	28	H014114
5	H003017	29	H014133
6	* H003087	30	H1829030
7	H003114	31	H1829087
8	H0031233	32	* H18291235
9	H0031077	33	H18291077
10	* H003SEPON77	34	VPL 10351
11	HC RB3006	35	HC RB3006
12	HC RB3030	36	HC RB3030
Experimento dos		Experimento cuatro	
13	H005112	37	H18231230
14	H005114	38	* H182310351
15	H006024	39	H18231090362
16	H006030	40	* H18311230
17	H006087	41	* H18311232
18	H007087	42	H183121832
19	H007133	43	* H183110351
20	H0071235	44	H18311090362
21	H10114	45	H218321831
22	H0101232	46	H2183210351
23	HC RB3006	47	H218321090362
24	HC RB3030	48	HN9410351
		49	HN9621832
		50	VPL 10351
		51	VPL 1090362
		52	HC RB3006

Experimento cinco		Experimento siete	
53	H005037	88	H002040
54	* H005085	89	H014024
55	* H005124	90	H0141230
56	* H005131	91	H1823024
57	* H0051230	92	H18231230
58	H0051232	93	HC RB3006
59	* H0051233	94	HC RB3030
60	H007037	95	VPL 10351
61	H007085		
62	* H007124	Experimento ocho (Nebraska)	
63	H007131	96	1836AX884132
64	* H0071230	97	4N-1AX884132
65	H0071232	98	4N-1AX884247
66	H0071233	99	S3AX884182
67	HLI30A037	100	S4AX884127
68	HLI30A085	101	41862AX884304
69	* HLI30A124	102	4N-1AX884130
70	* HLI30A131	103	4N-1AX884252
71	HLI301230	104	N95A/852511
72	HLI301232		
73	* HLI301233	Experimento nueve	
74	HC RB3006	(comerciales)	
75	H18271233	105	PIONNER 8244
76	H18271230	106	SUNCAL T-88
77	* H1827124	107	WM-GS-76-Y
78	H18271232	108	FUNKS G-522DR
79	H1827037	109	FUNKS G-1550
80	HC RB3006	110	WM-GS 66-Y
		111	FUNKS G-1750
Experimento seis		112	WM-GS 61-Y
81	H005040	113	GOLDENACRESTE Y101R
82	H014040	114	JGM 202
83	H1823040	115	CON LEE WRANGLER
84	H1827040	116	JGM 201
85	HLI30040	117	CON LEE RUSTLER
86	VPL LES40R	118	FUNKS G-1715
87	HC RB3006	119	MASTER 911R
		120	SUNCAL S-86
		121	PIONNER X5-18
		122	SUNCAL-ELSA85
		123	FUNKS RA 787
		124	CON LEE WRANGLER

- HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en los experimentos.
- VPL = Variedades de polinización libre.
- \* = Híbridos experimentales superiores en rendimiento a los híbridos comerciales utilizados como testigos, comprobados por el programa de Mejoramiento Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L. en localidades del Noreste de México, ciclo otoño-invierno 1990. (Valdéz 1992, comunicación personal).

### 3.3. Análisis químico

Los 124 tipos de grano de sorgo fueron molidos y pesados para después pasar a determinar las características nutritivas de cada uno (Materia Seca, Cenizas, Proteína cruda y Taninos).

A continuación se describe la metodología usada para cada uno de los métodos de evaluación.

**Materia Seca.**— Este método consistió en evaluar el porcentaje de materia seca de los 124 sorgos. Primeramente se pesaron 2gr de la muestra (grano de sorgo molido) y se metió a la estufa en un crisol a una temperatura de 80°C por un tiempo de 3 hrs, al final por diferencia de peso se determinó el porciento de materia seca por métodos convencionales.

**Cenizas.**— Este método consistió en evaluar el porciento de cenizas de las muestras de sorgo molidas: después de haber determinado materia seca esta misma muestra fué introducida a una mufla a una temperatura de 500°C y por un tiempo de 3hrs dejando reposar hasta el día siguiente para después pasar a determinar dicho porcentaje por métodos convencionales.

Proteína.-Esta determinación tiene como fin el obtener el contenido de nitrógeno de las muestras de sorgo para determinar el porcentaje de proteína. Se procedió por el método convencional de Kjeldhalh normal, (Bateman, 1970).

Taninos.- Esta metodología es con el fin de determinar el porcentaje de taninos en cada muestra de sorgo. Se utilizó el método de la vainillina acidificada mencionado por Burns (1963), en el cual se utiliza un reactivo de vainillina-HCL; este método fué modificado (Gonzalez, 1991), comunicación personal) para permitir la rápida estimación del contenido de taninos relativo del sorgo para grano (en vez de utilizar 1gr de la muestra de sorgo molido se utilizaron 0.1gr y en lugar de utilizar 50ml de metanol, se utilizaron 5ml de este mismo reactivo). Se pesó 0.1gr de cada muestra de sorgo y se procedió a agregar los 5ml de metanol en tubos de ensaye y agitar 2 veces cada 15 minutos y dejarlo reposar toda la noche (24 hrs aprox.) esto con el fin de extraer con metanol los taninos del grano de sorgo molido a temperatura ambiente, sellando cada tubo de ensaye con papel parafina, con el fin de evitar la volatilización del metanol. Al día siguiente se extrajo de cada tubo de ensaye 3 ml de la solución del extracto de metanol (sin partículas de muestra) con una pipeta graduada. se procedió a separar tres tubos de ensaye bien lavados con metanol para evitar cualquier alteración en el experimento, y se usó en cada uno 1 ml de los 3 extraídos anteriormente. Por otro lado se preparó el reactivo con una combinación de volúmenes iguales de 8% de ácido clorhídrico concentrado en metanol y de 4% de

vainillina en metanol (prepararlo cada vez que se requiera utilizar). Estos deben mezclarse justamente antes de usarse y no debe de ser usado después de aparecer indicios de color. Volviendo a lo anterior, de los tres tubos que aplicamos 1 ml de la muestra ya extraída, un tubo de ensaye se va a utilizar como blanco y los dos tubos restantes son repeticiones a los cuales se les agrega 5ml del reactivo vainillina-HCL. La curva estándar para esto, se realiza usando 1ml de cada una de las diluciones estándar de catequina de 0 a 2 mg/ml, agregando 5ml del reactivo de vainillina-HCL. Para la curva estándar y para el tubo con el blanco se determinaron agregando 5ml de HCL al 4 % en metanol (sin vainillina). Finalmente se leen los tubos en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 500  $\mu$  y se hacen los cálculos correspondientes.

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar dentro de cada experimento. Cada muestra fué analizada por duplicado por lo que esto se consideró como repetición.



El modelo estadístico para analizar cada uno de los nueve experimentos fué el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  = es la observación del efecto del  $i$ -ésimo tratamiento de la  $i$ -ésima repetición.

$\mu$  = es el efecto de la media poblacional.

$T_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = es el error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento de la  $i$ -ésima repetición.

Las hipótesis a probar son las siguientes:

$H_0$ : No existe diferencia significativa en el valor nutritivo entre los diferentes tipos de grano de sorgo.

$H_1$ : Existe diferencia significativa en el valor nutritivo entre los diferentes tipos de grano de sorgo.

Se efectuaron análisis de varianza para probar las hipótesis. En los casos que fué necesario se realizaron comparaciones de medias por DMS (Cochran, 1978).

Se efectuó un análisis de correlación entre la variable tanino transformado y la variable proteína cruda, para probar si existió alguna relación lineal significativa entre estas dos variables.

Para el caso de la variable taninos, los datos fueron transformados por medio de arco seno de la raíz de  $x$  (Cochran, 1978), debido a que los datos originales se manejaron como porcentajes, a que se obtuvieron ceros, y al analizarlos se detectaron muchas diferencias significativas, por lo cual se optó por la transformación para verificar dichas diferencias.

Las variables materia seca y cenizas no fué posible analizarlas estadísticamente debido a que sólo se hizo una repetición de cada muestra de sorgo, no obstante los valores de materia seca fueron utilizados en las variables proteína cruda y taninos para convertir sus datos en base a peso seco.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Las observaciones obtenidas en la presente investigación son analizadas y discutidas estadísticamente a continuación.

El valor para los testigos híbridos comerciales RB3030 y RB3006 en la determinación de proteína, es el resultado de una media entre más de siete repeticiones por duplicado efectuadas durante el desarrollo individual de cada uno de los experimentos, resultando con una media de 9.43 y 9.30 respectivamente, y con una desviación estándar de 0.89 y 1.7 . En el caso de la determinación de taninos. los valores promedios de los mismos testigos híbridos comerciales fué de 0 y 0.1 respectivamente. El mismo procedimiento se siguió para las variedades de polinización libre 10351. 1090362 y LES40R donde el valor promedio para proteína fué de 11.00 y para taninos 0.12 .

Para la variable taninos las inferencias estadísticas se reportan según se explica en materiales y métodos.

##### 4.1. Proteína.

En el cuadro 1 del apéndice se muestra el resumen de los análisis de varianza para cada uno de los grupos experimentales de la presente investigación. Sólo los

experimentos en donde hubo diferencia significativa fueron analizados posteriormente. Al detectarse diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos del experimento uno se procedió a realizar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 2 en apéndice) en donde se observa que los híbridos comerciales RB3030 (Tratamiento 12) y RB3006 (Tratamiento 11) mostraron diferencia estadística con los híbridos experimentales H0031077 y H003087 además se debe mencionar que éstos híbridos comerciales fueron los más bajos en cuanto a promedio se refiere (10.76, 10.53) (Figura 1) destacando también que el híbrido experimental H0031077 (tratamiento 9) mostró el valor más alto (15.99). Es importante mencionar que este híbrido experimental fue analizado nuevamente por considerarse su valor en cuanto a contenido de proteína muy alto pero quedó dentro del mismo rango al finalizar su análisis bromatológico.

En el experimento dos se encontró diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos, por lo que se procedió a efectuar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 3 en apéndice); en este se observa que los testigos híbridos comerciales RB3030 (Tratamiento 12) y RB3006 (Tratamiento 11) son diferentes estadísticamente a los híbridos experimentales H10114, H006030, H0071235 y H0101232: los testigos híbridos

Fig. 1. Contenido de proteína cruda en los tratamientos del experimento uno.

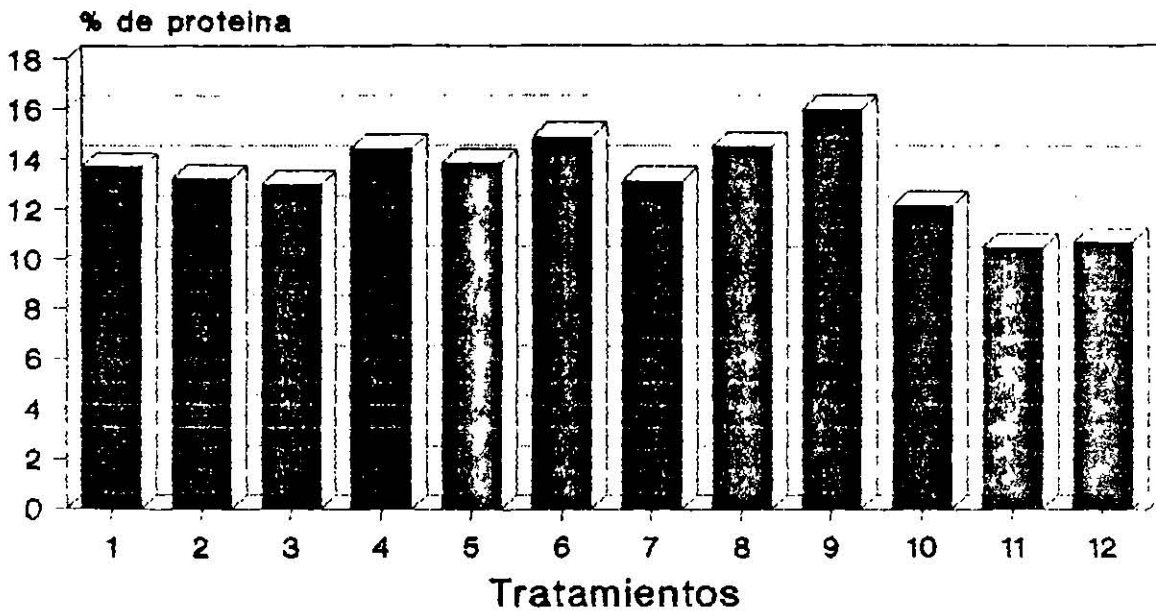
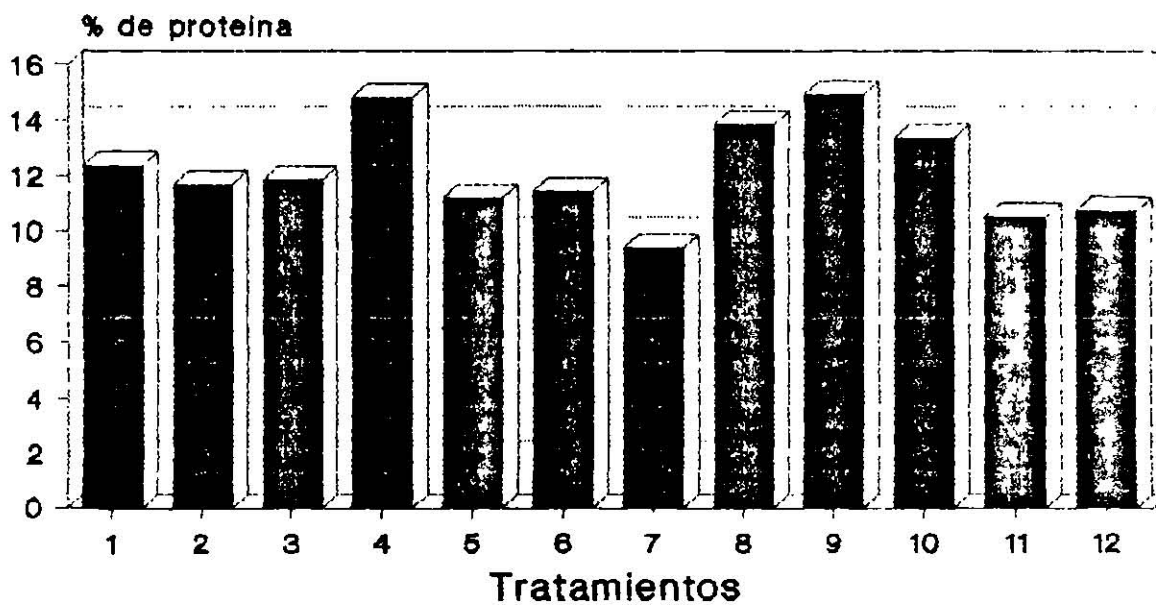


Fig. 2. Contenido de proteína cruda en los tratamientos del experimento dos.



comerciales mencionados anteriormente se encuentran entre los promedios más bajos del experimento (10.76, 10.53) (Figura 2) mencionando que los híbridos experimentales H10114 (Tratamiento 9) y H007133 (Tratamiento 7) son los que muestran el promedio más alto (14.91) y el más bajo (9.39) respectivamente.

Se encontró diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos en el experimento tres, pasando a realizar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 4 en apéndice) en el cual los testigos híbridos comerciales RB3030 (Tratamiento 12) y RB3006 (Tratamiento 11) no mostraron diferencia estadística con los demás híbridos. Puede observarse que los híbridos experimentales H014030 (Tratamiento 1) y H18291235 (Tratamiento 8) fueron los de más alto (12.57) y bajo promedio (9.93), respectivamente (Figura 3).

Al analizar los datos del experimento cuatro no se encontró diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos, por lo que en el cuadro 5 del apéndice se mencionan los contenidos de proteína cruda.

Se detectó una diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos en el experimento cinco, pasando a efectuar una comparación múltiple de medias

Fig. 3. Contenido de proteína cruda en los tratamientos del experimento tres.

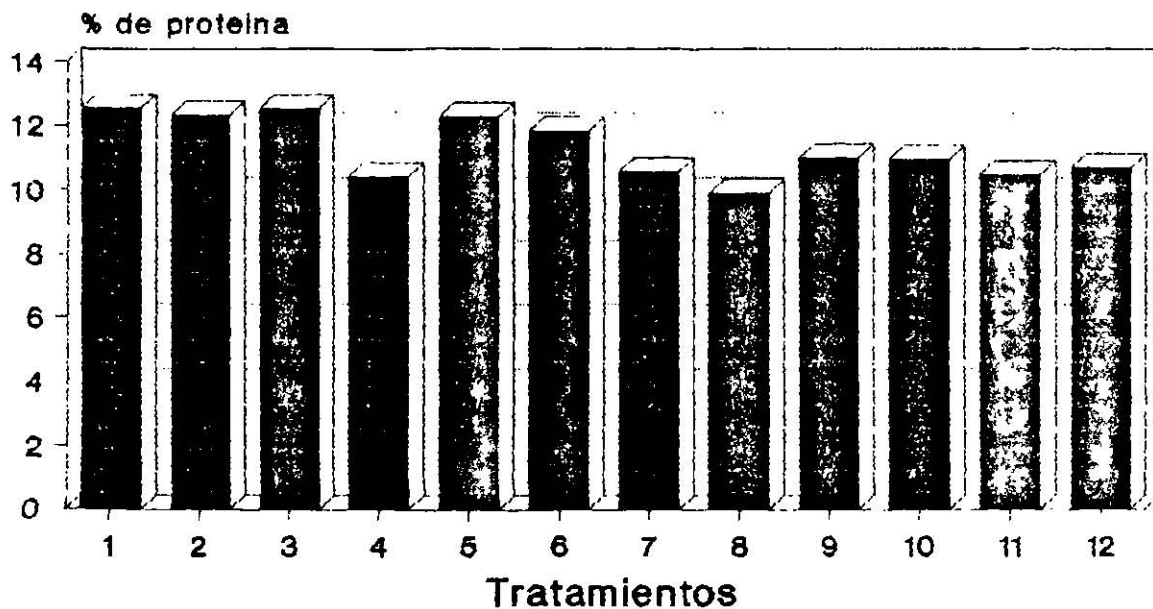
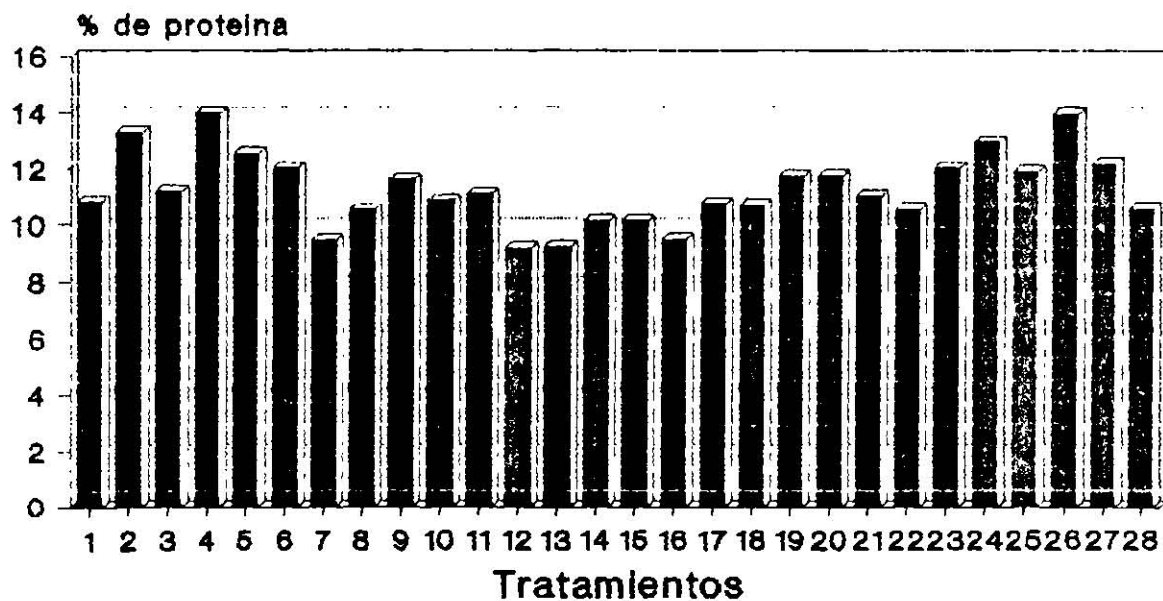


Fig. 4. Contenido de proteína cruda en los tratamintos del experimento cinco.



(DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 6 en el apéndice) en la cual se llegó a la conclusión de que el testigo híbrido comercial RB3006 (Tratamientos 22 y 28) se mostró en general similar a algunos híbridos experimentales, destacando que los híbridos experimentales H005131 (Tratamiento 4) y H0071230 (Tratamiento 12) fueron los más altos y los más bajos promedios en el experimento (13.98 y 9.17), respectivamente (Figura 4).

Después de realizar los ANVA correspondientes a los datos de los experimentos seis y siete, se llegó a la conclusión de que no existió diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos. En los cuadros 7 y 8 del apéndice se muestran los valores de contenido en proteína cruda para los experimentos seis y siete respectivamente.

Con referencia al examen de los datos del experimento ocho se encontró diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos, pasando posteriormente a realizar la comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 9 del apéndice) en la cual el híbrido experimental N95A/S52511 (Tratamiento 9) mostró diferencia estadística con los demás híbridos siendo además el de más bajo promedio (6.85), y el híbrido experimental 4N1AX884132 (Tratamiento 2) obtuvo el más alto promedio (11.32) (Figura 5).



En el experimento nueve se llegó a la conclusión que existió diferencia altamente significativa entre tratamientos por lo que se procedió a realizar un análisis más detallado en la comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 10 en apéndice y figura 6) en los cuales el híbrido comercial CONLEE RUSTLER muestra el promedio más bajo (7.22) (tratamiento 13), y PIONNER XS-183 muestra el promedio más alto (15.24) (tratamiento 17), aclarando que este último híbrido fue analizado nuevamente por considerarse su valor de contenido de proteína cruda muy alto pero quedó nuevamente dentro del promedio anterior.

#### 4.2. Taninos.

En el cuadro 11 del apéndice se muestra el resumen de los análisis de varianza para cada uno de los grupos experimentales de la variable taninos. Solo en los experimentos donde se encontró diferencia significativa entre efectos medios de tratamientos se hicieron comparaciones de medias.

Los efectos medios de los tratamientos en el experimento uno mostraron una diferencia altamente significativa por lo que de igual manera se procedió a realizar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 2 en apéndice) para determinar donde estuvieron las diferencias: el híbrido comercial RB3030 (Tratamiento 12) mostró diferencia

Fig. 5. Contenido de proteína cruda en los tratamientos del experimento ocho.

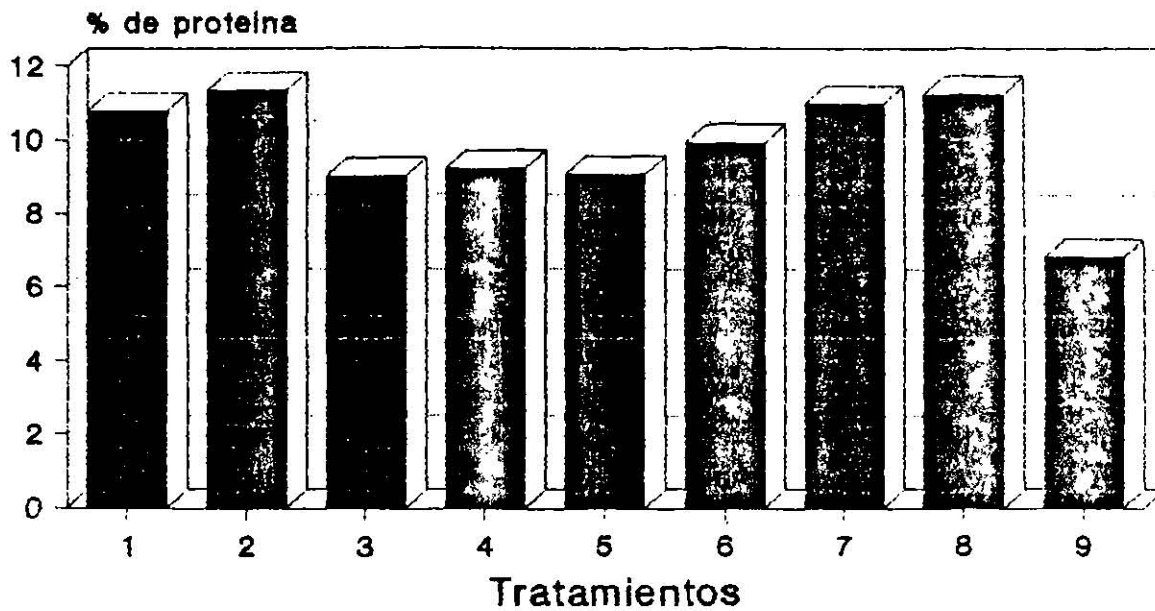
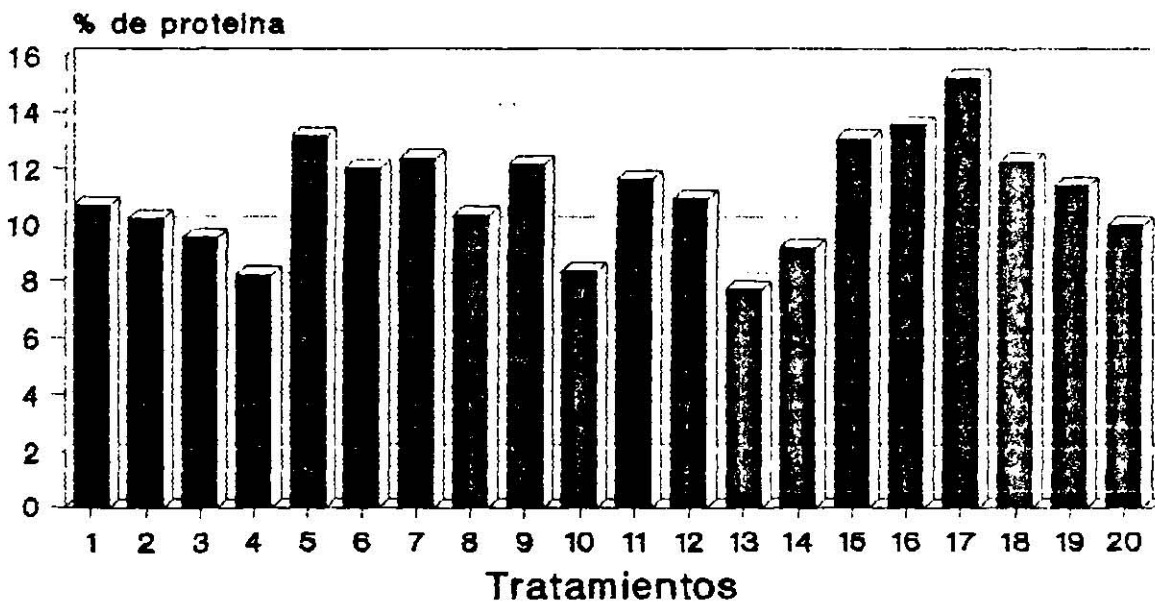


Fig. 6. Contenido de proteína cruda en los tratamientos del experimento nueve.



significativa con respecto al otro híbrido comercial y al híbrido experimental H003087 (Tratamiento 6), siendo este último el que mostró el mayor promedio real de tanino (1.54) (Figura 7). Cabe mencionar que los híbridos experimentales H003087 y H003SEPON77, fueron superiores en campo en cuanto a rendimiento a los testigos híbridos comerciales (Cuadro 2 en apéndice) en algunas de las localidades del Noroeste de México, ciclo otoño-invierno 90 (Valdéz 1992, comunicación personal).

El experimento dos mostró una diferencia significativa entre el efecto medio de tratamientos procediendo a realizar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.05$ ) (Cuadro 3 en apéndice) en el cual se observó que los testigos híbridos comerciales mostraron diferencia estadística entre ellos; también se puede mencionar que de los híbridos experimentales el demás alto promedio fue el H10114 (0.20) (Tratamiento 9) (Figura 8).

No se encontró diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos para el experimento tres, sin embargo en el cuadro 4 del apéndice se muestran sus valores de contenido de taninos. Es importante mencionar que en este experimento se incluyó una variedad de polinización libre (la 10351) la cual fue muy similar en su contenido promedio (0.12), a la del híbrido comercial RB3006 (0.11).

Fig. 7. Contenido de taninos en los tratamientos del experimento uno.

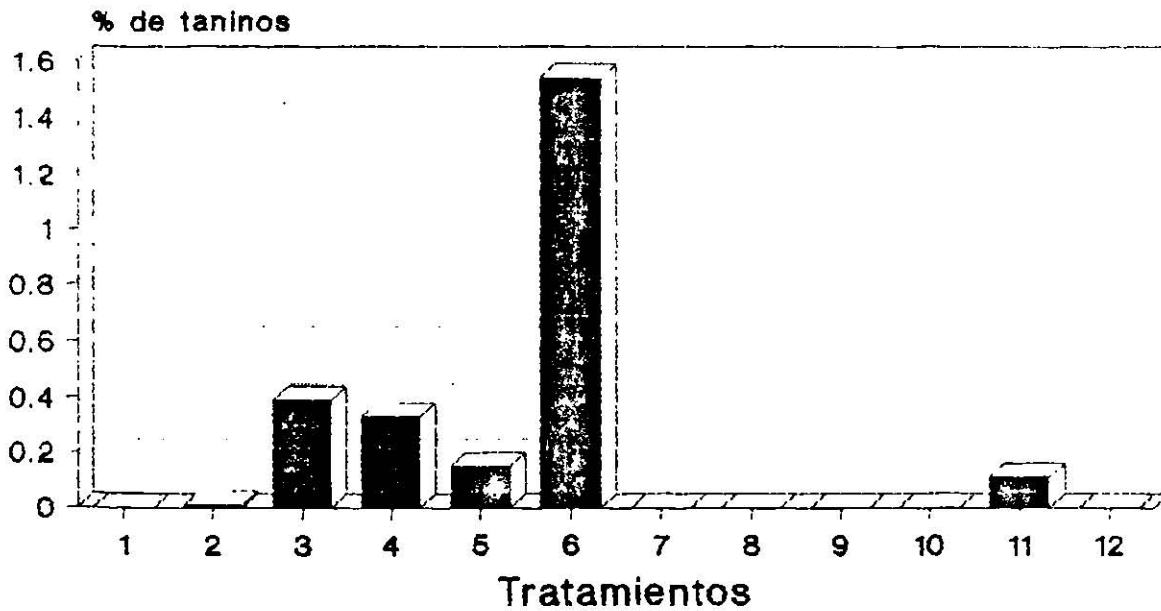
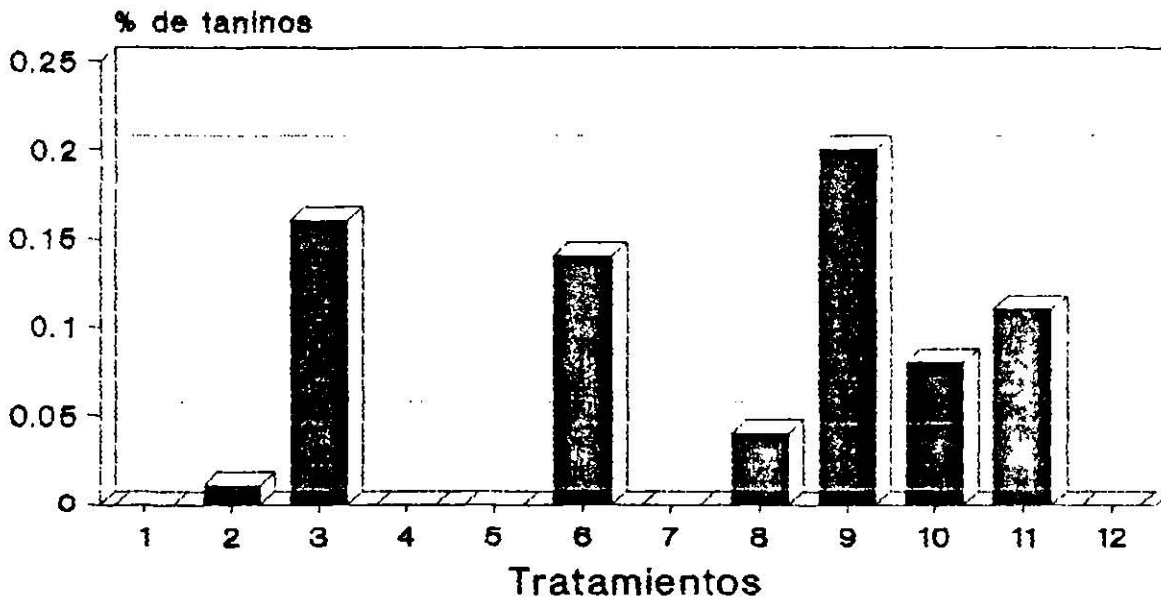


Fig. 8. Contenido de taninos en los tratamientos del experimento dos.



Cabe agregar también que el híbrido experimental H18291235 fue superior en campo en cuanto a rendimiento a los testigos híbridos comerciales en algunas localidades del Noreste de México, ciclo otoño-invierno 90. (Valdéz 1992, comunicación personal).

En el experimento cuatro se concluyó no haber encontrado diferencia significativa entre los efectos de tratamientos, sin embargo sus valores de contenido de taninos se muestran en el cuadro 5 del apéndice. Cabe mencionar que dentro de este experimento se analizaron dos variedades de polinización libre la 10351 y la 1090362. Es importante destacar los híbridos experimentales H182310351, H18311230, H18311232, H183110351, H2183210351 y HN9621832 los cuales fueron superiores en campo en cuanto a rendimiento, a los testigos híbridos comerciales del experimento (Cuadro 5 en apéndice) en las localidades del Noreste de México, ciclo otoño-invierno 90 (Valdéz 1992, comunicación personal).

Cuando se analizó la información obtenida en el experimento cinco mostró una diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos, por lo cual se procedió a una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 6 del apéndice) en el cual se encontró que el híbrido comercial RB3006 (Tratamientos 22 y 28) fue similar estadísticamente a algunos híbridos experimentales.

mencionando que el híbrido experimental H005124 (Tratamiento 3) fué el de más alto promedio (7.31) (Figura 9). Es importante hacer resaltar que de los híbridos experimentales los siguientes: H005124, H005131, H1827124, H007124, HLI30A131, HLI30A124, difirieron estadísticamente a los testigos híbridos comerciales (Cuadro 6 en apéndice).

En el experimento seis se encontró diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos, por lo que se procedió a efectuar una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 7 en apéndice), en el cual el testigo híbrido comercial RB3006 (Tratamiento 7) fué diferente estadísticamente con cada uno de los híbridos experimentales, excepto con H005040 (Tratamiento 1), resaltando también que éste híbrido comercial fué el más bajo en cuanto a promedio, (0.11) mencionando que el híbrido experimental HLI30040 (Tratamiento 5) fué el de más alto promedio (4.68) (Figura 10). Se debe hacer mención que dentro de este experimento se incluyó una variedad de polinización libre que fué la LES40R, la cual en la variable taninos mostró una diferencia marcada estadísticamente con el resto de los híbridos excepto con el híbrido experimental H014040 (Cuadro 7 en apéndice).

• Considerando ahora el experimento siete se observó una diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, por lo que se llevó a cabo una comparación múltiple de medias

Fig. 9. Contenido de taninos en los tratamientos del experimento cinco.

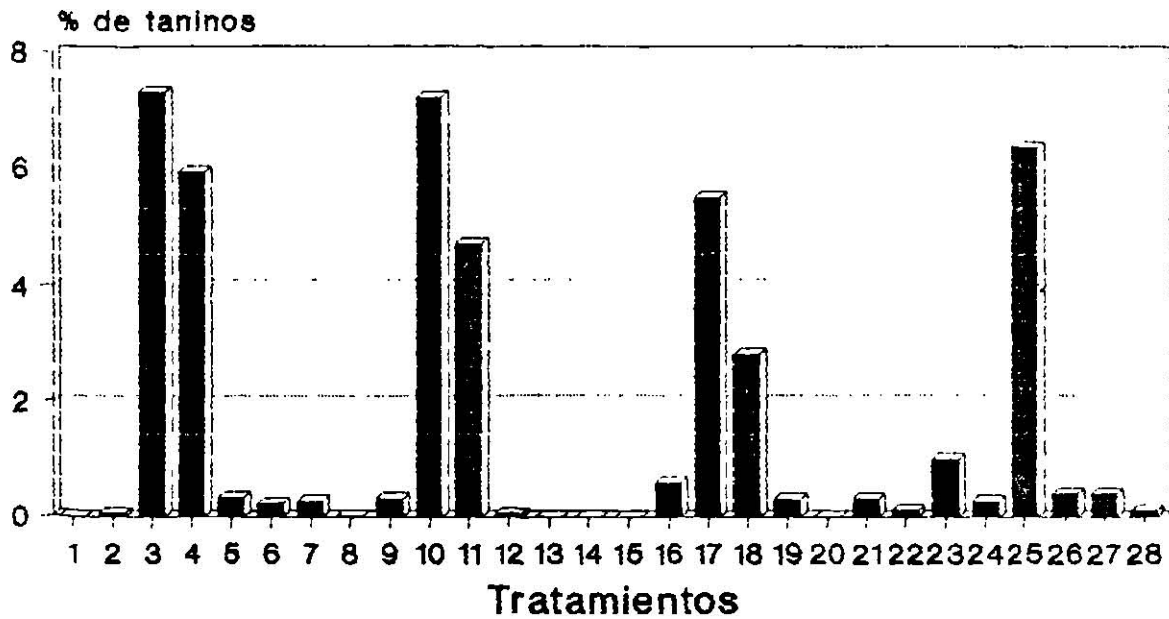
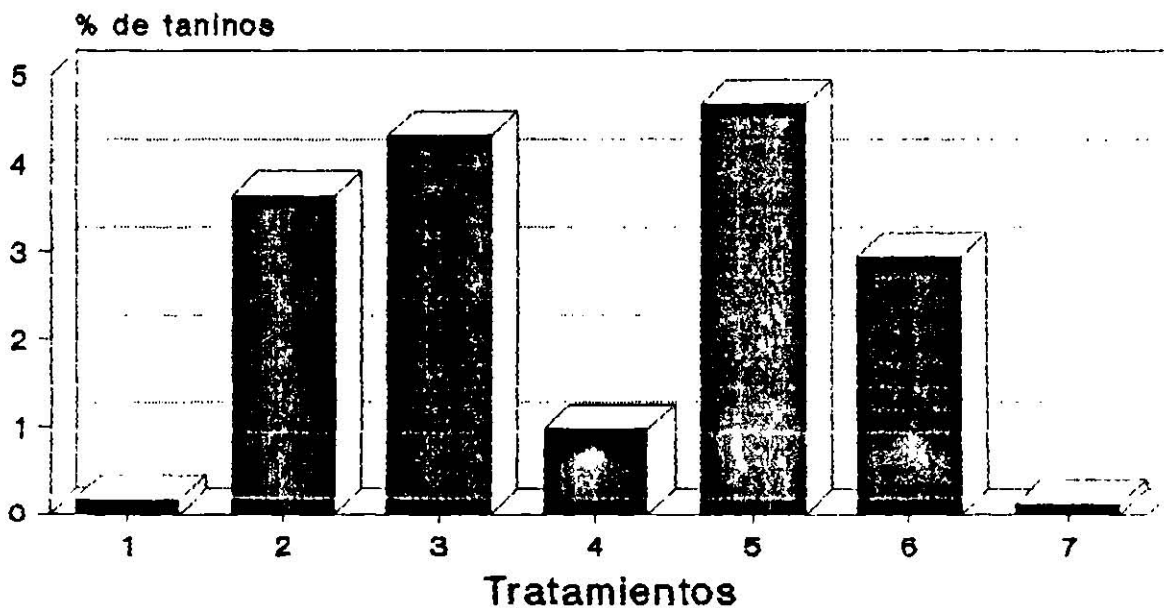


Fig. 10 Contenido de taninos en los tratamientos del experimento seis.



(DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 8 en apéndice) en el cual el testigo híbrido comercial RB3006 es diferente estadísticamente con los híbridos experimentales, en cambio el otro testigo comercial RB3030 estadísticamente fue diferente a los híbridos H014024, H0141230 y H002040. observando que el híbrido experimental H002040 (Tratamiento 1) es el más alto en cuanto al contenido (3.71) (Figura 11). Es importante observar que se incluyó una variedad de polinización libre (la 10351) la cual mostró diferencia estadística sólo con los híbridos RB3006, H014024, H0141230 y H002040 (Cuadro 8 en apéndice).

La conclusión a que se llegó en el experimento ocho es que no hubo diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos, sin embargo, en el cuadro 9 del apéndice se muestran sus valores de contenido de taninos. En este experimento no hubo testigos híbridos comerciales, aclarando que todos fueron híbridos experimentales proporcionados por la Universidad de Nebraska.

Una diferencia altamente significativa fue detectada entre los efectos medios de tratamientos en el experimento nueve, por lo que se hizo una comparación múltiple de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) (Cuadro 10 en apéndice y Figura 12) en donde se observó que el híbrido comercial PIONEER XS-183 (Tratamiento 17) fue el de mayor promedio (5.60); todos los híbridos utilizados en este experimento fueron comerciales.



Fig. 11. Contenido de taninos en los tratamientos del experimento siete.

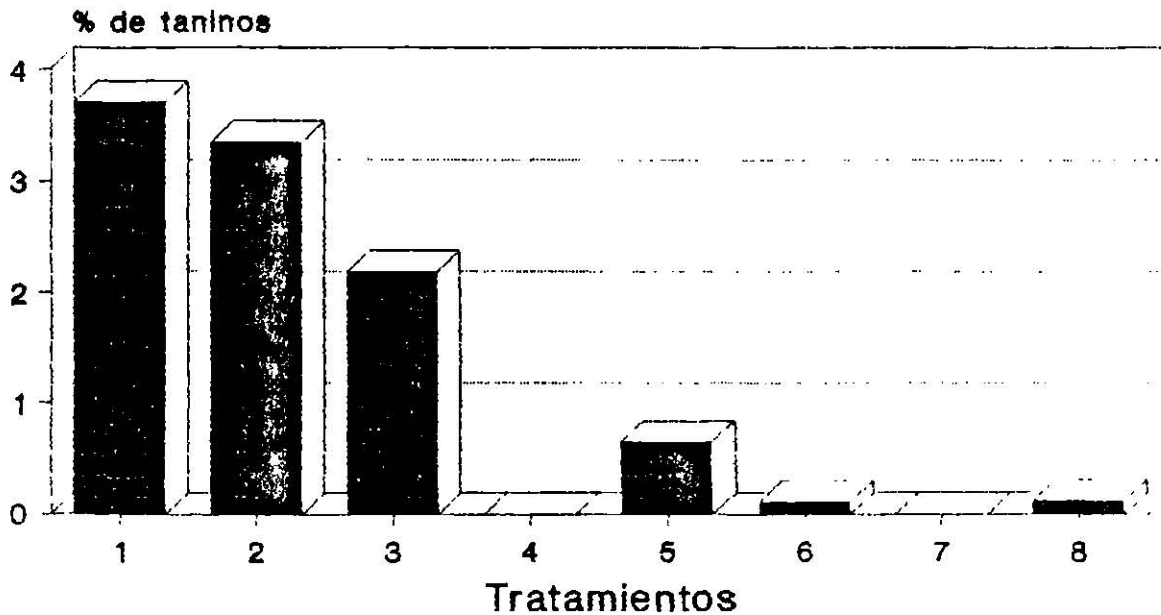
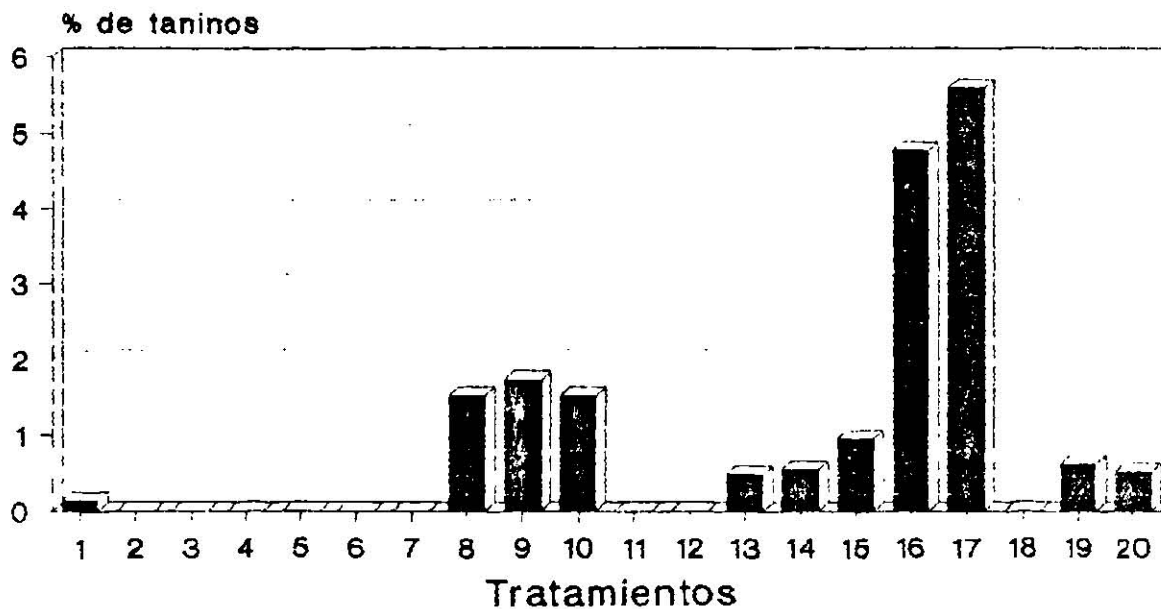


Fig. 12. Contenido de taninos en los tratamientos del experimento nueve.



## Análisis de correlación

La correlación o el grado de asociación lineal entre la variable tanino transformado y la variable proteína real no fue significativa.

### 4.3. Tipos de sorgo con potencial de explotación comercial.

De acuerdo a lo discutido anteriormente en los puntos 4.1 y 4.2 se incluye en los cuadros 12 y 13 (a continuación) los tipos de sorgo recomendados de acuerdo a sus características nutritivas para animales monogástricos y rumiantes. Church y Pond (1977) mencionan que el contenido medio de proteína en el grano de sorgo es de 11% aproximadamente, aunque puede ser bastante variable, esto apoya las determinaciones y los resultados realizados en el presente trabajo debido a que estos variaron desde 6.85% hasta 15.99% que fue el máximo contenido de proteína. Por otro lado Axtell et al (1977), aseveran que los valores medios de taninos, para variedades con bajo y alto contenido es de 0.38 y 3.40 respectivamente: en la presente investigación se obtuvieron contenidos de taninos variables donde hubo valores desde 0% que fue el mínimo hasta 7.31% que fue el máximo valor determinado.

Cuadro 12. Tipos de grano de sorgo más importantes en la investigación recomendados para la alimentación de animales monogástricos. (mayor contenido de proteína cruda y menor contenido de taninos).

Tipo de Sorgo	# del Experimento	P	T	Nombre
HE	1	15.99	0.00	H0031077
HE	1	14.54	0.00	H0031233
HE	1	13.71	0.00	H002001
HE	1	13.18	0.00	H003114
* HE	1	12.21	0.00	H003SEPN77
HE	1	13.24	0.01	H002030
HE	1	13.85	0.15	H003017
HE	2	14.83	0.00	H006030
HE	2	12.37	0.00	H005112
HE	2	13.84	0.04	H0071235
HE	2	13.36	0.08	H0101232
HE	2	14.91	0.20	H10114
HE	3	12.55	0.17	H014112
HE	3	12.30	0.21	H014133
HE	3	12.57	0.23	H014030
HE	4	12.11	0.18	H18231090362
* HE	5	13.29	0.05	H005085
HE	5	12.04	0.23	H0051232
HE	5	12.94	0.27	H18271230
* HE	5	12.54	0.33	H0051230
HC	9	12.03	0.00	WM6S-66-Y
HC	9	12.26	0.00	SUNCAL-ELSAB5
HC	9	12.38	0.00	FUNKS-G-1750
HC	9	13.18	0.00	FUNKS G-1550

HE = Híbridos experimentales.

HC = Híbridos comerciales

\* = Híbridos experimentales de buen comportamiento en campo, en cuanto a rendimiento de grano.

P = Contenido de proteína en los sorgos.

T = Contenido de taninos en los granos de sorgo.

Nota: Los valores medios de taninos para variedades con bajo y alto contenido es de 0.38 y 3.40 respectivamente, (Axtell, 1977).

Cuadro 13. Tipos de grano de sorgo más importantes en la presente investigación, recomendados para la alimentación en rumiantes (alto contenido de proteína, alto contenido de taninos).

Tipo de Sorgo	# del Experimento	P	T	Nombre
* HE	1	14.92	1.54	H003087
* HE	5	11.15	7.31	H005124
* HE	5	11.89	6.36	H1827124
* HE	5	13.98	5.93	H005131
HE	5	11.06	4.72	H007131
* HE	5	10.84	7.22	H007124
* HE	5	10.71	5.49	HLI30A124
HE	6	11.48	4.68	HLI30040
HE	6	9.44	4.32	H1823040
HE	6	11.05	3.64	H014040
HC	9	15.24	5.60	PIONNERXS-183
HC	9	13.57	4.77	SUNCAL S-86

HE = Híbridos experimentales

HC = Híbridos comerciales

\* = Híbridos experimentales de buen comportamiento en campo, en cuanto a rendimiento de grano.

P = Contenido de proteína en los granos de sorgo.

T = Contenido de taninos en los granos de sorgo.

Nota: Los valores medios de taninos para variedades con bajo y alto contenido es de 0.38 y 3.40 respectivamente, (Axtell, 1977).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos en la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

La variable proteína mostró en general cierta congruencia en los análisis de los nueve experimentos, destacando el experimento uno como el que incluyó el tratamiento de mayor porcentaje de contenido de proteína cruda y el experimento ocho (híbridos de Nebraska) como el de menor porcentaje, quedando los restantes entre estos dos grupos limitantes, aclarando que no todos los experimentos contienen el mismo número de tipos de sorgo, variando desde 12 tratamientos el mínimo y 28 tratamientos el máximo. Los efectos medios de los tratamientos mostraron en su mayoría diferencia altamente significativa, tal es el caso de los experimentos dos, cinco, ocho y nueve; los experimentos uno y tres tuvieron diferencia significativa y los experimentos cuatro, seis y siete no mostraron diferencia significativa entre los efectos medios de tratamientos.

Los datos para la variable taninos tuvieron que ser transformados para su interpretación estadística tal como se menciona en materiales y métodos, pero su media general y su desviación estándar son obtenidos en base a datos reales de contenido de taninos; mostrando los nueve experimentos en

general valores normales de porcentaje de taninos. tomando en cuenta que los valores medios de taninos, para variedades con bajo y alto contenido es de 0.38 y 3.40 respectivamente (Axtell et. al..1977). Destacando el experimento seis como el más alto en promedio (2.48) y el experimento dos como el de más bajo contenido de taninos (0.06), aclarando que no todos los experimentos muestran el mismo número de tipos de sorgo. Los experimentos uno, cinco, seis, siete y nueve mostraron diferencia altamente significativa entre los efectos medios de los tratamientos y el experimento dos exhibió una diferencia significativa, mientras que los grupos experimentales tres, cuatro y ocho no tuvieron resultados significativos.

## 5.2. Recomendaciones

Para subsecuentes trabajos de investigación, se hacen las siguientes recomendaciones, las cuales servirán para orientar y perfeccionar las investigaciones posteriores a esta.

Es recomendable tomar en cuenta cada uno de los sorgos híbridos experimentales que fueron probados en campo en cuanto a rendimiento de grano por la F.A.U.A.N.L, como una referencia importante para su explotación comercial.

Se recomienda continuar la investigación para llevar a

campo a probar los restantes híbridos experimentales de sorgo. así como se hizo anteriormente.

También se sugiere que en posteriores trabajos relacionados con el presente, se lleven a cabo más de dos repeticiones en cada determinación para que haya más exactitud en los resultados.

Se recomiendan utilizar los tipos de sorgo mencionados en los cuadros 12 y 13 para hacer un estudio bromatológico más detallado y determinar otras características nutritivas de importancia así como probar estos mismos en digestibilidad in vivo.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar las características nutritivas de granos de sorgo híbridos experimentales desarrollados por la F.A.U.A.N.L., híbridos de sorgo proporcionados por la Universidad de Nebraska, híbridos comerciales existentes en el mercado y 3 variedades de polinización libre, en total 124 tipos de grano de sorgo, los cuales estuvieron divididos en nueve grupos experimentales dentro de los cuales variaban desde 12 tratamientos el mínimo hasta 28 que fué el máximo de tratamientos en un experimento. Se incluyeron en la mayoría de estos, dos híbridos comerciales utilizados como testigos, además de variedades de polinización libre para compararlos con el resto de los híbridos experimentales de cada grupo; aclarando también que en el experimento ocho todos son sorgos proporcionados por la Universidad de Nebraska donde no hubo testigos y el experimento nueve en donde todos son híbridos comerciales existentes en el mercado. A cada uno de los sorgos mencionados se les determinó sus características nutritivas tales como proteína cruda, utilizando el método de Kjeldahl (Bateman, 1970), taninos utilizando el método de Burns (1963), materia seca y cenizas por métodos convencionales. Solamente fueron analizadas estadísticamente con un modelo completamente al azar las variables proteína cruda y taninos, debido a que las variables materia seca y cenizas no fué posible razonarlas estadísticamente ya que sólo se realizó una repetición de cada muestra de sorgo.



En conclusión los nueva experimentos mostraron valores aceptables de contenido de proteína cruda y taninos: destacando los experimentos uno y ocho de la variable proteína cruda, seis y dos de la variable taninos como los mayores y menores respectivamente. También se muestran en los cuadros 12 y 13 los tipos de sorgo recomendados según sus características nutritivas para animales monogástricos y rumiantes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Axtell, J.D. y D.L. Oswalt, et al. 1977. Componentes de la calidad nutritiva del grano de sorgo. Maiz de alta calidad proteínica. Ed. Limusa. México. P 408-417.
- Bateman, V.J. 1970. Nutrición animal. Primera edición. P 150-191.
- Bates, Smith, E.C.; and N.H. Lerner. 1954. Leuco-anthocyanins in leaves. *Biochem J.* 58:126-132.
- Bermejo, Zuazua A. 1971. Alimentación del ganado. Quinta edición. Editorial Musigraf. España. P 33.
- Burns, R.E. 1963. Methods of tannin analysis for forage crop evaluation. *Univ. of Ga. Agr.Sta. Tech Bull.* N.S. 32. 14 p.
- Burns, R.E. 1971. Method for estimation of tannin in grain sorghum. *Agr. J.* 63:511-512.
- Cejudo, G.H.E. 1974. Análisis químico de cebadas desnudas con alto contenido de lisina, obtenidas por experimentos genéticos. Tesis profesional. Esc. Nal. de ciencias biológicas. IPN. México. P 11, 12.
- Chang, S.I. and H.L. Fuller. 1964. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks *Poultry Sci.* 43:30-36.
- Church y Pond. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Ed. Acribia. España. P 375, 376.

- Church, P.C. Pond. 1982. Basic Animal Nutrition and Feeding. 2a Edition. Ed. D.C. Church. U.S.A. P 317-319.
- Clowes, F.A. and Juniper, B.E. 1968. Plant cells. Blackwell Scientific Publications Oxford. P 546.
- Cochran. 1978. Métodos estadísticos. Ed. Continental. Quinta Edición. P 337-406.
- Cullison. A. E. 1983. Alimentos y alimentación de animales. Primera Edición. Editorial Diana. México. Capítulo 29.
- Davis. A.M. 1973. A.J. Protein, Crude fiber, Tannin and Oxalate concentrationsof some introduced Astragalus Species. Vol 65:613-614.
- Esau, K. 1963. Ultrastructure of differentiated cells in higher plants. Amer. J. Bot. 50:495-506.
- Fahn. A. 1974. Plant Anatomy. 2a Edition. Pergamon Press, Oxford. 611 p.
- Harris, H.B.; D.G. Cummins and R.E. Burns. 1970. Tannin content an digestibility of bagging. Agron. J. 62:633-635.
- Mangan. J.L. 1988. Nutritional effects of Tannins in animal feeds. Nutrition Research Reviews. Vol 1:209-231.
- Maynard. L.A. 1968. Nutrición Animal. Tercera Edición. Editorial UTEHA. México. P 84-85.
- Maynard, L.A.; J.K. Lossli; H.F.Hintr y R.J. Warner. 1981. Nutrición Animal. Séptima Edición. Ed. Mc Graw Hill. México. P 640.

- Mc Donald. P.R.A. Edwards: J.F.D. Greenhain. 1979. *Nutrición Animal. Segunda Edición. Ed. Acribia. España. P 382.*
- McLeod, M.N. 1974. Plant tannins their role in forage quality *Nutrition Abstracts and Reviews.44 (11):803-805.*
- Mc Ginty, D.D. 1969. Variation in digestibility of sorghum varieties. *Proc. 6th Biennial Int. grain sorghum res. and utilization conf (Amarillo, Tex, March 5-7 (1969):20-23).*
- Morrison B., Frank. 1951. *Alimentos y alimentación del ganado. Editorial Eteha. México. P 578-580.*
- Ribéreau-Gayon, P. 1968. *Plant Phenolics. Oliver and Boyd. Ed. inburgh. 254 p*
- Rooney, L. W. and L. E. Clark. 1968. The chemistry and processing of sorghum grain cereal. *Sci. Today 13 (7):258-261.*
- Sosa Montes E. 1987. Factores que limitan el uso del sorgo en la alimentación de las aves. AMENA. III Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de especialistas en nutrición animal A.C. Cocoyoc. Estado de Morelos. Oct. de 1987. P 254.
- Suárez, F.J.A. 1977. Estudio comparativo entre variedades de sorgo con diferente contenido de taninos en dietas para pollos. Tesis M.C. Colegio de postgraduados ENA. Chapingo. México.
- Tamir, M. and E. Alumot. 1968. Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs. *J. Sci. Food Agric. 20:199-202.*

- Walker, J.R.L. 1975. The biology of plant phenolics studies in biology. No 54. Edward Arnold. London. P 57.
- Wall, J.S. and L.W. Paulis. 1978. Corn and sorghum grain proteins. Advances in cereal science and technology. P 135-219.
- Wall, J.S. and Williams. 1975. Producción y usos del sorgo. Primera Edición. Editorial hemisferio sur. Argentina. Capítulos 4 y 14.

## B. APENDICE

Cuadro 1. Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable proteína cruda en los nueve experimentos.

Exp.	$\bar{x}$ General	Desv. Est.	C.M. (Err)	C.M. (Trat)	Niv. Sig.	C.V. (%)
1	13.40	1.72	1.85	5.95	*	10.14
2	12.64	2.63	1.91	13.88	**	10.95
3	11.29	0.95	0.66	1.83	*	7.21
4	10.48	1.20	1.60	2.90	N S	12.07
5	11.43	1.59	1.64	5.10	**	11.22
6	10.24	0.86	1.68	1.49	N S	12.67
7	9.88	1.07	0.68	2.31	N S	8.34
8	9.73	1.46	0.40	4.20	**	6.46
9	11.11	1.95	0.86	7.63	**	8.35

Exp = Número del experimento

$\bar{x}$  General = Media general del contenido de proteína cruda (%)

Desv. Est. = Desviación estándar

C.M. (Err) = Cuadrado medio del error

C.M. (Trat) = Cuadrado medio de los tratamientos

Niv. Sig. N S = Diferencia no significativa ( $0.05 < P$ )

\* = Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\*\* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Nota: Todos los datos estadísticos antes mencionados son datos reales.

Cuadro 2. Condensado de las comparaciones de medias (DMS. $\alpha$  = 0.01) para las variables proteína cruda y taninos, y datos de contenido de materia seca y cenizas en el experimento uno.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
H0031077	15.99 a <sup>1</sup>	0.00 b <sup>1</sup>	88.48	0.23
* H003087	14.92 ab	1.54 a	88.52	0.95
H0031233	14.54 abc	0.00 b	89.00	1.02
H0021024	14.44 abc	0.33 bc	87.85	0.60
H003017	13.85 abc	0.15 bc	86.62	0.45
H002001	13.71 abc	0.00 b	86.75	1.06
H002030	13.24 abc	0.01 bc	89.20	1.30
H003114	13.18 abc	0.00 b	89.58	1.53
H002114	13.02 abc	0.39 bc	92.00	1.15
* H003SEPON77	12.21 bc	0.00 b	89.50	0.92
HC RB3030	10.76 c	0.00 b	87.62	1.66
HC RB3006	10.53 c	0.11 c	88.17	1.11

<sup>1</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento uno.

\* = Híbridos experimentales superiores en rendimiento en grano a los híbridos comerciales utilizados como testigos (Valdez 1992, comunicación personal).

Cuadro 3. Condensado de las comparaciones de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$  y  $0.05$ ) para las variables proteína cruda y taninos, y datos del contenido de materia seca y cenizas en el experimento dos.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
H10114	14.91 ab <sup>1</sup>	0.20 ab <sup>2</sup>	88.55	1.47
H006030	14.83 ab	0.00 a	88.52	1.59
H0071235	13.84 bc	0.04 b	89.13	0.22
H0101232	13.36 bc	0.08 b	87.35	0.93
H005112	12.37 bcd	0.00 a	87.65	1.20
H006024	11.87 bcd	0.16 ab	88.43	1.94
H005114	11.70 bcd	0.01 ab	88.92	0.30
H007087	11.43 bcd	0.14 b	88.77	1.76
H006087	11.20 bcd	0.00 a	86.54	2.32
HC RB3030	10.76 bcd	0.00 a	87.62	1.66
HC RB3006	10.53 cd	0.11 b	88.17	1.11
H007133	9.39 d	0.00 a	88.47	0.93

<sup>1</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

<sup>2</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 5%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento dos



Cuadro 4. Comparaciones de medias para la variable proteína cruda (DMS,  $\alpha=0.01$ ), además datos de contenido de materia seca, cenizas y taninos en el experimento tres.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
H014030	12.57 a <sup>1</sup>	0.23	88.70	0.75
H014112	12.55 a	0.17	88.45	0.79
H014037	12.35 ab	0.46	87.82	1.25
H014133	12.30 ab	0.21	88.81	2.57
VPL 10351	11.00 ab	0.12	88.23	1.72
H1829030	11.86 ab	0.00	88.50	2.06
H18291077	11.04 ab	0.48	87.97	1.85
HC RB3030	10.76 ab	0.00	87.62	1.66
H1829087	10.61 ab	0.21	88.57	3.27
HC RB3006	10.53 ab	0.11	88.17	1.11
H014114	10.44 ab	0.00	87.92	0.08
* H18291235	9.93 b	0.56	88.52	3.06

<sup>1</sup>

Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento tres.

VPL = Variedades de polinización libre.

\* = Híbridos experimentales superiores, en rendimiento en grano, a los híbridos comerciales utilizados como testigos (Valdéz 1992, comunicación personal).

Cuadro 5. Datos de contenido de Proteína Cruda, Taninos, Materia Seca y Cenizas en el experimento cuatro.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
H18231230	8.90	0.00	88.40	1.85
* H182310351	9.97	0.08	88.55	2.59
H18231090362	12.11	0.18	88.85	2.37
* H18311230	10.66	0.40	87.80	2.20
* H18311232	11.94	0.30	87.96	1.69
H183121832	10.70	0.23	87.48	0.87
* H183110351	10.77	0.27	87.72	1.35
H18311090362	11.77	0.00	87.35	1.60
H218321831	10.28	0.03	88.52	1.00
* H2183210351	9.72	0.12	88.17	3.90
H218321090362	10.42	0.31	88.07	0.95
HN9410351	8.20	0.14	87.95	0.90
* HN9621832	9.23	0.25	88.62	0.92
VPL 10351	11.00	0.12	88.23	1.72
VPL 1090362	9.84	0.10	87.46	1.43
HC RB3006	10.53	0.11	88.17	1.11

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento cuatro.

VPL = Variedades de polinización libre.

\* = Híbridos experimentales superiores en rendimiento en grano, a los híbridos comerciales utilizados como testigos (Valdéz 1992, comunicación personal).

Cuadro 6. Condensado de las comparaciones de medias (DMS, $\alpha$  =0.01) para las variables proteína cruda y taninos, y datos de contenido de materia seca y cenizas en experimento cinco.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
* H005131	13.98 ab <sup>1</sup>	5.93 ab <sup>1</sup>	85.94	1.20
* H18271232	13.97 ab	0.39 de	88.29	1.58
* H005085	13.29 abc	0.05 de	87.54	2.09
H18271230	12.94 abcd	0.27 de	88.57	1.29
* H0051230	12.54 abcde	0.33 de	86.79	1.97
H1827037	12.15 bcde	0.39 de	87.80	0.82
H0051232	12.04 bcde	0.23 de	87.93	0.35
H18271233	12.03 bcde	1.00 d	88.35	1.50
* H1827124	11.89 bcde	6.36 ab	88.25	1.39
HLI301232	11.72 bcde	0.00 de	87.72	1.49
HLI301230	11.72 bcde	0.30 de	88.00	1.41
H007085	11.62 bcde	0.32 de	88.77	2.10
* H005124	11.15 bcde	7.31 a	87.15	1.32
H007131	11.06 bcde	4.72 b	87.77	1.47
* HLI301233	10.99 bcde	0.31 de	88.32	1.46
* H007124	10.84 bcde	7.22 a	87.52	1.82
H005037	10.80 bcde	0.00 de	87.35	0.57
* HLI30A124	10.71 bcde	5.49 ab	88.14	1.27
* HLI30A131	10.66 bcde	2.81 c	88.22	0.79
HC RB3006	10.53 bcde	0.11 e	88.17	1.11
HC RB3006	10.53 bcde	0.11 e	88.17	1.11
H007037	10.52 bcde	0.01 e	87.67	2.12
H0071233	10.12 cde	0.00 de	88.20	1.16
HLI30A037	10.11 cde	0.00 de	87.36	0.94
HLI30A085	9.46 de	0.59 de	87.75	0.92
* H0051233	9.43 de	0.27 de	88.08	1.38
H0071232	9.21 e	0.00 de	87.72	2.22
* H0071230	9.17 e	0.05 de	88.22	0.86

<sup>1</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento cinco.

\* = Híbridos experimentales superiores, en rendimiento en grano, a los híbridos comerciales utilizados como testigos (Valdéz 1992, comunicación personal).

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda, materia seca y cenizas; además comparación de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) para la variable taninos en el experimento seis.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
HLI30040	11.48	4.68 a <sup>1</sup>	87.60	1.51
H1823040	9.44	4.32 ab	88.00	1.46
H014040	11.05	3.64 bc	87.87	2.59
VPL LES40R	9.89	2.94 c	88.5	1.6
H1827040	10.29	0.97 d	96.9	0.68
H005040	9.05	0.16 e	88.00	1.09
HC RB3006	10.53	0.11 e	88.17	1.11

<sup>1</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento seis.

VPL = Variedad de polinización libre.

Cuadro B. Contenido de proteína cruda, materia seca y cenizas; además la comparación de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) para la variable taninos en el experimento siete.

	Proteína Cruda	Taninos		Materia Seca	Cenizas
VPL 10351	11.00	0.12	c <sup>1</sup>	88.23	1.72
HC RB3030	10.76	0.00	c	87.62	1.66
HC RB3006	10.53	0.11	d	88.17	1.11
H1823024	10.49	0.00	c	87.95	0.82
H014024	10.36	3.35	a	87.80	0.55
H18231230	10.12	0.65	c	87.75	1.27
H0141230	9.49	2.19	b	88.02	1.13
H002040	7.49	3.71	a	87.55	0.56

<sup>1</sup>

Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

HC = Híbridos comerciales utilizados como testigos en el experimento siete.

VPL = Variedad de polinización libre.

Cuadro 9. Comparación de medias para la variable proteína cruda (DMS,  $\alpha=0.01$ ); además datos de contenido de materia seca, cenizas y taninos en el experimento ocho.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Cenizas
4N1AX884132	11.32 a <sup>1</sup>	0.93	88.78	1.60
4N-1AX884252	11.23 ab	0.00	88.79	0.91
4N-1AX884130	10.95 abc	0.00	88.67	1.28
1836AX884132	10.75 abc	0.00	88.71	1.53
41862AX884304	9.92 abc	0.00	88.14	1.10
S3AX884182	9.21 bc	0.00	88.79	0.89
S4AX884127	9.06 c	0.06	88.72	1.46
4N1AX884247	9.01 c	0.00	88.25	1.60
N95A/852511	6.85 d	0.01	90.64	1.74

<sup>1</sup> Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

Nota: En este experimento todos son híbridos proporcionados por la Universidad de Nebraska.

Cuadro 10. Condensado de las comparaciones de medias (DMS,  $\alpha = 0.01$ ) para las variables proteína cruda y taninos. y datos del contenido de materia seca y cenizas en el experimento nueve.

	Proteína Cruda	Taninos	Materia Seca	Ceni- zas
PIONNER XS-183	15.24 a <sup>1</sup>	5.60 a <sup>1</sup>	89.52	1.36
SUNCAL S-86	13.57 ab	4.77 a	88.95	1.91
FUNKS G-1550	13.18 abc	0.00 c	88.22	1.96
MASTER 911R	13.10 abc	0.94 bc	89.45	2.35
FUNKS-G-1750	12.38 bcd	0.00 c	88.5	1.42
SUNCAL-ELSA 85	12.26 bcd	0.00 c	88.82	1.54
GOLDEN-ACRESTE-Y101R	12.16 bcde	1.72 b	88.80	1.13
WMGS-66-Y	12.03 bcde	0.00 c	88.65	1.14
CONLEE WRANGLER II	11.64 bcdef	0.00 c	88.65	1.30
FUNKS RA 787	11.43 bcdef	0.61 bc	88.75	1.81
JGM 201	10.93 cdefg	0.00 c	88.85	2.18
PIONNER 8244	10.71 cdefgh	0.14 c	88.22	1.45
WMGS-61-Y	10.37 defgh	1.51 b	88.15	1.73
SUNCAL T-88	10.23 defghi	0.00 c	88.02	2.03
CONLEE WRANGLER	10.03 defghi	0.52 bc	89.85	1.82
WM-GS-76-Y	9.55 efghi	0.00 c	81.47	1.55
FUNKS G-1715	9.22 fghi	0.54 c	89.22	1.88
JGM 202	8.38 ghi	1.51 b	89.17	1.85
FUNKS G-522 DR	8.22 hi	0.00 c	89.37	1.65
CONLEE RUSTLER	7.22 i	0.48 c	88.32	1.18

<sup>1</sup>

Diferente letra significa diferencia estadística al 1%

Nota: En este experimento todos son híbridos comerciales.

Cuadro 11. Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable taninos en los nueve experimentos.

Exp.	$\bar{x}$ General	Desv. Est.	C.M. (Err)	C.M. (Trat)	Niv. Sig.	C.V. (%)
1	0.21	0.44	0.40	3.52	* *	16.91
2	0.06	0.07	0.84	2.60	*	32.59
3	0.21	0.19	0.75	1.87	N S	27.68
4	0.17	0.12	0.93	1.18	N S	31.64
5	1.59	2.53	0.97	43.95	* *	16.54
6	2.48	1.89	0.17	40.07	* *	5.19
7	1.25	1.58	0.22	23.61	* *	7.76
8	0.11	0.30	0.86	1.45	N S	23.71
9	0.91	1.57	0.87	16.07	* *	16.67

Exp = Número del experimento

$\bar{x}$  General = Media general del contenido de taninos (%)

Desv.Est. = Desviación estándar

C.M.(Err) = Cuadrado medio del error

C.M.(Trat) = Cuadrado medio de los tratamientos

Niv.Sig. N S = Diferencia no significativa ( $0.05 < P$ )

\* = Diferencia significativa ( $0.01 < P < 0.05$ )

\* \* = Diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Nota: Los datos originales de contenido de taninos fueron transformados para una mejor interpretación estadística utilizando arco seno de la raíz de  $x$ . sin embargo la media general y la desviación estándar son datos reales de porcentaje.



