

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE GRADUADOS



COMPOSICION QUIMICA, VALOR NUTRICIO Y
ANATOMIA DE LA SEMILLA DE *Acacia wrightii*,
LEGUMINOSAE

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

PRESENTA

CARLOS LEONEL GARCIA DIAZ

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 1996



1080072444

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE GRADUADOS



COMPOSICION QUIMICA, VALOR NUTRICO Y
ANATOMIA DE LA SEMILLA DE *Acacia wrightii*,
LEGUMINOSAE

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

PRESENTA

CARLOS LEONEL GARCIA DIAZ

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 1983



TM
SB205
A2
G3



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE GRADUADOS



**COMPOSICION QUIMICA, VALOR NUTRICIO Y ANATOMIA DE LA
SEMILLA DE *Acacia wrightii*, LEGUMINOSAE**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
ALIMENTOS**

PRESENTA

CARLOS LEONEL GARCIA DIAZ

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 1996

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE GRADUADOS**

**Composición química, valor nutritivo y anatomía de la semilla de
Acacia wrightii, Leguminosae.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

PRESENTA

ING. CARLOS LEONEL GARCIA DIAZ

COMISION DE TESIS


DIRECTORA: Dra. Ma. Guadalupe Alanís G


CO-DIRECTORA: M.C. Teresa E. Torres Cepeda

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE GRADUADOS**

**Composición química, valor nutricional y anatomía de la semilla de
Acacia wrightii, Leguminosae.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

PRESENTA

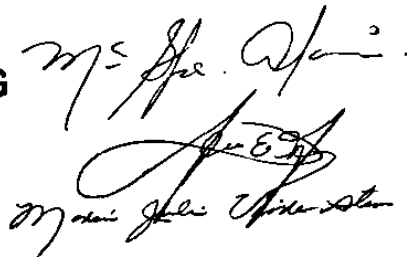
ING. CARLOS LEONEL GARCIA DIAZ

COMISION DE TESIS

PRESIDENTE: Dra. Ma. Guadalupe Alanís G

VOCAL: M.C. Teresa E. Torres Cepeda

SECRETARIA: Dra. Ma. Julia Verde Star



MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 1996

**Lupita mil gracias
por tu constante apoyo.**

Dedico esta tesis a:

Dios, por lo que me ha permitido realizar.

Mi madre: María Luisa Díaz Vda. de García

Mi esposa: Dra. Ma. Guadalupe Alanis G.

Mis hijos: Margil, Karla y Carolina.

La señora: Guadalupe Guzmán Rodríguez.

Mis amigos de siempre: Carlos Paz, Coca, Otto y Jaime.

RECONOCIMIENTO AL APOYO OBTENIDO DE:

LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUB-DIRECCION DE POSTGRADO

AGRADECIMIENTO PARA:

DRA. JULIA VERDE STAR
M.C. TERESA E. TORRES CEPEDA
Q.B.P. CRISTINA GONZALEZ RAMOS
M.C. MAYELA BAUTISTA JUSTO
M.C. MARIO GONZALEZ QUIJADA
SRITA. MAYRA EMMA GALINDO
Q.B.P. ADAN GARCIA VILLEGAS
Q.B.P. EDUARDO AVALOS ZUBIETA

EL PRESENTE TRABAJO SE DESARROLLO EN LOS
LABORATORIOS DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y
ANATOMIA VEGETAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE
BIOQUIMICA Y BOTANICA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLOGICAS, BAJO LA DIRECCION DE LA
DOCTORA MARIA GUADALUPE ALANIS GUZMAN Y
CODIRECCION DE LA M.C. TERESA ELIZABETH
TORRES CEPEDA

RESUMEN

En el presente trabajo se planteó caracterizar la semilla de *A. wrightii* anatómicamente, lo que es de importancia tecnológica si se desea la explotación así como, conocer su contenido nutrimental y la digestibilidad que esta semilla presentaría en los rumiantes. Para lograr lo anterior, de plantas previamente identificadas, se colectaron semillas en Cd. Escobedo y Salinas Victoria, N.L. mezclándolas para tener una muestra general. Para la observación anatómica en microscopía óptica, se utilizaron cortes sin tinción previa inclusión en parafina y la observación al microscopio electrónico de barrido se realizó con la técnica de fractura. Las observaciones anatómicas de la semilla mostraron entre otras cosas, una testa fácilmente desprendible, formada de macroesclereidas y osteoesclereidas, una porción pequeña de endospermo y dos grandes cotiledones conteniendo gránulos esféricos u ovoides de almidón y proteína amorfa. Con la metodología de A.O.A.C., la composición de la harina integral fué 6.4% de Humedad, 4% de Ceniza, 9.3% de Fibra Cruda, 5% Extracto Etéreo, 18.7% de Proteína (Nx 6.25), 17% de Proteína Digerible, 54% de Extracto Libre de Nitrógeno y 13.97% de Fibra Dietética. 56.6% fué la digestibilidad de la materia seca y 74% la de la materia orgánica, determinada "in vitro" con el método de Tilley y Terry. El contenido de taninos, como equivalentes de catequina es de 76.7 mg/100g, el de fitatos de 16.2 mg/g, los inhibidores de tripsina fueron 28.2 UIT/mg. No mostró actividad ureásica. La harina sin cascarilla tuvo la siguiente composición: Humedad 9.2%, Ceniza 3.4%, Fibra Cruda 0.44%, Extracto Etéreo 5.9%, Proteína 20.2%, Extracto Libre de Nitrógeno 60.9%, Fibra Dietética 2.94%, Proteína Digerible 18.8%, taninos no detectables y fitatos 16.8 mg/g. La semilla es buena fuente proteínica y pudiera ser utilizada como harina para suplementar la alimentación del ganado. Sin cascarilla se obtiene una harina casi libre de fibra cruda, sin taninos y con buena digestibilidad protéica, por lo que pudiera utilizarse en animales monogástricos.

INDICE DE TEXTO

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS	3
ANTECEDENTES	4
I.-Descripción Botánica	4
II.- Distribución	5
III.- Generalidades y Usos	6
IV.- Compuestos Antinutricionales	8
Taninos	8
Fitatos	9
Inhibidores de Proteasas	10
Actividad de Ureasa	10
METODOS	11
Morfología y Anatomía	11
Análisis Bromatológico	13
Análisis de Compuestos Antinutricionales	14
Actividad de Ureasa	15
Digestibilidad y Paredes Celulares	15
RESULTADOS	16
Características Anatómicas	17
Características Químicas	20
DISCUSION	23
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURA I.	
Arbol de <i>A. wrightii</i>, con fruto maduro, en Gral. Escobedo, N.L.	12
CUADRO I.	
Características Morfológicas	16
FIGURA 2.	
Semillas de <i>A. wrightii</i>	16
FIGURA 3.	
Fotomicrografía de un corte transversal de semilla de <i>A. wrightii</i>	17
FIGURA 4.	
Fotomicrografía al microscopio óptico, mostrando testa y endospermo	18
FIGURA 5.	
Fotomicrografía al microscopio óptico de los cotiledones de <i>A. wrightii</i>	19
FIGURA 6.	
Fotomicrografía al microscopio electrónico de barrido mostrando parte de la testa (a), endospermo (b) y cotiledón (c) de <i>A. wrightii</i>	20
CUADRO II.	
Comparativo entre la Composición Química de la Semilla de <i>A. wrightii</i> y su Harina Libre de Testa con el Frijol Común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	21
CUADRO III.	
Contenido de Compuestos Antinutricionales	22
CUADRO IV.	
Valores de Digestibilidad y Resultados del Análisis de Van-Soest.	22

INTRODUCCION:

La historia y geografía, han sido más favorables hacia una minoría de la población mundial. En algunos países factores tales como: tierra apropiada para la agricultura, clima favorable, recursos naturales y la aplicación de la ciencia y tecnología con circunstancias comerciales ventajosas, proveen alimento en cuanto a cantidad y calidad aparentemente ilimitada, un contraste cruel para la mayor parte del mundo. El rápido crecimiento demográfico mundial y nacional provoca grandes necesidades de producir y preservar alimentos así como buscar nuevas alternativas alimenticias en las condiciones climáticas menos favorables de cada zona geográfica (Potter ,1978).

El conocimiento de los recursos bióticos en zonas áridas y semiáridas de nuestro país tendientes a lograr un desarrollo en las mismas, es de reconocida importancia. En Nuevo León el 75% de la superficie forestal es bosque espinoso, en el que la familia Leguminosae forma importantes asociaciones (Foroughbakhch,1989).

Las Leguminosas siguen a los cereales en importancia como fuente alimenticia humana, su valor protéico (de 15 a 40%) se asemeja a la carne; algunas leguminosas más conocidas para consumo humano son: los frijoles, la soya, los chícharos, cacahuates, lentejas y otras, sin embargo, la única leguminosa de uso extensivo en alimentación animal es la soya. Las leguminosas tienen también compuestos antinutricionales como los taninos y fitatos o factores tóxicos como los inhibidores de proteasas que deben ser eliminados con la cocción a fin de obtener de ellas su máximo valor nutritivo (Badui,1990).

En las zonas áridas del norte del país encontramos leguminosas nativas del género *Acacia* cuyo uso se limita a forraje para el ganado caprino, combustible y materia prima para construcciones rurales (Foroughbakhch, 1989).

Acacia wrightii Benth a la que en la región se le conoce como "uña de gato", es un arbusto o árbol de 2 a 3 m de altura, aunque puede llegar hasta los 10 metros. Crece en el Sureste de E.U.A. y en el Noreste de México.

Otro aspecto importante económicamente es que su propagación no requiere de semillas tratadas y de las Acacias es la más resistente al frío, lo que la ha hecho predominar en la región después de las heladas de 1983 (Wasowski & Wasowski, 1991).

Por todo lo anterior en este trabajo se pretende ampliar los conocimientos respecto al valor nutricional de la semilla de *Acacia wrightii*, así como sus características anatómicas generales que pudieran permitir un manejo tecnológico de la semilla para un uso más sistemático y redituable en la nutrición animal.

OBJETIVOS

- Conocer las características anatómicas generales de la semilla.
- Determinar el contenido de nutrimentos en la semilla y en una harina sin testa.
- Determinar algunos compuestos antinutricionales que pudieran presentarse en la semilla y en la harina sin testa.
- Conocer la digestibilidad de la semilla para rumiantes.

HIPOTESIS:

La semilla de *Acacia wrightii* tiene buen valor nutricional y puede ser utilizada adecuadamente como tal o en forma de harina para alimento animal.

ANTECEDENTES.

I.- DESCRIPCION BOTANICA:

Las plantas pertenecientes a la familia Leguminosae se caracterizan por ser árboles, arbustos y hierbas tendidas, trepadoras o erguidas, con hojas alternas pecioladas o sésiles, flores solitarias o agrupadas en cabezuelas o racimos. Su fruto es una legumbre (vaina). Esta familia está ampliamente representada en diversas regiones por cerca de 500 géneros y más de 12,000 especies (Correll & Johnston, 1970).

En cuanto a su utilidad para el hombre, sólo la familia de las Gramineas es más importante que las Leguminosas. Estas últimas suministran aceites, proteínas, gomas, resinas, y drogas; además las Leguminosas ocupan un lugar único en la agricultura por el papel que desempeñan en la fertilidad de los suelos, Wilson & Lomis (1968).

Acacia wrightii (Benth) es una leguminosa que en la región se le conoce como "uña de gato". Es un arbusto o árbol pequeño de 2 a 3 m de altura; ramas con espinas curvas de color café oscuro, situadas debajo de los nudos; con hojas a menudo fasciculadas, pecíolos de 4 a 12 mm de largo, con uno o dos pares de pinas; folíolos de 2 a 6 pares por pina, la mayoría de 6 a 12 mm de largo; flores de color blanco cremoso, en espigas de 1 cm de grueso; vaina aplanada delgada, un poco torcida y ocasionalmente algo falcada, de 5 a 8 cm de longitud y 2 cm de ancho, color café rojizo; semillas ovadas a obovadas, pandeando ligeramente la vaina (Correll & Johnston, 1970).

La clasificación taxonómica es la siguiente:

REINO:VEGETAL
 DIVISION:EMBRIOPHYTA
 SUBDIVISION:ANGIOESPERMA
 CLASE:DICOTILEDONEA
 ORDEN:.....ROSALES
 FAMILIA:LEGUMINOSAE
 GENERO:*Acacia*
 ESPECIE:.....*A. wrightii*

II.-DISTRIBUCION

En información de Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP, 1979 y 1981), se mencionan los siguientes datos: La "uña de gato" *Acacia wrightii* la encontramos en la región en diferentes provincias: En la Llanura Costera del Golfo Norte en el tipo de vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco en los estratos superior, medio e inferior; en el Bosque de Encino con Matorral Subinerme y Chaparral en el estrato arbustivo; en el tipo de vegetación Mezquital en el estrato medio y superior, y en la Provincia de la Gran Llanura de Norteamérica situada hacia el norte de Nuevo León en el tipo de vegetación Mezquital en el estrato medio y superior. *A. wrightii* crece en climas

secos de La Gran Llanura de Norteamérica, asociados a estos climas encontramos tipo de vegetación xerófila como los Matorrales Espinosos, Mezquital, etc. En estos climas las lluvias se presentan en verano y son escasas el resto del año, de 300 a 600 mm; la temperatura media anual es de 22°C, 30 a 31°C en verano y 13 a 14°C en invierno. El tipo de suelo en el que se presenta esta especie generalmente es el co-dominio xerosol y el vertisol a excepción de las mesetas, el origen geológico es de la edad del cenozoico en el período cuaternario. *A. wrightii* crece de los 75 a los 900 metros sobre el nivel del mar en el estrato superior donde domina la especie *Prosopis glandulosa* (mezquite).

III.- GENERALIDADES Y USOS.

Cox y Leslie (1991), en su libro Arboles de Texas, dicen de *A. wrightii* que es un árbol típico del sur de Texas, cuya madera es pesada, dura y muy atractiva, usándola también como leña. Los indios usan las semillas molidas en forma de harina y además una sustancia similar a la goma arábiga puede ser extraída de su tronco y ramas. Las flores son utilizadas por las abejas y muchas especies de vida silvestre comen sus semillas.

Gómez-Sánchez (1981), en un estudio sobre el aprovechamiento y situación actual de las comunidades vegetales en el ejido de Espinazo, Mina, N.L., México, reporta a *Acacia wrightii* como planta nativa con el nombre común de "uña de gato", con propagación por semilla. La parte floral, fruto, hoja y la parte superior del tallo, es utilizado como forraje en el ganado caprino.

Briones-Villarreal (1984), estudia la sinecología y florística de Lampazos de Naranjo, N.L., México, encuentra a *Acacia wrightii* formando parte del estrato arbustivo superior, variando de 0.5 a 2.0 m de altura, con una cobertura del 70 %.

Gómez-Valenzuela (1967), en estudio acerca de la productividad de arbustos forrajeros en el predio ejidal de Sta. Isabel y Dolores en Cadereyta, N.L., México, reporta a *A. wrightii* presentando una cobertura entre 50 y 60% , una altura entre 1.88 a 4.37 m. También realizó un estudio bromatológico de la parte aérea de la planta encontrando: 18.4% de proteína cruda, 26.7% de fibra cruda, 4.4% de extracto etéreo, 6.1% de ceniza, 9.4% de humedad, con un 35.0% extracto libre de nitrógeno.

Cruz-Prianti (1989), determina la composición botánica de la dieta alimenticia del ganado caprino en los agostaderos de Marín, N.L., México, observando que en cabras fistuladas pastoreando un Matorral Medio Espinoso Subperenifolio el porcentaje de muestra esofágica fue: *A. gregii* 0.25%, *A. farnesiana* 5.32%, *A. rigidula* 46.38%, *A. constricta* 0.12%.

Flores-Menéndez (1981), enlista las principales especies ramoneables dentro del matorral, manejando una escala de 1 a 5 considerando el grado de uso y/o aceptación de las plantas por el ganado, donde el 1 es para plantas no aprovechables o nocivas y 5 para plantas intensamente aprovechadas. En esta escala *Acacia wrightii* tiene un 3 en la escala citada, número que corresponde a plantas levemente aprovechadas y de las que se consumen hojas y ramas jóvenes.

Forougbakhch (1989), realizó un estudio de las semillas de los arbustos forrajeros encontrando en *A. wrightii* 7.3% de humedad y una densidad de 6.4 g por 100 semillas, 15,525 semillas por kilogramo.

IV.- COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES EN LAS LEGUMINOSAS

En algunas semillas de la familia de las leguminosas se ha reportado la presencia de compuestos antinutricionales que limitan el consumo de ellas a productos que han sido sometidos a algún tratamiento térmico de cocción (Badui,1990). Los compuestos tóxicos que pueden estar presentes en este tipo de semillas según el Centro Internacional de Agricultura Tropical son principalmente (CIAT, 1978):

Taninos

Compuestos fenólicos, que incluyen los ácidos fenólicos, los flavonoides y los taninos. Todos se concentran principalmente en las capas externas de la semilla como el pericarpio y testa. Los taninos son flavonoides poliméricos que poseen de 4 a 6 unidades y que se concentran en las testas pigmentadas de las semillas. Los taninos son termorresistentes y algunos son solubles en agua (Hahn *et al.*,1983).

En los frijoles las variedades rojas tienen el mayor contenido de taninos comparándolas con frijoles blancos y negros, localizándose en la testa, ya que alimentando ratas con frijol rojo se observaron bajos valores de ganancia de peso e índice de eficiencia proteínica (PER) y al elaborar dietas con frijol rojo descascarillado y adicionado con testa blanca, los valores mejoran. En el frijol se encuentran hasta 2.5 equivalentes de catequina (EC) y en el sorgo varía de 0.21 a 3.11 EC. (Ronnenkamp,R.R 1976 en CIAT, 1978).

El contenido de taninos varía en una misma especie viéndose afectado por el clima y el estado de madurez. Generalmente se encuentra el máximo

contenido en las plantas en período de crecimiento y declinan en la madurez (Braverman, 1967).

Respecto al efecto tóxico de los taninos estos actúan inhibiendo enzimas digestivas como proteasas y amilasas, además de interactuar con proteínas dietéticas lo que ocasiona una disminución en la digestibilidad de las proteínas, del almidón y en general de la materia seca (Harris *et al.*, 1970; Maxon *et al.*, 1973; Earp y Rooney, 1982 y Leucere, 1982).

La soya tiene compuestos fenólicos que ejercen una acción estrógena en los animales que la consumen; esto se refiere a un efecto similar al que producen las hormonas esteroidales estradiol y estronal (Badui, 1990).

Fitatos

Es el Hexafosfoinositol, el cual es un compuesto con fósforo en su molécula que se encuentra en mayor concentración en muchos vegetales importantes, entre ellos las leguminosas (Graf y Dintzis, 1982), por lo que los vegetales frecuentemente no son las fuentes de fósforo que parecen ser cuando solamente se les analiza fósforo total.

El ácido fítico forma complejos insolubles con cationes polivalentes, ocasionando que estos minerales no sean absorbidos en el intestino y por lo mismo se presenten problemas de deficiencias de hierro, calcio y zinc. Además de lo anterior forman complejos con las proteínas dietéticas disminuyendo su digestibilidad (Badui, 1990; Graf y Dintzis, 1982). La soya leguminosa comercial por excelencia contiene fitatos y en sus concentrados se ha reportado hasta 1.3% de ácido fítico (Alanis-Guzmán *et al.*, 1995). Los fitatos en la soya disminuyen la absorción del zinc ingerido por ratas a 44% (Champagne y Phillippy, 1989; Lease, 1976 citado por Badui, 1990).

Inhibidores de proteasas

Son generalmente proteínas de bajo peso molecular con capacidad de asociarse con las enzimas proteolíticas y formar un complejo estable que no tienen actividad catalítica. No son exclusivas de las leguminosas. El inhibidor de tripsina se llama Factor de Kunitz y el de quimotripsina de Bowman-Birk. El inhibidor de quimotripsina es más resistente al calor, a los ácidos y a las enzimas proteolíticas. Los efectos nocivos de estos inhibidores son retardar el crecimiento, hipertrofia pancreática, reducción de la digestibilidad de la proteína e incremento de los requerimientos de aminoácidos azufrados.

Mediante tratamientos térmicos con temperaturas superiores a 80°C debe eliminarse al menos el 80% de la concentración inicial. La soya contiene 1.4% de inhibidor de tripsina y 0.6% de inhibidor de quimotripsina .

Actividad de ureasa

En algunas leguminosas se encuentra actividad de ureasa, enzima muy abundante en la soya cruda que produce amoníaco a partir de urea y que se desnaturaliza con el calentamiento. Puede ser utilizada como índice para deducir la rigurosidad de tratamientos térmicos (Badui, 1990).

METODOS

Durante el mes de Junio de 1996 se realizaron colectas de semilla de *Acacia wrightii* (uña de gato) en los Municipios de Escobedo y Salinas Victoria, N.L. De la semilla colectada se obtuvo una muestra analítica homogénea y representativa mediante la técnica de cuarteo.

Para determinación taxonómica se tomaron muestras de las plantas, que fueron llevadas al Laboratorio de Anatomía Vegetal, para su identificación por medio de la utilización de claves (Stewart & Johnston, 1970). Fig.1.

A fin de obtener información morfológica de la semilla se tomaron los siguientes datos (Engleman, 1979):

- | | |
|-------------------|---|
| a) Forma y color. | Se determinó visualmente. |
| b) Tamaño. | Se tomó la longitud, ancho y grosor de 10 semillas, reportando el promedio y la desviación estándar |
| c) Peso. | Para obtenerlo se pesaron 100 semillas. Reportando el promedio. |
| d) Volumen. | Se determinó indirectamente por medio de la cantidad de agua que desplazan 100 semillas. |
| e) Densidad. | Este valor se tomó mediante la relación peso sobre volumen. |

Con la finalidad de estudiar anatómicamente la semilla, se realizaron observaciones en microscopía óptica, utilizando cortes realizados previa inclusión en parafina (Johanson, 1970) y teñidos con fucsina básica.

Para la obtención de muestras para el análisis se utilizaron granos limpios que se colocaron en el portaobjetos con tintura de fucsina básica. Las observaciones se realizaron utilizando un microscopio electrónico de barrido (ISE MINI-SEM-5, con voltaje de aceleración de 15 kV).

En el Laboratorio de Biología Celular y Molecular de la Universidad de Ciencias Biológicas, una parte de la muestra se procesó en un molidor Thomas-Wiley modelo 4000 para obtener muestras para determinar el contenido de agua y materia seca a 70°C.

La otra parte de la muestra se procesó en un molidor de la cascarrilla y posteriormente se procesó en un molidor de la cascarrilla de manera similar a la anterior.

Figura 1. Arbol de *Acacia wrightii*, en Gral. Escobedo, N.L. con fruto maduro. Todos los análisis se realizaron por triplicado y en base húmeda, repitiéndose los análisis cuyas réplicas presentaron diferencias mayores al 5%.

a).- La humedad y materia seca se obtuvo por el método de estufa de aire; eliminación térmica del agua y su determinación por pérdida de peso.

Con la finalidad de estudiar anatómicamente la semilla, se realizaron observaciones en microscopía óptica, utilizando cortes realizados previa inclusión en parafina (Johansen, 1940), los cuáles se observaron sin tinción y teñidos con fucsina básica.

Para la observación al microscopio electrónico de barrido se utilizaron granos limpios que se sometieron a la técnica de fractura, fijándose en el portamuestras con tintura de plata y se recubre con oro. Las observaciones se realizaron utilizando un microscopio electrónico de barrido ISE MINI-SEM-5, con voltaje de aceleración de 15 Kv. película Polaroid 664.

En el Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas, una parte de la semilla colectada se molió en un molino de cuchillas Thomas-Wiley modelo 4 a través de un tamiz de 1 mm de abertura. Se tomaron 3 muestras para determinar humedad y el resto de la harina se secó en un horno a 70°C.

La otra parte de la semilla colectada se trituró, separándose la cascarilla y posteriormente se molió. La harina así obtenida se analizó de manera similar a la anterior.

ANALISIS BROMATOLOGICO (A.O.A.C. 1990). Todos los análisis se realizaron por triplicado y en base húmeda, repitiéndose los análisis cuyas réplicas presentaron diferencias mayores al 5%.

a).- La humedad y materia seca se obtuvo por el método de estufa de aire; eliminación térmica del agua y su determinación por pérdida de peso.

b).- Se determinó la materia mineral (ceniza), la muestra molida se pre-calcula para carbonizarla a 600 °C, quedando el residuo mineral o ceniza.

c).- Para obtener la cantidad de proteína cruda se utilizó el método Kjeldahl, éste determina el nitrógeno total de una muestra orgánica y se convierte a proteína cruda multiplicando por 6.25.

d).- Se determinó la cantidad de grasa cruda, mediante un extracto etéreo por el método de extracto etéreo con un equipo goldfish; este método representa el conjunto de sustancias extraídas empleando éter etílico.

e).- Se determinó la fibra cruda existente en la harina; obtenida de la fracción que se pierde al incinerar el residuo seco obtenido tras la digestión de la muestra con H₂SO₄ 1.25% y NaOH 1.25% bajo condiciones específicas.

f).- Se determinó el extracto libre de nitrógeno (carbohidratos presentes en la harina) mediante la diferencia en suma de los anteriores resultados con 100.

ANALISIS DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES. Los análisis se realizaron por duplicado para taninos y fitatos y por cuadruplicado los inhibidores de tripsina, reportándose valores promedio. En ningún caso se aceptaron variaciones mayores al 5% entre réplicas.

A) Fitatos cuantificando el fósforo fítico, según método descrito en Wheeler & Ferrel (1971).

B) Taninos, con el método de ácido clorhídrico-vainillina (Burns,1971), reportando el contenido como mg equivalentes de catequina.

C) Los inhibidores de tripsina se determinaron por incremento de la absorbancia a 410 nm, al reaccionar una mezcla de la muestra en buffer con tripsina (Wolf, 1977; Obara & Watanabe, 1971 citados por Gutiérrez, 1979.).

ACTIVIDAD DE UREASA: Se determinó midiendo el cambio de pH en una muestra de la harina estudiada adicionada de urea (Tejada, 1983).

DIGESTIBILIDAD Y PAREDES CELULARES:

En la harina de la semilla descascarillada además de los anteriores análisis se determinó la digestibilidad *"in vitro"* de la proteína, en la cual una muestra desgrasada es digerida 16 horas con una solución de pepsina bajo constante agitación, el residuo es lavado y analizado por el método Kjeldahl (AOAC, 1990).

A la harina de la semilla integral también se le determinó la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica para rumiantes con el método de dos etapas de Tilley y Terry (1968) y la cuantificación de paredes y contenido celular, celulosa, hemicelulosa y lignina por el método de Van Soest (1963 y 1967) y Van Soest & Moore (1965).

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS:

CUADRO 1 . CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS (FIG.2)

FORMA	ABOVADA
COLOR	CAFE CLARO
TAMAÑO	LONGITUD... 9.66 mm ANCHO..... 7.29 mm GROSOR..... 2.75 mm
PESO	125 mg /SEMILLA
VOLUMEN	10 mL /100 SEMILLAS
DENSIDAD	1.25 g/mL

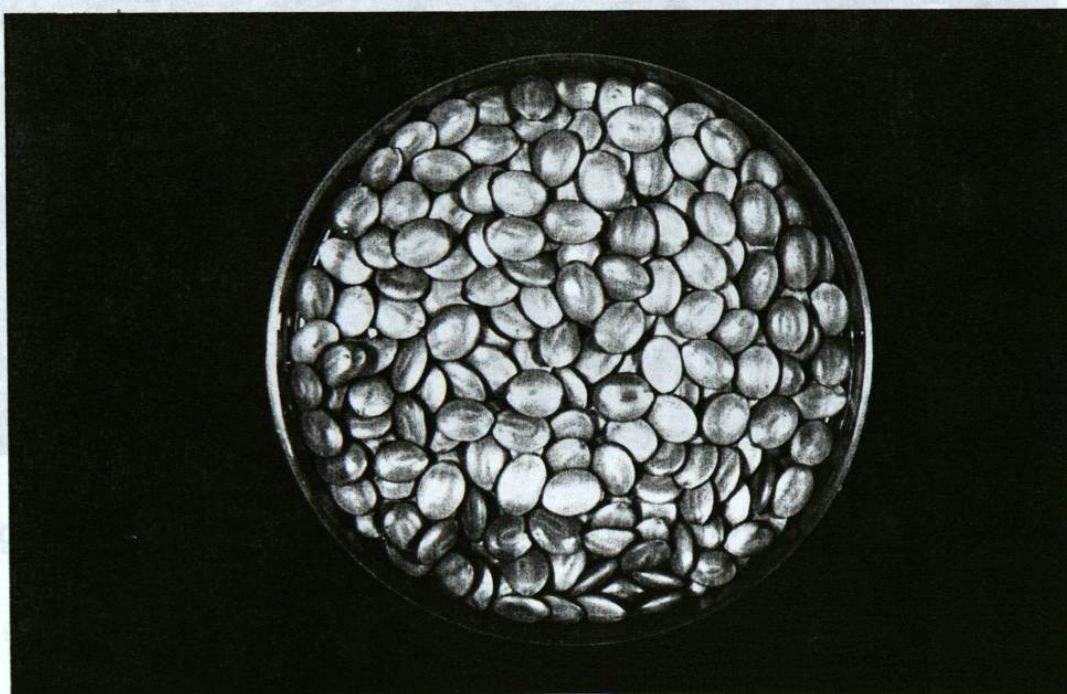


Figura 2. Semillas de *Acacia wrightii*

CARACTERISTICAS ANATOMICAS:

Como se observa en la figura 3, la semilla madura muestra una testa (a) fácilmente desprendible, un pequeño endospermo (b) y dos cotiledones (c), grandes que constituyen la mayor parte de la semilla y cuyas células contienen gránulos de almidón, que se observan como pequeños puntos negros.

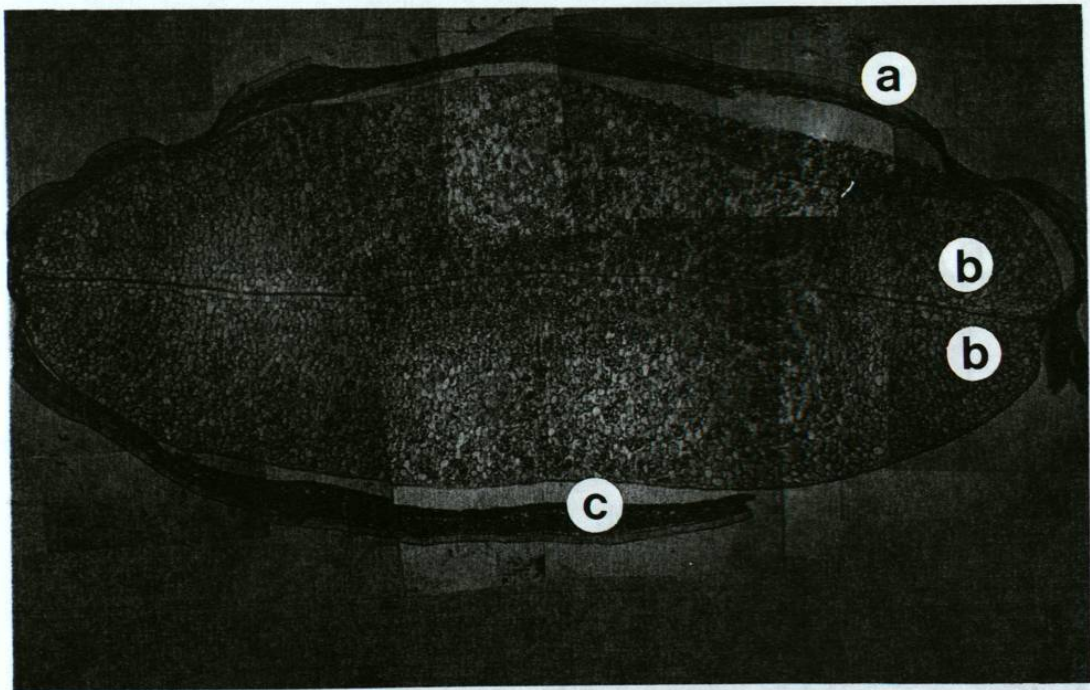


Figura 3. Fotomicrografía de un corte transversal de semilla de

A. wrightii

Figura 4. Fotomicrografía al microscopio óptico mostrando testa y endospermo

En la figura 5 en un corte teñido con fucsina que muestra una parte del cotiledón. La figura 4 muestra una testa o cubierta formada por macroesclereidas (a) radialmente alargadas a manera de varilla con aspecto de empalizada, sin espacios intercelulares; e inmediatamente abajo una hilera de osteoesclereidas (b) cortas a manera de embudos invertidos con amplios espacios entre ellas.

En esta misma figura se observa parte del endospermo (c) que es pequeño, formado por células irregulares y planas.

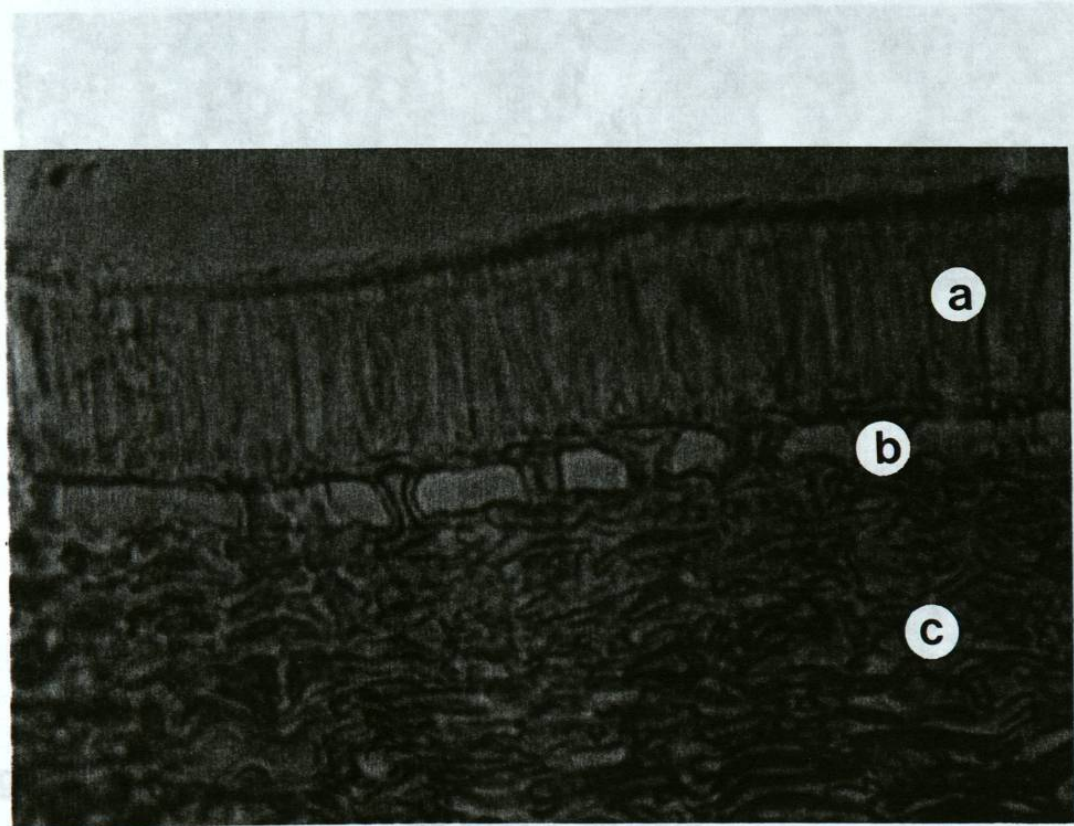


Figura 4. Fotomicrografía al microscopio óptico mostrando testa y endospermo

Con el microscopio electrónico de barrido se observan en la fig. 6, las macroesclereidas, las células esponjadas del endospermo y una porción del cotiledón.

En la figura 5 en un corte teñido con fucsina que muestra una parte del cotiledón se distinguen células de paredes gruesas, que contienen gránulos esféricos u ovoides de almidón.



Figura 5. Fotomicrografía al microscopio óptico de los cotiledones
de *Acacia wrightii*

fibra dietética para la semilla de la harina libre de testa, así mismo se presentan los valores del frijol común reportados en la literatura. En el mismo cuadro se incluye la proteína digerible, obtenida con el valor de digestibilidad "in vitro" con pepsina para la semilla y harina de *A. wrightii*.

Con el microscopio electrónico de barrido se observan en la fig. 6, las macroesclereidas, las células aplanadas del endospermo y una porción del cotiledón.

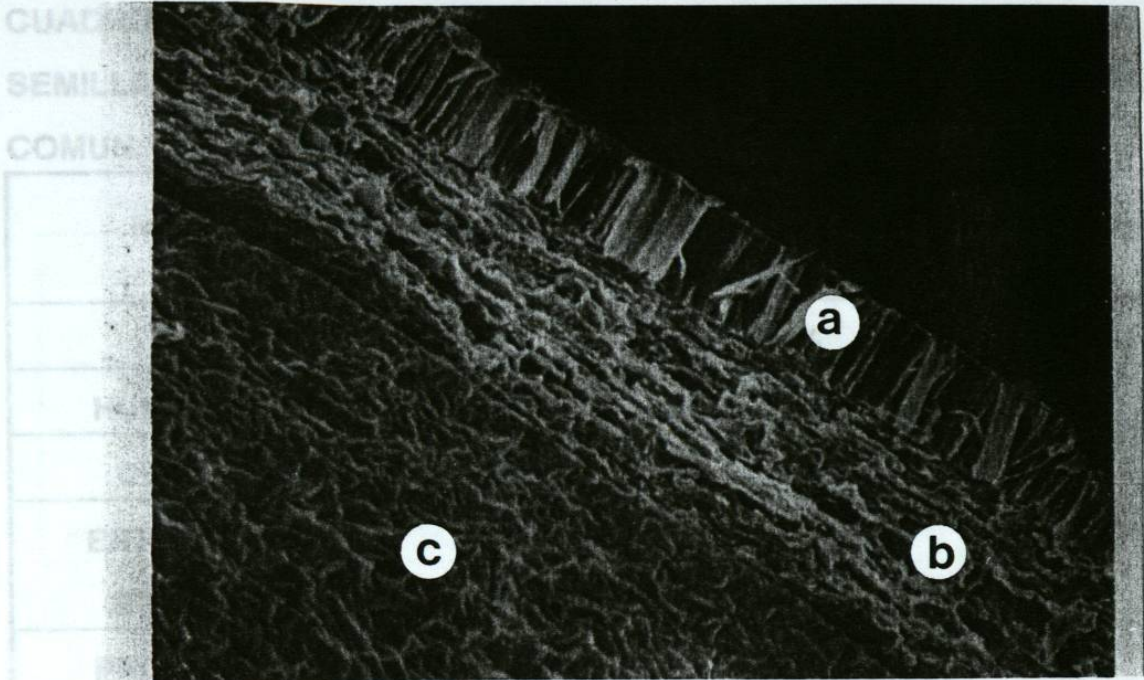


Figura 6. Fotomicrografía al microscopio electrónico de barrido, mostrando (a) parte de la testa, (b) endospermo y (c) cotiledón de

Acacia wrightii

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

En el cuadro II se presentan los resultados del análisis proximal y de la fibra dietética para la semilla (harina integral) y para la harina libre de testa, así mismo se presentan los valores del frijol común reportados en la literatura. En el mismo cuadro se incluye la proteína digerible, obtenida con el valor de digestibilidad "in vitro" con pepsina para la semilla y harina de *A. wrightii*.

CUADRO II: COMPARATIVO ENTRE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE *Acacia wrightii* Y SU HARINA LIBRE DE TESTA CON EL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)

	HARINA INTEGRAL	H. DESCORTICADA	FRIJOL*
	%	%	%
HUMEDAD	6.43	9.19	10.0
CENIZA	3.09	3.39	3.7
EXTRACTO ETEREO	5.48	5.93	2.0
PROTEINA	18.5	20.18	20.0
PROT. DIGERIBLE	16.0	18.8	13.0◆
FIBRA CRUDA	9.3	0.44	4.6
FIBRA DIETETICA	13.97	2.94	7.3□
E.L.N.	57.2	60.87	59.7

● TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS PARA AMERICA LATINA (INCAP, 1961)

◆ DIGESTIBILIDAD *in vivo* DEL FRIJOL DE 54% A 65% (Dutra y Ramos, 1977)

□ PARA FRIJOLES COCIDOS Y ENLATADOS. (Scheider, 1985)

En el Cuadro III se observan los contenidos de taninos, fitatos e inhibidores de tripsina de la semilla y harina analizada comparados con algunos valores reportados en la literatura para frijol común.

CUADRO III . CONTENIDO DE COMPUESTOS ANTINUTRICIONALES.

	<i>Acacia wrightii</i>	H. DESCORTICADA	FRIJOL
TANINOS	76.7 mg/100 g	N/D*	49-306 mg/100 g
FITATOS	16.2 mg/g	16.8 mg/g	15 mg/g
INH DE TRIPSINA	28.2 UIT/mg	—**	10-23 UIT/mg

* no detectables, **no determinados

CUADRO IV. VALORES DE DIGESTIBILIDAD Y RESULTADOS DEL ANALISIS DE VAN-SOEST.

DIG. MATERIA SECA	69.18%
DIG.MATERIA ORGANICA	74.34%
PARED CELULAR	40.17%
CELULOSA	7.13%
LIGNINA	2.08%
SILICE	0.04%

DISCUSION

En el aspecto anatómico el corte longitudinal de la semilla nos indica que la testa y el endospermo delgado son fáciles de separar de los cotiledones, lo que facilita el decorticado o separación de la testa, y la obtención de la harina que se propone en el presente trabajo, para de esta manera tener un producto con menor contenido de fibra y de taninos.

Con respecto al análisis químico proximal (Cuadro II) se observa que los valores de porcentaje de ceniza y extracto libre de nitrógeno son similares a los valores del frijol común. Con respecto a la cantidad de proteína se observa que existe similitud al contenido que presenta el frijol, sin embargo, en cuanto a la cantidad de proteína digerible es superior en la semilla en estudio, que en el frijol; esto es debido a que la proteína de la semilla de *Acacia wrightii* posee una digestibilidad de un 91 % y la del frijol que es de 60 a 65% (Dutra y Ramos, 1977) esto nos indica que la semilla de *Acacia wrightii* aporta una mayor cantidad de proteína digerible a la dieta por unidad de peso.

La grasa cruda o extracto etéreo es superior a la de el frijol, resultado importante a considerar en el manejo y almacenamiento de la semilla y principalmente de sus harinas, por su mayor susceptibilidad a presentar enranciamiento.

Con respecto a los valores de fibra cruda y fibra dietética total en la harina integral de *Acacia wrightii* existe el doble que en el frijol, pero al retirar la cascarilla de la semilla obtenemos una harina casi libre de fibra cruda y con un contenido menor de fibra dietética. Si se considera a la fibra cruda como fibra insoluble, la diferencia entre fibra cruda y fibra dietética total, indicaría de manera

gruesa, la presencia de fibra soluble como la hemicelulosa de bajo peso molecular, pectinas, gomas o almidones indigeribles presentes no solo en la cascarilla sino también en los cotiledones. El 18% de la semilla de *Acacia wrightii* es cascarilla, por esta razón posee más fibra que el frijol.

La humedad de la harina sin cascarilla es ligeramente superior debido principalmente a que absorbe más fácilmente agua del ambiente.

Con respecto a los **compuestos antinutricionales** que se encontraron en la semilla estudiada, y cuyos valores se observan en el Cuadro III, los taninos se encuentran en una concentración promedio de 76.7 mg/100 g (como miliequivalentes de catequina). Para otras semillas como el frijol se reportan valores de 49 a 306 mg/100 g, considerando la información proporcionada por Singleton y Kratzer (1973) con respecto a que la ingesta diaria aceptable de taninos es de 560 mg y que algunas personas ingieren alrededor de 1000 mg por día provenientes del café, té y cocoa principalmente, pudiera no considerarse tóxica la cantidad encontrada en esta semilla, aunque si puede afectar el sabor amargo y astringente debido a estos compuestos. No obstante lo anterior y ya que el 96% de los taninos se concentran en la testa (Chang *et al.* 1994), además de que en la semilla investigada ésta es fácilmente desprendible, fué posible elaborar una harina libre de cascarilla y taninos.

Por lo anterior se considera que fué acertado el pretender, al elaborar una harina sin cascarilla obtener, un producto libre de taninos y bajo en fibra que pudiera ser empleado en organismos no rumiantes tanto animales como humanos, así mismo que pudiera utilizarse para fortificar algunos alimentos, que pudiera incluso complementar.

Los fitatos se presentaron en la semilla en una concentración promedio de 16.2 mg/g, cantidad similar a las detectadas por Weaver *et al.* (1993) para frijol blanco, pinto y rojo, quienes encontraron un promedio de fitatos de 15 mg/g de muestra.

Champagne y Phillipy (1990), detectan en un aislado de soya de marca Purina una concentración de fitato de 13 mg/g que es también cercano al obtenido en la semilla, de *A. wrightii*. La presencia de estos compuestos en la semilla y harina analizada si pudiera ser un problema en la utilización para organismos monogástricos o para el humano ya que Lease (1967) citado por Badui (1990) afirma que ratas alimentadas con un aislado de soya absorben sólo el 44% de Zinc ingerido.

Para los rumiantes los fitatos no presentan problema debido a la actividad de los microorganismos del rumen sobre este tipo de compuestos.

En lo referente a los inhibidores de proteasa la semilla en estudio tuvo una actividad inhibitoria de tripsina del 28 UIT /mg, similar al frijol común (*Phaseolus vulgaris*) crudo ya que este posee de 10 a 23 UIT/ mg dependiendo de la variedad (Durandhar y Chang, 1990), Sí se considera el contenido de estos inhibidores en las habas (*Vicia fava*), reportado por Ziena *et al.* (1991), estas tienen una cantidad mayor (45 UIT/mg).

Sí se compara la semilla de *A wrightii* con leguminosas silvestres es similar a la *Acacia farnesiana* que posee 24 UIT/mg, tiene menos inhibidores que el mezquite (*Prosopis* sp) que posee 38 UIT/mg y que el ébano (*Pithecelobium flexicaule*) que posee 240 UIT/mg (Giral *et al.*, 1978).

En otro orden se investigó la actividad ureásica en la semilla encontrando que no se presenta actividad de esta enzima. La actividad ureásica se presenta en la soya y algunas otras leguminosas, en las que inclusive se utiliza como indicador de drasticidad de tratamiento térmico.

Con respecto a la **digestibilidad de materia seca (DMS)** de 69% y **de materia orgánica (DMO)** de 74%, es superior en esta semilla, a la presentada por diversos forrajes como la paja de trigo que tiene un DMS de 33% y un DMO de 44%, y la planta de maíz cuyo DMS es de 57% (Flores-Menéndez, 1981).

Sin embargo Reyes-Sánchez (1988) reportó -con la misma técnica *"in vitro"* realizada en este estudio-, para maíz en estado lechoso un DMS de 63% y un DMO de 92%, y en la avena en estado envainado un DMS de 57% y un DMO de 85%, observándose que las DMS son inferiores a las de la semilla de *Acacia*, pero las DMO son bastante superiores a las de esta semilla. Lo anterior indica que la materia orgánica de la semilla en estudio es más resistente a los microorganismos del rumen y ya que la digestibilidad protéica con pepsina fué alta (91%), es probable que al igual que otras leguminosas posea almidones indigeribles, sobretodo considerando que la semilla fué analizada cruda.

En el **análisis de Van-Soest**, reportado en el cuadro IV, se observa que en la semilla integral se detectó un 40% de pared celular, por lo que el contenido de pared celular es superior en forrajes como avena envainada (65%) y en maíz en estado lechoso (57%), ya que aunque estos forrajes fueron analizados con granos tiernos, la relación de grano a hojas y tallos en ellos es baja y por lo mismo se espera una menor cantidad de contenido celular en forrajes fibrosos que en semillas maduras (Reyes-Sánchez, 1988).

Otro aspecto importante es el hecho de que se encontró sólo un 7.13% de celulosa y 2% de lignina, por lo que se refuerza lo discutido sobre la diferencia entre fibra cruda y fibra dietética, en el sentido que los componentes de la fibra son compuestos diferentes a la lignocelulosa, pudiendo ser hemicelulosas o gomas.

El contenido de sílice fué analizando debido a que la testa es bastante dura y pudiera haberlo presentado en una cantidad considerable, que dificultaría el manejo tecnológico en el descorticado, sin embargo el contenido fué bastante bajo de solo 0.044% en la semilla y 0.246% en la cascarilla, comparado con la cascarilla de arroz que tiene 19.90% (Juliano & Bechtel, 1985).

CONCLUSIONES

1.- El aporte de proteína digerible de la semilla de *Acacia wrightii* por unidad de peso es superior a la del frijol.

2.- La semilla de *Acacia wrightii* puede utilizarse como harina integral en la alimentación de rumiantes ya que es buena fuente proteínica pudiendo ser utilizada como harina para suplementar la alimentación del ganado.

3.- La digestibilidad de la materia seca es superior a la de forrajes como avena y maíz y la de materia orgánica es inferior a éstos.

4.- La semilla de *Acacia wrightii* tiene un endospermo pequeño el que junto con la testa es fácilmente desprendible lo que favorece el descorticado, por lo que es posible obtener una harina sin testa libre de taninos, baja en fibra y con una buena digestibilidad protéica que puede utilizarse en la alimentación de organismos monogástricos, en niveles de inclusión bajos, hasta definir los niveles adecuados experimentalmente o bien suplementando con Zinc y Calcio para contrarrestar el efecto detrimental de los fitatos, tal y como se hace con productos de soya.

5.- La semilla de *Acacia wrightii* así como sus harinas deben ser conservadas adecuadamente a fin de prevenir la oxidación de su contenido graso, que es superior al de otras leguminosas.

LITERATURA CITADA:

- Alanis-Guzmán, M.G., Wesche-Ebeling, P. & R. Maiti. 1995. **Chemical, nutritional and functional characterization of proteins extracted from wild mustard (*Brassica campestris*, Brassicaceae).** Economic Botany 49 (3): 260-268. U.S.A.
- Association Of Official Analytical Chemists. 1990. **Official Methods Of Analysis.** 15 Edición. Kenneth Helrich, Editor. A.O.A.C. Virginia USA. pp. 69-90.
- Badui, S. 1990. **Química de los Alimentos.** 2a. Edición. Editorial Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México. pp. 557, 617, 618, 622, 631, 632 y 634.
- Braverman, J.B.S. 1967. **Introducción a la Bioquímica de los Alimentos.** 1a . Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 253, 254 y 316.
- Briones-Villarreal, O.L. 1984. **Sinecología y Florística de Lampazos de Naranjo, N.L. México con Énfasis en la Gran Llanura.** Tesis F.C.B. U.A.N.L México. p. 36.
- Burns, R.E. 1971. **Method for estimation of tannin in grain sorghum.** Agronomy Journal. 63: 511-512.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1978. **Resúmenes analíticos sobre frijol.** Vol.III. Cali, Colombia. pp.100-101.
- Chang, M.J., J.L. Collins, J.W. Bailey and D.L. Coffey. 1994. **Cowpeas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating.** J.Food Sci. 50(5):1034-1036.
- Champagne, E.T. & B.Q. Phillippy. 1989. **Effects of pH on calcium, zinc, and phytate solubilities and complexes following in vitro digestions of soy protein isolate.** J. of Food Sci. 54 (3): 587-591.

- Correll, D.S. & M.C. Johnston. 1970. **Manual of Vascular Plants of Texas**.
Published by Texas Research Foundation Renner, Texas, U.S.A. p.
1881.
- Cox, P.W. & P. Leslie. 1991. **Texas Trees**. 1a. ed. Corona Publishing Co.
Dallas, Tx. U.S.A. pp.246,247.
- Cruz Prianti, M. 1989. **Determinación de la composición botánica de la
dieta alimenticia del ganado caprino en los agostaderos de
Marín, N.L. México**. Tesis F.C.B. U.A.N.L. México. pp. 29-31.
- Durandhar, N. V. and K.C. Chang.1990. **Effect of cooking on firmness,
trypsin inhibitors, lectins and cystine/cysteine content of navy and
red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*)**. J. Food Sci. 55(2):470-474.
- Dutra de Oliveira, J.E. y F. Ramos - Stradiotto. 1977. **Fatores que interferem na
utilização biológica dos nutrientes do feijão**. Arch. Latinoam. de
Nutr. Suplemento 2 . XXVII(2): 52-68.
- Earp, C.F. & L.W. Rooney. 1982. **Scanning electron microscopy of the
pericarp and testa of several sorghum varieties**. Food
Microstructure 1: 125-134.
- Engleman, M. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en
México. Talleres Gráficos de la Nación. Colegio de Postgrado. Chapingo,
México. pp: 12,13.
- Flores-Menéndez, J.A. 1981. **Bromatología Animal**. 2a. ed. Editorial Limusa,
México. pp.495-496.
- Foroughbakhch P.R. 1989. **"Tratamiento a la semilla de 14 especies
forestales de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la
germinación"**. Reporte Científico No. 11. F.C.F. U.A.N.L. México. p. 2.

- Giral, F., A. Sotelo, B. Lucas and A. De la Vega. 1978. **Chemical composition and toxic factors content in fifteen leguminous seeds.** Quart. J. Crude Drug Res. 16(3): 143-149.
- Gómez-Valenzuela, R. 1967. **Datos acerca de la productividad de arbustos forrajeros en el predio ejidal Sta. Isabel y Dolores Mpio. de Cadereyta, N.L., México.** Tesis F.C.B. U.A.N.L. México.
- Gómez-Sánchez, M. 1981. **Estudio del aprovechamiento y situación actual de las comunidades vegetales en el ejido Espinazo, Mina, N.L., México.** Tesis F.C.B. U.A.N.L. México. p. 26.
- Graf, E. & F.R. Dintzis. 1982. **High-performance liquid chromatographic method for the determination of phytate.** Analytical biochemistry. 119: 413
- Gutiérrez, L. 1979. **Análisis toxicológicos de los alimentos para animales.** Memorias del Curso de Actualización sobre Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. México, D.F. pp. V23-V25.
- Harris, H.B., D.G. Cummins, & R.E. Burns. 1970. **Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging.** Agronomy Journal 62: 633-635.
- Hahn, D.H., L.W. Rooney & J.M. Faubion. 1983. **Effect of genotype on content and distribution of sorghum phenols.** Cereal Foods World 28 (9): 559-560. (Abstract)
- INCAP-ICNND. 1961. **Tabla de Composición de Alimentos Para uso en América Latina.** Guatemala, C.A. p.60
- Johansen, D.A. 1940. **Plant Microtechnique.** Ed. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London. p. 522.

- Juliano, B.O. & D.B. Bechtel. 1985. **The rice grain and its gross composition.** pp. 17-57 in : Rice: Chemistry and Technology, 2th Ed. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN.
- Leucere, J.N. 1982. **Polyphenols in grain sorghum chemistry and nutritional adversities of condensed tannins.** Abstracts of papers of the American Chemical Society. 183: 21.
- Maxon, E.D., L.W. Rooney, R.W. Lewis, L.E. Clark & J.W. Johnson. 1973. **The relationship between tannin content enzyme inhibition rat performance, and characteristics of sorghum grain.** Nutrition Reports International. 8 (2): 145-152.
- Potter, N.N. 1978. **La Ciencia de los Alimentos.** Editorial Harla. México, D.F. pp.3-4
- Reyes-Sánchez, R. 1988. **Estudio del efecto conservador de diferentes sales en el ensilaje de avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*).** Tesis , Fac.de C. Biol. UANL. pp. 29,30,49 y 50.
- Scheider, W.L. 1985. **Nutrición. Conceptos Básicos y Aplicaciones.** 1a. Ed. Editorial McGraw-Hill de México. p.539
- Secretaría de Programación y Presupuesto S.P.P. 1981. **Síntesis Geográfica de Nuevo León.** Coordinación General de los Servicios Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto S.P.P. 1979. **Cartas C15,C16: Topográfica, Geográfica, Edafológica, Urbana, Climas, Uso Potencial y Uso de Suelo.** Coordinación General Del Sistema Nacional de Información. DETENAL .Publicación Trimestral México.

- Singleton, V.L. and F.H. Kratzer. 1973. **Plant Phenolics**. p. 332 in : **Toxicants Occurring Naturally in Foods**. 2th. ed. National Academy of Science. Washington, D.C.
- Tejada, I. 1983. **Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal**. Inst. de Inv. Pec. SARH. México, D.F.
- Tilley, J.M.A. & R.A. Terry. 1968. **A two stage technique for the in vitro digestion of forage crups**. J. Brit. Grassland Soc. 18: 104-111.
- Van Soest, P.J. 1963. **Use of detergents in analysis of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin**. J. of A.O.A.C. 46: 829.
- Van Soest, P.J. & L.A. Moore. 1965. **New chemical methods for analysis of forages for the purpose of predicting nutrition value**. Doc. 9th Int. Grassl. Congr.Sao Paulo. p. 783.
- Van Soest, P.J.& R.H. Wine. 1967. **Use of detergents in analysis a fibrous feeds IV. Determination of plant cell-wall constituents**. J. of A.O.A.C. 50: 50.
- Wasowski, S. & A. Wasowski. 1991. **Native Texas Plants**. 2a. ed. Gulf Publishing Co. Houston, Tx. U.S.A. p. 4.
- Weaver, C.M., R.P. Hearney, W.R. Proulx, S.M. Hinders and P.T. Packard. 1993. **Absorbability of calcium from common beans**. J. Food Sci. 58(6):1401-1403.
- Wheeler, E.L. & R.N. Ferrel. 1971. **A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions**. Cereal Chem. 48:312.
- Wilson, C.L. & W.E. Lomis. 1968. **Botánica**. 4a. ed. Editorial UTEHA. S.A. DE C.V. México. pp. 89-90.

Ziena, H.M., M.M.Youssef and A.R. El-Mahdy. 1991. **Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (Medammis): Effects of cooking temperature and time.** J. of Food Sci. 56(5):1347-1349.

