

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS



“CARACTERISTICAS Y POTENCIAL DE LA SEMILLA Y CASCARA
DE HUIZACHE ACACIA FARNESIANA WILLD. COMO FUENTE
DE TANINOS Y FORRAJE EN EL ESTADO DE JALISCO”.

TESIS DE POST-GRADO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN NUTRICION ANIMAL

P R E S E N T A
C. LUCIA BARRIENTOS RAMIREZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1993

I N D I C E

	Pag.
Resumen	
Introducción-----	1
Antecedentes-----	4
Objetivos -----	14
Hipótesis-----	16
Planteamiento del problema-----	17
Justificación-----	18
Material y métodos-----	19
Resultados-----	25
Discusión-----	44
Conclusión-----	61
Bibliografía-----	64
Apendice=-----	72

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL
 "ING. KARL AUGUSTIN GRELLMANN"

Sección
 Expediente
 Número **1325**

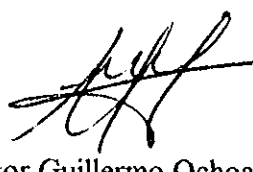
Guadalajara., Jal. , 12 de Septiembre 1993

M. C. Roberto Miranda Preciado
 Coordinador de Ciencias Agropecuarias
 de la Universidad de Guadalajara.
 P R E S E N T E.

En mi calidad de director de tesis de maestría de C.. Lucía Barrientos Ramírez,
 Titulada " CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL DE LA SEMILLA Y CASCARA DE
 HUIZACHE *ACACIA FARNESIANA* WILLD. COMO FUENTE DE TANINOS Y
 FORRAJE EN EL ESTADO DE JALISCO

Hago constar que he terminado su revisión, por lo que me permito autorizar su
 impresión para que de esta manera se prosiga con los trámites que establece la
 coordinación a su digno cargo para optar el grado de Maestro en Ciencias en Nutrición
 Animal.

A T E N T A M E N T E




M.C. Hector Guillermo Ochoa Ruiz
 INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL
 DIRECTOR DE TESIS. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Al contestar este oficio ofítese fecha y número

"Características y potencial de la semilla y cáscara de huizache *Acacia farnesiana* Willd. como fuente de taninos y forraje en el Estado de Jalisco".

Trabajo que presenta la C. Lucía Barrientos Ramírez para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN NUTRICION ANIMAL.

El presente trabajo se realizó con apoyo del Instituto de Madera Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U. de G.

DIRECTOR DE TESIS: M.C. Héctor Guillermo Ochoa Ruíz

ASESOR: M.C. Juan Taylor Preciado

ASESOR: M.C. Virgilio Zúñiga Partida.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

DEDICATORIAS

A Dios por darme la vida

A mis padres, por sus valiosos consejos en el trayecto de mi existencia.

Al M.C. Virgilio Zúñiga Partida, con admiración y respeto por su invaluable guía, en la realización de esta tesis y en mi formación profesional.

Al Dr. Felipe Ramírez Cano, por el estímulo y orientación recibida en mi superación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Madera Celulosa y Papel, por permitirme la realización de este trabajo de tesis.

Al M.C. Guillermo Ochoa Ruíz por la dirección en la parte experimental de esta tesis.

Al M.C. Juan Taylor, por su asesoría y apoyo en esta investigación.

Al M.C. Arturo Camacho por su valiosa e invaluable ayuda en el desarrollo de esta investigación.

A los M. C. Esther Albarrán y Gerardo por sus consejos y asesoría desinteresada.

Al Ing. Raúl Flores, por la ayuda brindada durante el desarrollo de este trabajo.

Al laboratorista Sergio Hernández por su colaboración en la realización de esta tesis.

Al Ing. J. Guadalupe Hernández por la ayuda prestada en la elaboración de este manuscrito.

Al Químico Jorge Fuentes por colaboración desinteresada

Al Dr. Fernando López Dellamary por su ayuda desinteresada en la elaboración de este manuscrito.

A los integrantes del Departamento de Bioingeniería por su constante apoyo.

RESUMEN.

En el presente trabajo se caracterizó químicamente el huizache *Acacia farnesiana* Willd, en zonas del Estado de Jalisco, se encontró en este vegetal un alto valor protéico con posibilidades de utilización como forraje. Extrayéndole a la cáscara una considerable cantidad de taninos presentes, los cuáles hacen a las especies que lo consumen que el elevado contenido de taninos lo hacen poco digeribles y menos palatables.

Se determinó 23.5% de proteínas y 29.5 % de carbohidratos, lo que indica que el fruto de huizache tiene los requerimientos necesarios para considerarse como especie de utilización alterna o como alimento no convencional. Respecto al decremento de la cantidad de lignina obtenidos después del tratamiento de extracción, indica mayor digestibilidad de este nutrimento en una dieta para animales.

La cantidad de taninos obtenida que fué del orden de un 13% (en base seca) es un valor que se encuentra en un nivel por arriba del 10%, para considerarse como una fuente de extractos vegetales. La digestibilidad fué de 70.7% para semilla y 61.0% para cáscara, considerándola entonces como un forraje de alta calidad nutritiva y que puede ser utilizado por su disponibilidad en fresco o ensilado.

Dentro de los aminoácidos encontrados en mayor porcentaje fueron la glicina, la glutamina y la asparagina, no siendo así la metionina y lisina que por lo general son pobres en las leguminosas. Los minerales encontrados fueron sulfatos, oxidos, bromuros y fosfatos, presentandose en

la semilla bromo no así en la cáscara, que se presentó el fósforo. En el análisis estadístico se presentaron diferencias significativas $< .05$.

Es importante darle uso a otros desechos agroindustriales de especies que puedan contribuir a la alimentación de rumiantes y así evitar la competencia de granos entre el hombre y animal.

INTRODUCCION

Existe notoria y creciente preocupación por aumentar la producción de alimentos para consumo humano, además se persigue lograr el aprovechamiento de todos aquellos productos susceptibles de ser utilizados como alimento. Para este propósito resulta importante la flora silvestre, con el fin de evaluar su posible uso en la alimentación del hombre y/o los animales considerando que algunas zonas de nuestro país referente a los árboles silvestres se conocen poco, por lo que se requiere valorar su potencial, e incluso estudiar la forma de emplear plantas que se estiman perjudiciales, por ejemplo el mezquite y el huizache.

Uno de los recursos forrajeros más abundantes en las zonas áridas y semiáridas de México lo constituye el huizache (del náhuatl huixtli - espina e ixachin - cantidad). Es una xerófila que debido a sus múltiples rasgos morfológicos puede soportar la sequía, además tiene amplia importancia ecológica en todo el país, aunque su distribución no es uniforme. ⁽¹⁴⁾

En America la *Acacia farnesiana* se encuentra distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina. Respecto a su aprovechamiento, Gómez y colaboradores ⁽³¹⁾, señalan que las hojas y cáscaras pueden aprovecharse como forraje para alimentación de cabras o cualquier tipo de rumiante que habite en las regiones áridas de México. ⁽³¹⁾

El huizache como alimento puede considerarse como planta nociva, por contener glucósidos cianogénicos, limarina y lotoustralina, ⁽⁴³⁾ cuya concentración varia entre especímenes en diferentes épocas del año, (de 0.0 a 4.5 micro mol)(g de peso seco).

Esto es de extrema importancia si la población de *Acacia farnesiana* ha de ser estimada como fuente de alimentos para animales herbívoros. ⁽¹²⁾

Es un hecho indiscutible que el hambre afecta a las clases socialmente marginadas, bien sean de países subdesarrollados o industrializados, debido a que es consecuencia de un proceso social. Por lo anterior es importante dar impulso a la industria pecuaria a fin de obtener alimentos balanceados a partir de esquilmos agroindustriales o especies vegetales no tradicionales, no aptas para consumo humano, aprovechando recursos que en la actualidad se desperdician. ⁽⁴¹⁻¹¹⁾.

A pesar que la *Acacia farnesiana* se encuentra ampliamente distribuida en territorio Nacional, actualmente es un recurso natural subutilizado, porque únicamente se emplea en la alimentación animal (mediante ramoneo) y durante la época de lluvias, sin embargo en el período seco esta leguminosa tiende a perder sus hojas disminuyendo dramáticamente sus porciones comestibles. ⁽¹⁶⁾

Esta especie contiene un gran porcentaje de taninos que no le permite ser digerible, por lo que es necesario realizar análisis que puedan hacer más disponible este ingrediente. Dada su importancia se debe tener una evaluación de este vegetal considerado como maleza por su abundancia, pero que puede ser de gran beneficio para la alimentación animal. ⁽⁴⁵⁻³⁹⁾

El contenido protéico en el fruto es alto y puede utilizarse como subproducto agroindustrial después de la extracción de taninos, y suplementar a un nutrimento dentro de una dieta balanceada debido a su biodisponibilidad. El extracto de la vaina puede tener uso en la industria de curtiduría debido a que el porcentaje de taninos que presenta, está dentro del rango de aprovechamiento industrial.

Los taninos tienen capacidad de combinarse con las proteínas para formar sustancias insolubles y hacer a las pieles inalterables a los agentes que tienden a descomponerse.
(47-40)

Así como esta leguminosa se encuentran otros vegetales que sirven para alimentación humana/o animal, teniendo que valorar como materia prima para aprovechamiento alimentario o industrial, lo que antes se consideraba desperdicio. Algunos trabajos sobre esta línea han despertado el interés entre los investigadores al estudio de nuevas fuentes de proteína y energía para el consumo de los animales, desarrollando al mismo tiempo nuevas técnicas y métodos sencillos para evaluar la calidad de estos ingredientes alimenticios. (44-49)

ANTECEDENTES

En 1974 el Dr. Francisco Giral, de la UNAM; dio inicio a estudios sobre la composición química de la flora silvestre mexicana, para proponer su uso a la alimentación humana o /animal de manera directa o mediante procesos tecnológicos, miles de especies de leguminosas silvestres, distribuidas en todo el mundo, como una gran reserva de proteínas esperan que el hombre las utilice para su alimentación ⁽⁵⁰⁾.

México tiene regiones de clima y vegetación muy variada en las que abundan las leguminosas, esta familia comprende más de 18,000 especies en el país, sin embargo solo un 20% de porcentaje del total de estas especies son aprovechables. Esto indica que una gran reserva de proteínas de especies silvestres, cuya composición es aún desconocida puede resultar promisorio para la alimentación humana.

Actualmente las investigaciones se ocupan principalmente de los alimentos de origen vegetal ricos en proteínas y de bajo costo, dentro de esto las leguminosas desempeñan un papel importante en la dieta de millones de personas, que para muchos constituyen la fuente principal de proteínas. Los nutrientes deben de ser evaluados por medio de la digestibilidad para valorar la calidad nutricional del ingrediente ⁽²⁸⁻³⁰⁾

Aunque por su composición química no sean adecuadas para estos fines, es de importancia conocer cuáles resultan útiles como alimento para animales, ya que un alto porcentaje de los granos sirve para consumo humano, como los cereales y leguminosas comestibles ⁽⁴⁶⁻³⁶⁾

Las leguminosas silvestres que se producen anualmente, son fuente de alimento para el hombre y los animales, se consumen con gran aceptación en diversas regiones del país, son buen alimento para cerdos, además la mayoría de las semillas silvestres estudiadas parecen ser más adecuadas para la alimentación de rumiantes, por su alto contenido de fibra cruda, y porque dadas las características de su aparato digestivo, no resultan afectadas por muchos de los tóxicos de estas especies. ⁽⁴⁹⁻²⁵⁾

Las cualidades nutritivas de las semillas se deben al contenido de los aminoácidos que forman las proteínas, principalmente la leucina, la arginina y los ácidos glutámico y aspártico ⁽⁴⁶⁾. Esto explica que el ganado bovino se alimente durante la época de sequía (marzo-mayo), exclusivamente de las cáscaras de huizache. ⁽²⁷⁻¹³⁾

El huizache presenta alto porcentaje de contenido de proteína sobrepasante, siendo de 7.7%. Esta Acacia junto con el chaparro prieto forman los arbustos con mayor potencial como fuente de proteína sobrepasante, para cabras en agostadero. ⁽¹⁷⁾

Los huizaches pueden considerarse como una especie que puede reportar al hombre un gran apoyo en la economía, si sabemos utilizarlos y conociendo los productos que pueden obtenerse de ellos. La proliferación exagerada del huizache se ha incrementado en los últimos años y las investigaciones hechas han demostrado que el principal propagador de este recurso es el ganado bovino. Así al talar la vegetación original de un terreno y al establecer los potreros se crean las condiciones favorables para su desarrollo, porque el ganado después de ingerir las vainas del huizache diseminan las semillas a través de las heces. ⁽¹⁵⁻²⁷⁾

Distribución y taxonomía del huizache:

Gómez, y colaboradores ⁽³¹⁾, citan distribuciones densas de *Acacia farnesiana* conocidas como huizachales o formando manchones dentro de otros tipos de vegetación en los municipios de: Muzquiz, Ojo caliente, Buenavista, Bravo, Ciudad Mier, Linares, Galena, Cañon de la Huasteca, Reynosa, Presa falcón, El chamal, Guemes, Municipio González Tamasopo, Villa de reyes, Santa Catarina, Santa María del rio, Matehuala, Encarnación Díaz, Lagos de Moreno, San Luis de la Paz, León y San Juan del rio.

Mcvaugh ⁽⁴³⁾, menciona que en el Occidente de México bosquecillos y matorrales abiertos de *Acacia farnesiana* como elemento característico del matorral subtropical en Aguascalientes y Jalisco.

El género *Acacia* es muy común en la República Mexicana, algunas de sus especies se encuentran distribuidas en las zonas áridas y semiáridas, por lo que existen numerosas referencias florísticas de trabajos sobre la vegetación de estas regiones, del centro y norte del país. ⁽⁴¹⁾

Taxonomía:

FAMILIA: Leguminosae
SUBFAMILIA; mimosidae
GENERO: *Acacia*
ESPECIE: *farnesiana*.

Las características taxonómicas de esta especie se describen según McVaugh ⁽⁴³⁾. Frecuentemente como árboles pequeños de 3-8 m de altura con troncos cortos de 40 cm de diámetro, muy ramificado las ramas jóvenes y herbáceas pubescentes, estípulas espinosas colocadas en pares divergentes sobre ramillas de florescencias de 1- 3 cm de

largo son blancas y conspicuas, de 2-5 cm longitud de pinnas de 2 a 6 pares, foliolos de 10 a 25 pares, lineares, comúnmente de 1 a 3 cm de longitud y 1 m de ancho con el ápice agudo y obtuso, flores amarillas, con un grato olor dulce, sésiles, en cabezuelas globosas de 0.7 a 1 cm de diámetro, sobre pedicelos solitarios o fasciculados de 1 - 43 cm de longitud.

Estambres conspicuos, ovario poco hispido, fruto cilíndrico verde o eventualmente negro, glabro o pubescente, muy tardiamente dehiscente, de 4-8 cm de longitud, cerca de 1 cm de espesor, ápice agudo, sésil o subestipitado, semillas en 2 hileras longitudinales, reniformes de 6-8 mm de longitud. (41)

Composición de Taninos:

Los taninos son un grupo de componentes fenólicos que se encuentran en varias plantas, incluyendo a los árboles de roble, y pastos. Estos componentes fueron llamados taninos, porque convierten las pieles animales en cuero por el proceso de curtido.

Hay dos clases de taninos hidrolizables y condensables. Estos son extractos naturales comerciales, se utilizan desde hace tiempo por sus propiedades curtientes, debido a este punto de vista contienen tres grupos de sustancias denominadas, taninos, no taninos y material insoluble.

Los taninos o material curtiente representan de 50 a 60% en el extracto sólido, los no taninos son las sustancias que carecen de poder curtiente y están representadas por carbohidratos, sales minerales y polifenoles no tánicos, también están presentes carbohidratos simples (hexosas, pentosas, ciclitolos y disacáridos) además complejos glucorónicos (4).

La determinación analítica de los taninos condensables e hidrolisables se basa en una adición de un exceso de polvos de piel, especialmente tratado y preparado con una solución acuosa diluida del extracto tánico (4 gr, de taninos por litro de agua). Los materiales solubles no absorbidos por los polvos de piel obtenidos por filtración y evaporación de la alícuota representa el porcentaje de no taninos.

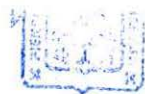
El No. de Stiasny ⁽²⁶⁾, se utiliza para determinación específica de taninos condensables, se designa a la cantidad de precipitado que se forma al combinarse con el formaldehído respecto del residuo que queda al evaporarse la solución original. Es importante el peso molecular de los taninos o sea cuántos elementos básicos forman la macromolécula. Los taninos condensables se encuentran presentes en forma de dímeros, oligómeros y polímeros de polihidroxiflavan- 3- ol y polihidroxiflavan - 3- 4.

Taninos hidrolizables:

Los taninos hidrolizables son mezclas simples de pirogalol, ácido gálico, y ácido elágico, las moléculas se caracterizan por tener varios grupos específicamente ácidos, derivados del ácido gálico, unidos a una molécula de un enlace éter. los taninos hidrolizables producen ácido gálico, los elagitaninos después de la hidrólisis producen ácido elágico, estos se hidrolizan mediante enzimas o por hidrólisis ácidas, formando residuos de bajo peso molecular ⁽⁴⁰⁾

Taninos condensables:

Son polímeros resultantes de la condensación de las unidades de flaván -3 ol, han sido encontrados por ejemplo en



el sorgo, estos polímeros son también conocidos como proantocianidinas, porque las antocianidinas son liberadas cuando los polímeros son tratados con ácidos minerales.

Usos industriales.

Tradicionalmente el uso más importante de los taninos es como agente de curtido, tiene otras utilidades tales como componentes de lodos de perforaciones de pozos, y en el tratamiento de aguas, también se han utilizado como agentes colorantes en una industria textil tradicional del Japón.

Química de los taninos:

Son sustancias con pesos moleculares que se encuentran entre 500 y 2000 ol, las cuáles darán las reacciones fenólicas de costumbre tal como la capacidad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas. Los taninos hidrolizables comparados con los taninos condensados se presentan con menor frecuencia en la madera.

Importancia económica

De la utilización comercial de los taninos, las 4/5 partes son taninos catequínicos condensados y 1/5 solamente de taninos gálicos, estos constituyen solo un 5 a 10 % de la producción industrial, en todo el mundo. ⁽⁴⁰⁾

Debido a esta importancia que tienen los taninos es necesario realizar análisis de especies vegetales que puedan aportar resultados óptimos tanto a la industria de la curtiduría.

Análisis químico proximal de la digestibilidad "in situ":

El parámetro indicador del valor protéico para que una especie vegetal sea considerada como buena forrajera es la digestibilidad, la composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrimentos del mismo, pero no de la disponibilidad para el animal. Esta se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere (o desaparece) a su paso por el tubo gastro-intestinal.

La digestibilidad varía de acuerdo con factores propios del alimento y/o por efecto de los animales que lo consumen. Los alimentos que más cambian en digestibilidad son los forrajes, siendo el estado de madurez el principal causante de dicha diversificación, a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, incrementándose la fibra (principalmente celulosa y lignina).

Existen varios métodos para determinar la digestibilidad estos son: "in vivo", "in situ" "in vitro", el sistema más apropiado es "In vivo" que se lleva a cabo por recolección de heces siendo el más confiable, pero presenta el inconveniente de requerir un gran número de animales e instalaciones apropiadas y requiere tiempo para poder llevarse a cabo. La determinación de la digestibilidad "in situ" por medio de bolsas de nilón suspendida en el rumen tiene muchas ventajas: ahorro de tiempo y materiales, así como la rápida obtención de resultados,

No obstante que diversos factores constituyen una fuente de variación, la digestibilidad aparente en rumen puede ser estimada "in situ" en base a la tasa de degradación de los alimentos, y se ha usado para evaluar aquellos que son protéicos y forrajes toscos en rumiantes. ⁽⁴⁸⁻³⁴⁾ La información

sobre digestibilidad, aunada a los datos de composición química proximal, nos permite el cálculo del parámetro denominado, Total de Nutrientes Digestibles.

Valor nutritivo de las leguminosas:

El porcentaje protéico de las leguminosas es alto y representa aproximadamente la mitad de las proteínas de la carne. La digestibilidad de las leguminosas se encuentra entre el 85% y 95%, éstas contienen aproximadamente un 60% de hidratos de carbono (principalmente las féculas) en general se absorben y metabolizan adecuadamente. ⁽⁴⁴⁾

De las familias más ricas en proteína son las leguminosas, que poseen un porcentaje que varía de 17 a 30 % y en algunos casos como la soya es hasta de 40 %. Además las leguminosas poseen alrededor de 60 % de carbohidratos, que las convierte en una buena fuente de energía. El contenido de grasa en la mayoría de las leguminosas oscila entre 1 a 3 % aunque hay algunos que contienen gran cantidad de ellas, como el cacahuate y la soya. Las grasas de las leguminosas son ricas en ácidos grasos esenciales y considerablemente más ricas en calcio que los cereales, así como buena fuente de hierro y nitrógeno. ⁽⁴⁶⁾

La incorporación de semillas de leguminosas silvestres a la alimentación animal tiene como ventajas designar el consumo de las mismas fuentes nutricionales que también consumen los humanos, en lo cual se contribuiría ayudar a la demanda mundial de alimentos ⁽¹⁷⁻²³⁾

Las leguminosas por su biodisponibilidad representan un recurso alimenticio importante. Debido a las necesidades actuales que tiene nuestro país se deben evaluar las especies

consideradas como no tradicionales para consumo animal, y evitar la competitividad del alimento entre el hombre y el animal.

Actualmente se analizan desechos agroindustriales como alimentos alternos o no convencionales para los rumiantes. Debido al proceso de industrialización generalmente se tratan los materiales con un contenido elevado de humedad, hecho que impide su transportación a sitios alejados de las plantas procesadoras y obliga a su empleo por medio de frascos o bien a su conservación en forma generalmente ensilado u ocasionalmente desechada.

En trabajos realizados con el salvado de maíz que es un subproducto de la extracción del almidón y el aceite contenido en el cereal, su composición química indica su posible inclusión como fuente de fibra digestible en combinación con ingredientes de poca proteína y altos glúcidos solubles, la inclusión hasta de 58.2 % no afecta la producción láctea, aunque disminuye la grasa butírica del fluido.

Shimada ⁽⁵¹⁾ Realizó análisis sobre el bagazo de uva, utilizando el subproducto el cual contiene un alto valor de proteína 12% y de grasa 9%, su digestibilidad fué pobre debido a la presencia de taninos condensados hasta un 13.7% de la materia seca, con efectos inhibidores sobre las enzimas digestivas y los microbios ruminales, además los taninos atacan químicamente a las proteínas reduciendo su disponibilidad.

Otro trabajo presentado por Shimada fué la utilización de bagazo de manzana que es un subproducto de la extracción del jugo de la fruta de la cual se empleó la cáscara, pulpa y semilla, obteniendo los siguientes resultados; en materia

húmeda 71.6%, proteína 5-6%, el extracto etéreo fué 7.2% mayor que los otros subproductos empleados, en glúcidos solubles 55% (pectinas) la digestibilidad fué pobre con 48%. Este material se ha destinado como ingrediente en raciones de mantenimiento, previa suplementación con diversas fuentes de fibra y nitrógeno.

El otro subproducto fué el salvado de piña, empleando la cáscara, bagazo y la pulpa, teniendo 80% de agua, 44% de proteína.

El canalizar los subproductos como alimento a través de los animales rumiantes, resuelve el problema de eliminación y ayuda a reducir la contaminación del suelo, agua, aire y la acumulación de los residuos agroindustriales, transformando a estos desechos en alimentos de elevado valor nutricional y en otros materiales útiles. ⁽⁵¹⁾

(ver fig. 1 representativa a las características taxonómicas de la especie del huizache)

Fig. No 1

= *Acacia farnesiana* Willd =
(Hiyoche)



J.R.

A

B

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la composición de la *Acacia farnesiana* Willd (huizache) en semilla y cáscara además la digestibilidad " *in situ*", para su incorporación en la alimentación animal.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- Evaluar la composición químico proximal de la semilla y cáscara (por separado) del huizache.
- 2.- Cuantificar el contenido de pared celular y sus componentes en cáscara y semilla, por medio de las técnicas de fracciones de fibra, f.d.n. f.d.a. y lignina.
- 3.- Determinar cuantitativamente la cantidad de taninos presentes en el huizache en cáscara y semilla.
- 4.- Calcular la cantidad de componentes energéticos TND (total de nutrimentos digestibles) con base en los resultados bromatológicos.
- 5.- Cuantificar la cantidad de carbohidratos presentes en cáscara y semilla.

- 6.- Determinar la digestibilidad de la proteína y de la materia seca, mediante el método "in situ", en las dos partes de que está constituida la vaina.
- 7.- Realizar el análisis de aminoácidos presentes en la semilla y cáscara del huizache por medio de cromatografía de líquidos de alta presión HPLC.
- 8.- Determinar la cantidad de minerales que constituyen la semilla y cáscara del huizache.
- 9.- Analizar estadísticamente los resultados de Digestibilidad, anterior y posterior a la extracción de taninos por medio de prueba de diseño completamente al azar.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

HIPOTESIS

Las semilla y cáscara de huizache contienen alto contenido de carbohidratos y proteínas, pero su utilidad está limitada por la presencia de taninos, por lo que la extracción de éstos permitiría un mejor aprovechamiento del fruto de esta especie como un ingrediente de alto valor nutricional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El huizache *Acacia farnesiana* Willd. es una especie de gran disponibilidad en Jalisco.

Se reporta para otros Estados que la composición química de la vaina permite que lo consideren como un forraje de buena calidad, sin embargo, existen limitantes para su aprovechamiento total; como la presencia de factores que disminuyen la disponibilidad de los nutrimentos: tales como los taninos y la lignina.

Los taninos se logran separar por medio de extracciones en sustancias puras utilizadas en curtiduría, por lo que el subproducto o residuo obtenido después de esta operación lo haría más asimilable por animales monogástricos que en estado natural.

JUSTIFICACION:

La semilla y cáscara de huizache (*Acacia farnesiana*) Willd. contienen, un elevado porcentaje de proteína, además es una especie que se encuentra en gran volumen en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país. Por lo que es importante aprovechar esta especie subutilizada para suplementar algún ingrediente en una dieta para rumiantes, y así incorporar subproductos agroindustriales que cubran necesidades alimenticias de animales.

MATERIAL Y METODOS:

El huizache *Acacia farnesiana* Willd.

Coleta de la muestra:

La colecta de huizache *Acacia farnesiana* fué realizada en la zona de San Cristóbal de la Barranca Jal, ubicada al Norte de Jalisco. (ver figura 2).

El procedimiento fué el siguiente: Se recolectó 1 kilo del fruto tomándolo manualmente del suelo durante la época de Junio - Agosto en tiempo de fructificación.

Procesamiento de la muestra: En la fig.3 se muestra el diagrama experimental. Las vainas fueron secadas al aire, separando las muestras de semilla y cáscara, ambas fueron molidas por separado hasta obtener procesados de harina, en un molino de martillos con una criba de aproximadamente 20 mm, de diámetro quedando las dos partículas de 2 mm de tamaño.

Análisis Químico proximal:

Se realizaron los análisis bromatológicos, mediante las técnicas empleadas por Tejeda ⁽⁵¹⁾ las cuáles son: Humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, referidos en base seca respectivamente.

También se realizó el análisis de las fracciones de fibra, f.d.n. (fibra detergente neutra) y f.d.a. (fibra detergente ácida), aparentemente con esta técnicas se dividen los constituyentes nutricionales solubles y aquellos que no son totalmente aprovechables o que dependen de la fermentación microbiana para su aprovechamiento. Referente a la fibra f.d.a, es una estimación del valor de la hemicelulosa, además de ser el paso preliminar para la determinación de lignina.

Fig. No. 2

= Ubicación de la Zona de Colecta =

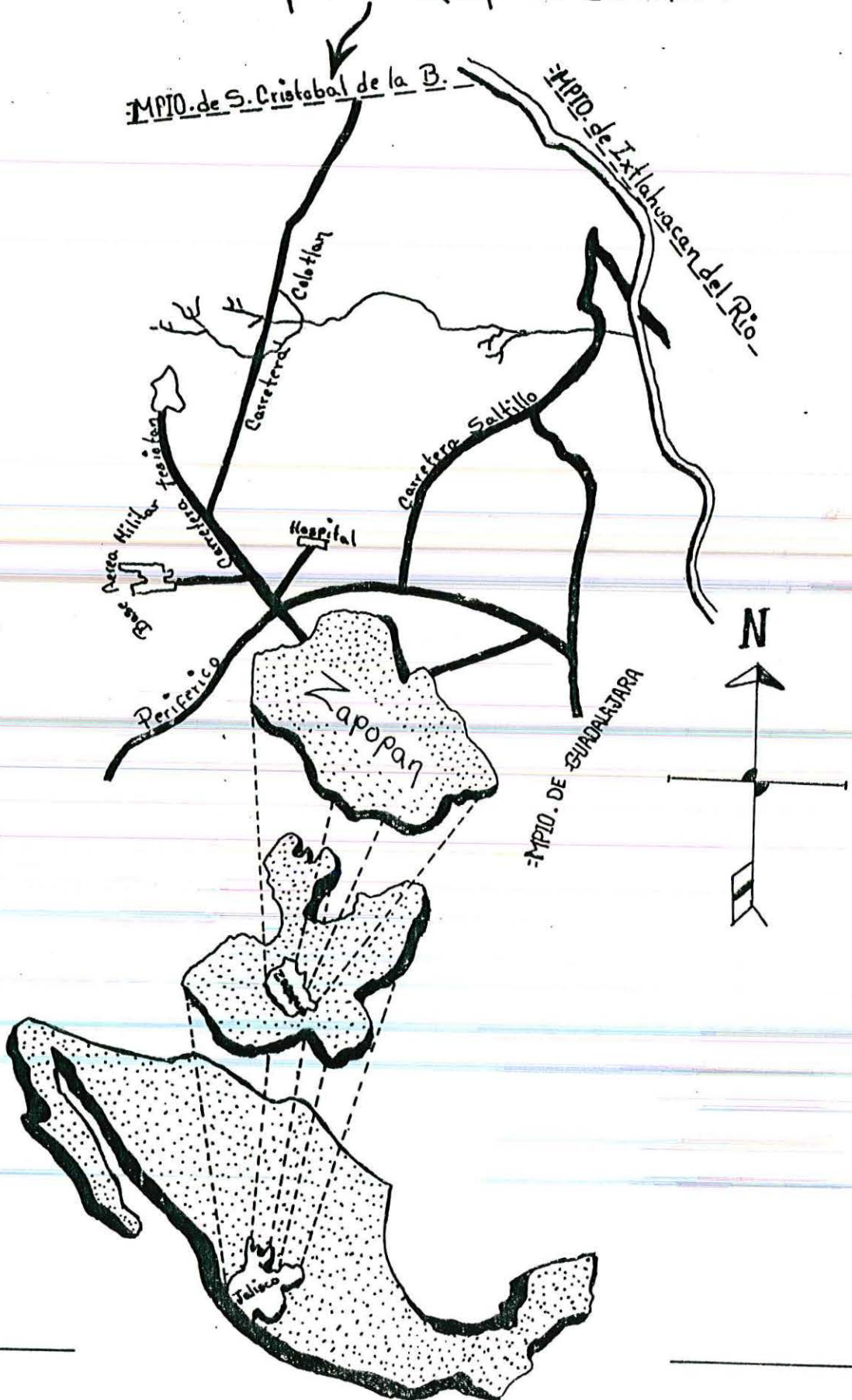
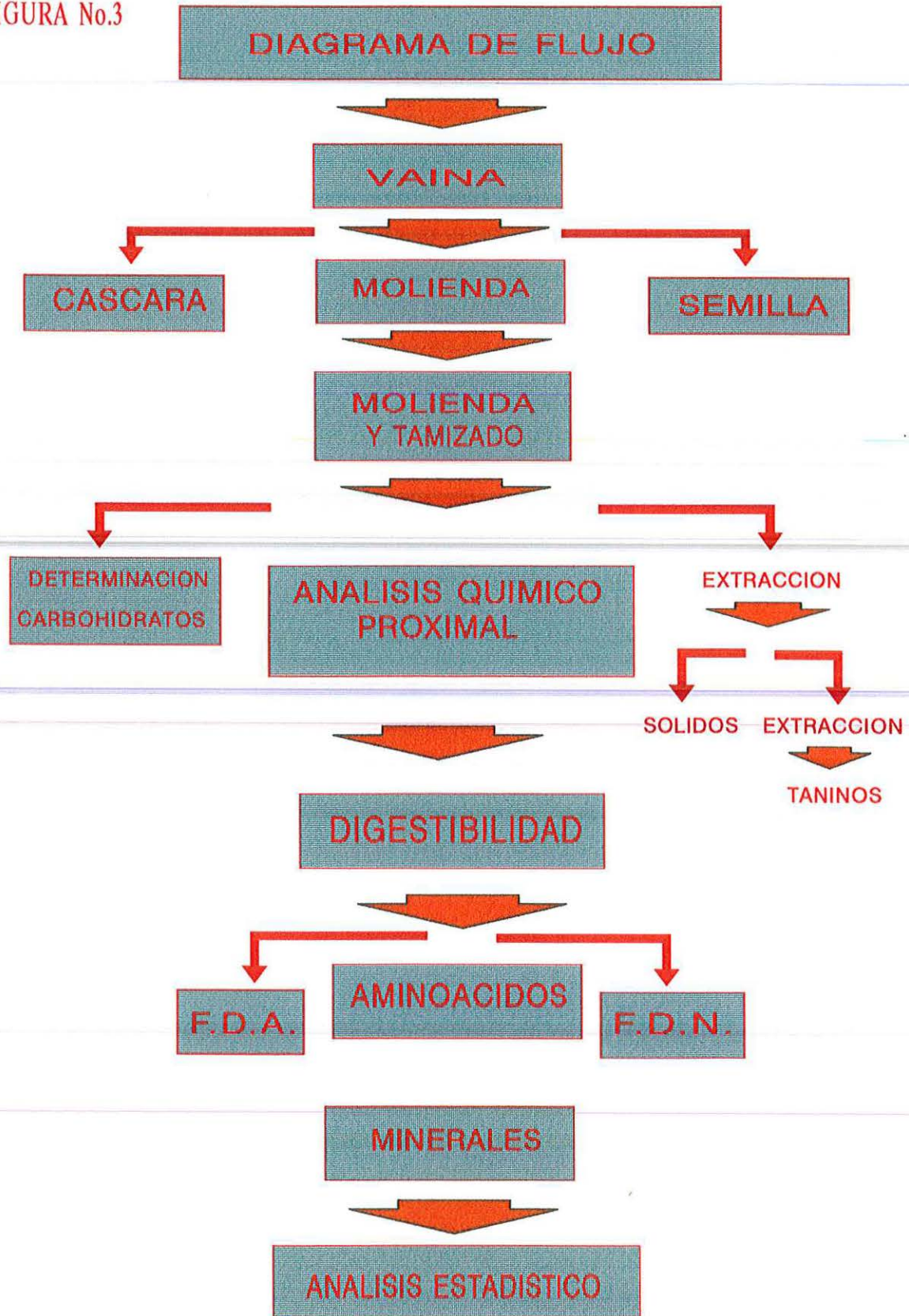


FIGURA No.3



Determinación de lignina:

Se hizo la determinación de lignina por medio del método de Tejada ⁽⁵⁷⁾ utilizando ácido sulfúrico al 72%, con el cual se realizó una hidrólisis de la muestra, concentrando el líquido en un Rotavapor RE 120 a una hora, a temperatura de 36°C, y posteriormente transferirlo a un matraz erlenmeyer para colocarlo en la autoclave por espacio de una hora, posteriormente filtrarlo y evaluar por medio del residuo la cantidad de polifenóles condensados, ó la cantidad de lignina total .

Determinación de taninos.

La extracción se llevó a cabo mediante la técnica de TAPPI T 207 modificada respecto a la cantidad de muestra adicionando agua a 10 gramos de muestra, durante 48 horas mantenidos a reflujo mediante calentamiento para obtener un extracto, el cuál mostró una viscosidad y un color blanquizco en el caso de la semilla, y la cáscara mostro un color marrón, el olor fué diferente en las dos muestras. Posteriormente el líquido se colocó por 24 horas en el infrarrojo y se cuantificó el residuo.

Se determinaron los taninos por medio de las técnicas de Stiasny (cantidad de polifenóles de los extractos) y ALCA (American Leather Chemit's Association) y por coloración para cuantificar la cantidad de taninos de pirogalol ^(4,24). Al extracto líquido resultante se le analizó primeramente por medio de la técnica de Stiasny, utilizando formaldehido y ácido clorhídrico para determinar taninos de la clase de pirocatecol.

El segundo método de análisis fué ALCA incluye la cuantificación de extracto total, solubles totales, no taninos y taninos, se utilizaron dos tipos de reactivos para comparar resultados, estos reactivos fueron polvos de piel parcialmente cromados de importación y nacional respectivamente. De esta forma se cuantifico los taninos presentes..

Reacción de coloración: En este método se utilizó sulfato férrico y acetato de amonio para observar el cambio de coloración, el cuál muestra la presencia de taninos de la clase de pirogalol. Este residuo mantuvo un olor más fétido en la semilla y se observó un color café más claro que en la cáscara ⁽⁴⁻²⁶⁾

Determinación de carbohidratos en cromatografía de líquidos HPLC:

Se realizó el análisis de los azúcares monoméricos presentes en cáscara y semilla, por medio de cromatografía líquida de alta presión, la muestra fué hidrolizada por la adición de ácido sulfúrico al 72% según el método de Faix ⁽²⁵⁾.

Durante una hora se hidrolizó a baño maría en 30°C, posteriormente se esterilizó durante una hora, se filtró y el líquido fué neutralizado con hidróxido de bario hasta un pH de 7, nuevamente se filtro y se concentró a un volumen final de 5 ml, posteriormente se inyectó en el cromatógrafo de líquidos HPLC para la lectura correspondiente.

El otro método empleado fué el de digestión enzimática desarrollado en el Departamento de Bioingeniería del IMCYP (Instituto de Madera Celulosa y Papel). Esta técnica fué adaptada para la obtención de almidónes, el cual consistió en realizar una digestión de la amilasa, y así cuantificar la cantidad de almidónes presentes en semilla y cáscara.

Se adicionó en proporción una cantidad (de 50 ml de agua por mg) de amilasa y alfa amilasa, más 2 gramos de muestra. Posteriormente se colocaron en la incubadora de matraces a 50°C con 1.5 R.P.M (revoluciones por minuto) durante 24 horas, tiempo que dura la digestión a fin de poder cuantificar los hidratos de carbono, y la cantidad de almidón. Por medio de los resultados obtenidos con los dos métodos poder obtener el total de glucósidos presentes.

Determinación de digestibilidad "in situ"

La digestibilidad de las muestras sin extraer y posterior a la extracción de taninos; fué realizada por el método de A.O.A.C. ⁽¹⁾ Se tomaron cinco gramos de cada una de las muestras y se colocaron en bolsas de nilón de 10X6 cm, estas se introdujeron por 72 horas en el rumen de un borrego fistulado y adaptado durante 15 días con la dieta de rastrojo de maíz, concentrado y alfalfa.

A las 72 horas se retiraron las bolsas se lavaron y posteriormente se secaron a 60°C durante 48 horas, el contenido de las bolsas de nilón, con las muestrás de cáscara y semilla seca fueron procesadas en el laboratorio, es decir, se cuantificó la cantidad orgánica digerida.

Además se les determinó a las muestras digeridas el porcentaje de: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y materia orgánica, calculando posteriormente el coeficiente de digestibilidad.

CUCBA



Determinación de TND:

Se valoró el TND (total de nutrientes digestibles), haciendo un cálculo sobre la proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo multiplicado por (2.25 grs) liberación de grs de proteína, y E.L.N, (elementos libres de nitrógeno), todo esto multiplicado por las fracciones digestibles de los mismos componentes, para obtener la totalidad de los componentes del huizache.

Determinación de aminoácidos:

Se tomó un miligramo de muestra sin taninos de semilla y de cáscara para realizar una hidrólisis de las mismas, la muestra fué puesta en una ampolleta de 5 ml, y se agregó 1.5 ml. de ácido clorhídrico para posteriormente inyectarle nitrógeno y sellarla con un soplete seguidamente ponerla a la estufa a 105°C por 24 horas, para completar la hidrólisis.

Después se derivatizó con o-phthaldialdehyde (OPA) inyectando primeramente el estandar de los aminoácidos y seguidamente la muestra, esto fué realizado en el cromatógrafo de líquidos de alta presión HPLC.

Análisis de minerales:

La muestra fué puesta a la estufa de vacío SHEL LAB para controlar que esta no tuviera humedad, para luego hacer su observación al microscopio de barrido, en alto vacío. Se colocó el polvo en un portamuestras y se integró al equipo antes mencionado, el cuál actúa por medio de una imagen de la composición tanto de la semilla como de la cáscara, posteriormente se observó en pantalla, la cantidad de componentes por medio de picos y este a su vez dió un porcentaje en peso, así como los elementos que la componen.

Análisis estadístico:

Se realizó un análisis estadístico completamente al azar por medio de la prueba de análisis de varianza y prueba de Tuckey, con el propósito de conocer los valores promedio así como comprobar que se tienen diferencias significativas, en los resultados de digestibilidad, en las variables de semilla y cáscara anterior y posterior al tratamiento de extracción de taninos. Esto se realizó por el método estadístico de SAS. (Sistema computacional para analizar datos).

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

RESULTADOS:



BIBLIOTECA CENTRAL

Los resultados que a continuación se presentan muestran los datos obtenidos durante el trabajo analítico en sus diversas etapas.

Resultados de los análisis bromatológicos:

De los resultados obtenidos de la semilla y cáscara de huizache sobre base seca se obtuvieron los siguientes resultados: (tabla No. 1).

Semilla: La semilla reveló 11.1 % de humedad, 23.0 % de proteína, 1.5 % de cenizas, 2.5% de grasa, 17.5 de fibra y 52.9 % de E.L.N.

Cáscara: La cáscara mostró 7.7 % de humedad, 14.9 % de proteína, 2.2 % de ceniza, 1.4 % de grasa, 22.8 % de fibra y 56.3 % de E.L.N.

Diferencias mayores en Semilla: En Proteína 8.1%, cenizas.3%, en Grasa 1.1 %.

Diferencias con más valores en Cáscara: en fibra 5.3 %, en E.L.N. 3.4 %. (tabla 1).

Resultados de las paredes celulares:

Semilla: De los resultados obtenidos en f.d.n y f.d.a. sin la extracción fueron de 38.3% para la primera y 37.8% para la segunda, posteriormente fueron 41.9 % para fibra detergente neutra y 41.5% para fibra detergente ácida. **Contenido Celular** sin la extracción fué 61.7% para f.d.n. y 62.2% para f.d.a, con la extracción 58.1% para f.d.n. y 58.5% para la fibra detergente ácida. (tabla 11).

Cáscara datos obtenidos para f.d.n, y f.d.a, sin la extracción de taninos es 40.7%, y en F.D.A, 34.0%, posteriores a la extracción fueron en fibra detergente neutra 66.9% y en fibra detergente ácida 47.0%.

A continuación se describen los resultados en las diversas tablas, de los datos obtenidos a través de la realización de este trabajo, así como los resultados que arroja la bibliografía.

Tabla I. Análisis bromatológico de la semilla y cáscara de huizache anterior y posterior a la extracción de taninos.

	Proteína %	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Fibra %	E.L.N %
Semilla	23.0	11.1	1.5	2.5	17.5	52.9
*	17.4	7.7	1.8	2.4	23.3	54.1
Cáscara	14.9	9.4	2.2	1.4	22.8	56.3
*	10.3	8.8	1.9	1.2	21.3	64.9

* posterior a la extracción de taninos.
E.L.N. = Elementos libres de nitrógeno.



La tabla 11 representa la cantidad de paredes celulares, obtenida anterior y posterior a la extracción de taninos. En f.d.n y f.d.a, se observó un mayor incremento en semilla y cáscara después del tratamiento tánico, así como el porcentaje de lignina presente, indicando que hay un decremento después de la extracción, debido posiblemente a la presencia de polifenóles condensables que fueron solubilizados durante la extracción o una pequeña proporción de lignina soluble.

Tabla 11. Resultados de las determinación de Paredes celulares anterior y posterior a la extracción f.d.n, f.d.a. y lignina.

	Paredes Celulares F.D.N	F.D.A	Contenido Celular F.D.N.	F.D.A,	Lignina
Semillas	38.3	37.8	61.7	62.2	14.1
	41.9	41.5	58.1	58.5	11.0
Cáscara	40.7	34.0	59.3	66.0	13.0
	66.9	47.0	33.1	53.0	8.8

Material posterior a la extracción.

Contenido Celular sin eliminar los taninos se encontró 59.3% para f.d.n. y 66.0% para f.d.a, posterior a la extracción tánica en fibra detergente neutra, se encontró 61.6% y en fibra detergente ácida se obtuvo 53.0%. (tabla 11)

Resultados de la determinación de lignina:

El porcentaje de lignina en **Semilla**: fué de 14.1 % anterior a la extracción y 13.0% posterior con una diferencia de 1.1% mayor antes de la extracción.

En Cáscara se obtuvo 11.0% antes de la extracción y 8.8% posterior, con una diferencia de 2.2 % mayor antes del tratamiento tánico, esta técnica fué realizada por el método de A.O.A.C. ⁽¹⁾ (tabla 11, 111).

La tabla 111 indica los valores representativos de los nutrimentos analizados anterior y posterior a la extracción de taninos, indicando que la proteína disminuyo y la fibra aumento con el tratamiento, así como en la fibra detergente ácida, hubo incremento en la cáscara con el tratamiento para taninos.

Tabla 111. Análisis bromatológicos de muestras de *Acacia farnesiana* en semillas y cáscara, sin extracción y con extracción de taninos.

	Semilla		Cáscara	
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior
Humedad	11.6	9.4	7.7	8.8
Proteína	23.0	17.9	14.9	10.1
Extracto etéreo	2.5	2.4	1.4	1.2
Fibra cruda	17.5	23.3	22.8	21.3
Cenizas	1.5	1.8	1.1	1.0
E.L.N.	54.3	54.5	64.2	66.1
Materia seca	97.3	97.3	97.5	97.5
F.D.N.	38.3	41.9	40.7	66.9
F.D.A.	37.8	41.5	34.0	47.0
Lignina	14.1	13.0	11.0	8.8

E,L.N. Elementos libres de nitrógeno
 F.D.N. Fibra detergente neutra
 F.D.A. Fibra detergente áciea.

Resultados de la extracción de taninos:

Los datos fueron los siguientes, humedad 12.6%, extracto total 22.4 %, solubles totales 40.4 %, solubilidad en agua fría 69.5 % y en solubilidad en agua caliente 63.3 %

Semilla: La reacción de Stiasny ⁽⁴⁻³⁸⁾ fué negativa, no presento precipitación. (tabla IV, V).

La reacción de coloración que presento fue color ambar con resultado negativo del extracto, el pH fué de 4.0.

Los resultados de cantidad de taninos según ALCA ⁽⁴⁾ fueron contenidos en base seca.

Cáscara: La presencia de taninos hidrolizables, no mostro precipitación y el pH del extracto original fué de 4.5.

En análisis realizados por el método ALCA; la humedad de la muestra fué de 13.0 %. la cantidad de extracto total en agua fría fué 24.6%, solubles totales 22.6%, de la muestra, en taninos con polvos de piel nacional 11.8%, en polvos de piel Merck 12.0%, en solubilidad en agua caliente 61.6% y en agua fría 41.5 %.

Resultados de carbohidratos

A partir de análisis cuantitativos los resultados obtenidos en el cromatógrafo de líquidos de alta presión HPLC, fueron. **Semilla** se encontró 29.5 % de carbohidratos y 17.9% de almidónes totales.

En **Cáscara** el análisis cromatográfico arrojó un 10.4 % en carbohidratos totales, y 2.3% de almidones. Se utilizó el método de digestión enzimática para determinar la cantidad de almidones presentes (tabla VI).

En la tabla IV se representa la determinación de sustancias solubles, la presencia de taninos hidrolizables y condensables en la semilla, empleando las técnicas de coloración y de Stiasny respectivamente, se observó que no existió precipitación después de la reacción con formaldehido, indicando por el color que presentó, la ausencia de taninos pirogalólicos.

Tabla IV. Determinación de sustancias solubles y contenido de taninos en semilla.

Humedad	12.6 %
Extracto total	22.4
Solubles totales	20.4
Solubilidad H ₂ O fría	69.5
Solubilidad H ₂ O caliente	63.3
Reacción de coloración	negativo
Tonalidad ambar	negativo
Reacción de Stiasny	negativo
pH	4.0

* Datos de Solubilidad de agua fría (caliente) en base seca

** Sol'n de sulfato ferroso al 0.1 % adicionada al extracto en agua caliente (fría).

La tabla V muestra la cantidad de sustancias solubles, y contenido de taninos que se encontraron en la cáscara, resultó que el color violeta que presenta, indica la presencia de taninos pirogalólicos: debido a esto se realizaron los análisis de taninos y no taninos, de acuerdo con la norma ALCA con dos reactivos diferentes para tener parámetros de comparación.

Tabla V. Determinación de sustancias solubles y taninos en cáscara.

Humedad		13.0 %
Solubilidad H ₂ O fría		40.5
Solubilidad H ₂ O caliente		61.6
Reacción de coloración		Positivo
Tonalidad violeta		Positivo
Reacción de Stiasny		Negativo
pH		4.5
Extracto total		24.6
Solubles totales		22.6
No taninos	Polvos de piel	11.6
	Merck	10.5
Taninos	Polvos de piel	11.8
	Merck	12.0

La tabla VI muestra los valores de carbohidratos y almidones totales, obtenidas por el método de Faix. indicando que la semilla es la que tiene más concentración de sacáridos, después de la extracción de taninos.

Tabla VI. Composición de carbohidratos y almidones en cáscara y semilla después de la extracción.

	* Carbohidratos totales (%)	** Almidones (%)
Semilla	29.5	17.9
Cáscara	10.4	2.3

* Cantidad de carbohidratos totales

** Almidones totales.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Resultados de la digestibilidad "in situ"

La digestibilidad "in situ" a partir de borregos fistulados como muestra sin extracción de taninos y con tratamiento de extracción.

Los datos corresponden a determinaciones: (tabla Vll, Vlll).
CDMS, CDMO, CDPC, CDEE, CDFC, CDF.D.N, CDF.D.A.

Semilla: En cdms fué de 60.9 % y posterior 70.0% con una diferencia de 9.1% mayor después de la extracción.

En cdm0 fué 61.1% y con extracción 70.7% con un valor mayor de 9.7% posteriormente. En cdpc, antes 67.7 % y 71.62 % después la diferencia fué de 3.9 %

En cdee, en materia sin extraer presentó 97.4 % y extraída 70.5 % con una diferencia de 26.9% mayor antes de la extracción. El CDFC, fué de 55.0% anterior y 78.4% posterior, con una diferencia de 23.4% mayor después del tratamiento tánico.

El cd.f.d.n, es de 54.9% en la muestra original y 83.2 % extraída con una diferencia de 28.3 % mayor después del tratamiento. En cd.f.d.a, es de 52.5% y 74.7% con una diferencia de 22.2 % mayor de la muestra extraída. (tabla Vll y Vlll).

Estos resultados indican que en la semilla después del tratamiento de eliminación de taninos en la proteína tuvo un incremento de 3.9 %, así como las paredes celulares también aumentaron posteriormente al tratamiento, la fibra cruda mostró más alto valor después del la extracción obteniendose 23.4 %.

Los resultados obtenidos antes y después de la extracción en Cáscara fueron: cdms 59.2% y 61.8% después. En cdm0 primeramente fué 62.0%, y posterior 68.9%. Referente a la cdpc se determinó 72.1 % y 70.9 % posterior con diferencia de 1.2 % mayor antes del tratamiento.

En cdee fué de 93.1 % y 70.5 % con diferencia de 22.6 % mayor antes del tratamiento. En cdpc fué de 71.7 % anterior y 75.4 % posterior teniendo mayor incremento después de la extracción.

En cd.f.d.n, presentó 75.6 % anterior y 93.5 % después con una diferencia de 17.9%, mayor en la muestra tratada. En cdf.d.a. se obtuvieron 60.7.% anterior y 77.1 % posterior con una diferencia de 16.4% mayor después del tratamiento.

La tabla Vll indica los rendimientos de la digestibilidad "in situ" en semilla y cáscara, mostrando que posterior a la extracción se otuvieron valores con mayor incremento.

Tabla Vll. Análisis de digestibilidad "in situ" anterior y posterior a la extracción de taninos, semilla y cáscara.

	DMS	DMO	CDPC	CDEE	CDFC	CDFDN	CDFDA
Semilla	60.9	61.0	67.7	97.4	55.0	54.9	52.5
*	70.0	70.7	71.6	70.5	78.4	83.2	74.7
Cáscara	59.2	62.0	72.1	93.1	71.1	75.6	60.7
*	61.8	68.9	70.9	70.5	75.4	93.5	77.1

* posterior a la extracción.
DMS = Digestibilidad de la materia seca
DMO = Digestibilidad de la materia orgánica
CDPC= Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda
CDEE= Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo
CDFC= Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda
CDF.D.N= Coeficiente de digestibilidad de la fibra detergente neutra
CDF.D.A.= Coeficiente de digestibilidad de la fibra detergente ácida.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

La tabla VIII representa los resultados de digestibilidad en semilla y cáscara, e indica las variables diferentes $P < .05$ así como también muestra la diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla VIII. Resultados y estadísticos de digestibilidad " in situ" anterior y posterior a la extracción.

		DMS	DMO	DPC	DEE	DFC	DFDN	DFD A
Semilla	A	60.9	61.0	67.7b	97.4a	55.0b	54.9b	52.5b
	D	70.0	70.7	71.6a	70.5b	78.4a	83.2a	74.7a
Cáscara	A	59.2	62.0	72.1a	93.1a	71.1a	75.6b	60.7b
	D	61.8	68.9	70.9a	70.5b	75.4a	93.5a	77.1a

A= anterior a la extracción

D= posterior a la extracción.

literales diferentes presenta diferencia significativa $P < .05$.

Las literales a y b * indican dif, significativa entre tratamientos $P < .05$

Resultados del total de nutrientes digestibles (TND).

Se analizó el total de nutrientes digestibles, tanto en semilla como en cáscara, anterior y posterior a la extracción de taninos. Se encontró en semilla: 62.9% y 71.8%. En cáscara fué 64.7% y posterior 69.9%. (tabla 1X).

Resultados de la conversión de componentes de la cáscara completa:

Se determinó el peso de la vaina completa sobre 100 grs, dividiendo la semilla y cáscara, además se indica que el porcentaje fué mayor en la cáscara con 55%, y en la semilla 45% haciendo la totalidad de 100 grs. (tabla 1X).

La tabla 1X indica la cantidad de total de nutrientes digestibles en semilla y cáscara después de la extracción de taninos, mostrando un mayor incremento en la semilla después del tratamiento tánico.

Tabla 1X. Total de nutrientes digestibles en semilla. y cáscara TND. y proporción de la vaina completa en 100 grs. de peso.

	* Anterior	** Posterior	*** 100 grs.
Semilla	62.9	71.8	55.0
Cáscara	64.7	69.9	45.0

- * anterior a la extracción de taninos.
- ** posterior a la extracción.
- *** proporción de peso en semilla y cáscara.

Resultados de aminoácidos:

En resultados arrojados en el presente análisis se obtuvieron los siguientes aminoácidos, en la semilla después de extraerle los taninos fueron: Asp 10.7% de mol Glu 12.2%, Ser 9.8%, Gli 11.3% His 2.6%, Arg 6.3%, Treo 4.6%, Ala 8.0%, Pro 7.2%, Tir 3.2%, Val 5.9% Met 0.8%, Cis N.D, Ileu 3.9%, Leu 7.8%, Fen 2.5%, Lis 1.9%. Dentro de los aminoácidos encontrados algunos fueron: esenciales y otros no se detectaron.

Respecto de los aminoácidos encontrados en la cáscara sin taninos son, Asp 12.9, Glu 11.6%, Ser 9.4%, Gli 7.3%, His 2.0%, Arg 3.4%, Treo 4.7%, Ala 9.3%, Pro 9.0%, Tir 4.0%, Val 8.2%, Met N.D, Cis N.D, Ileu 4.5%, Leu 7.7%, Fen 3.4%, Lis 2.0%. (tabla X,X1).

La tabla X, XI. indican el porcentaje de aminoácidos que contiene la semilla y cáscara de huizache, en ese orden después de la extracción de taninos, mediante el método de cromatografía de líquidos de alta presión, HPLC.

Tabla X. Análisis de aminoácidos en semilla de huizache *Acacia farnesiana*.

Aminoácidos		% MOL	
Asp		10.7	
Glu		12.2	
Ser		9.8	
Gli		11.3	
His	*	2.6	
Arg		6.3	
Tre	*	4.6	
Ala		8.0	
Pro		7.2	
Tir	*	3.2	
Val	*	5.9	
Met	*	0.8	
Cis	No detectado		No detectado
Ile	*	3.9	
Leu	*	7.8	
Fen	*	2.5	
Lis	*	1.9	

* Aminoácidos esenciales
N.D.= no detectado.

Tabla XI Análisis de aminoácidos presentes en la cáscara de huizache después de la extracción de taninos.

Aminoácidos		% MOL	
Asp		12.9	
Glu		11.6	
Ser		9.4	
Gli		7.3	
His	*	2.0	
Arg		3.4	
Tre	*	4.7	
Ala		9.3	
Pro		9.0	
Tir	*	4.0	
Val	*	8.2	
Met	No detectado		No detectado
Cis	No detectado		No detectado
Ile	*	4.5	
Leu	*	7.7	
Fen	*	3.4	
Lis	*	2.0	

* Aminoácidos esenciales
N.D= No detectado

CUCBA



Resultados de minerales:

En los resultado que arrojó el análisis de minerales se encontraron en la semilla después de la extracción de taninos se localizaron 7 elementos los cuales fueron Oxígeno en un porcentaje en peso de cenizas totales de 64.90%, azufre 1.47%, potasio 3.19%, calcio 1.81%, cobre 3.78%, zinc 4.08% y bromo 20.78%.

Se encontraron en la cáscara sin la cantidad de taninos un total de 7 elementos como; oxígeno 74.76%, fósforo 0.34, azufre 10.26%, potasio 6.77%, calcio 7.41%, cobre 0.11% y zinc 0.35%. Estos análisis fueron realizados en base seca. (tabla X11, X111).

Tabla X11, X111, muestran el porcentaje de minerales presentes en cenizas totales después de la extracción de taninos que contiene la semilla y cáscara, análisis realizado por medio de microscopía de barrido en alto vacío. (ver cromatograma en la página siguiente).

Tabla X11. Resultados de los análisis de minerales en semilla después de la extracción de taninos, realizado por microscopio de barrido.

* Elemento	Peso en cenizas totales (%)
O	74.90
S	1.47
K	3.19
Ca	1.81
Cu	3.78
Zn	4.08
Br	20.78

* Elementos.
análisis realizado sobre peso molecular.

Fig. No. 5

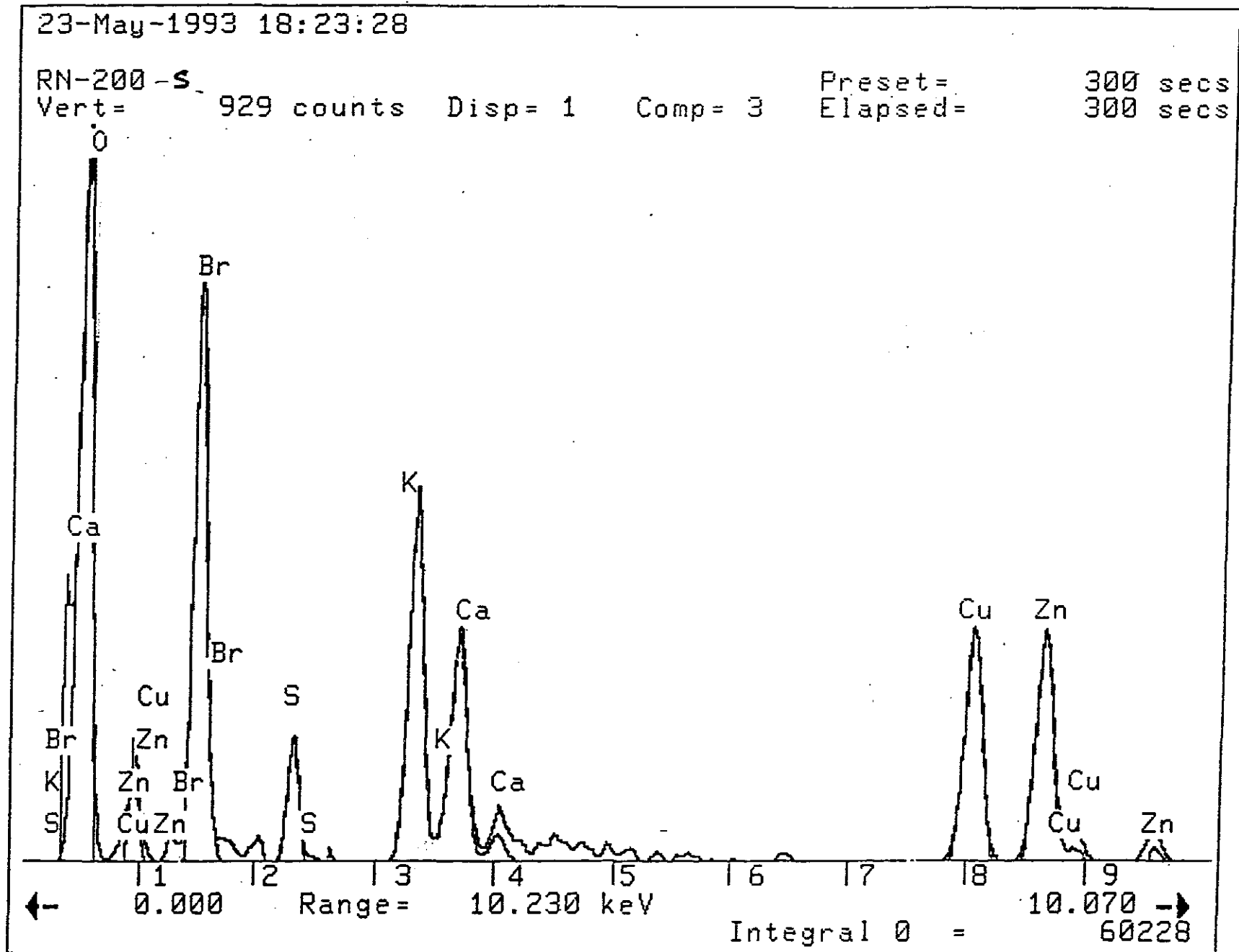


Fig. No. 4

23-May-1993 19:07:57

RN-200 ✓

Vert = 6177 counts

Disp = 1

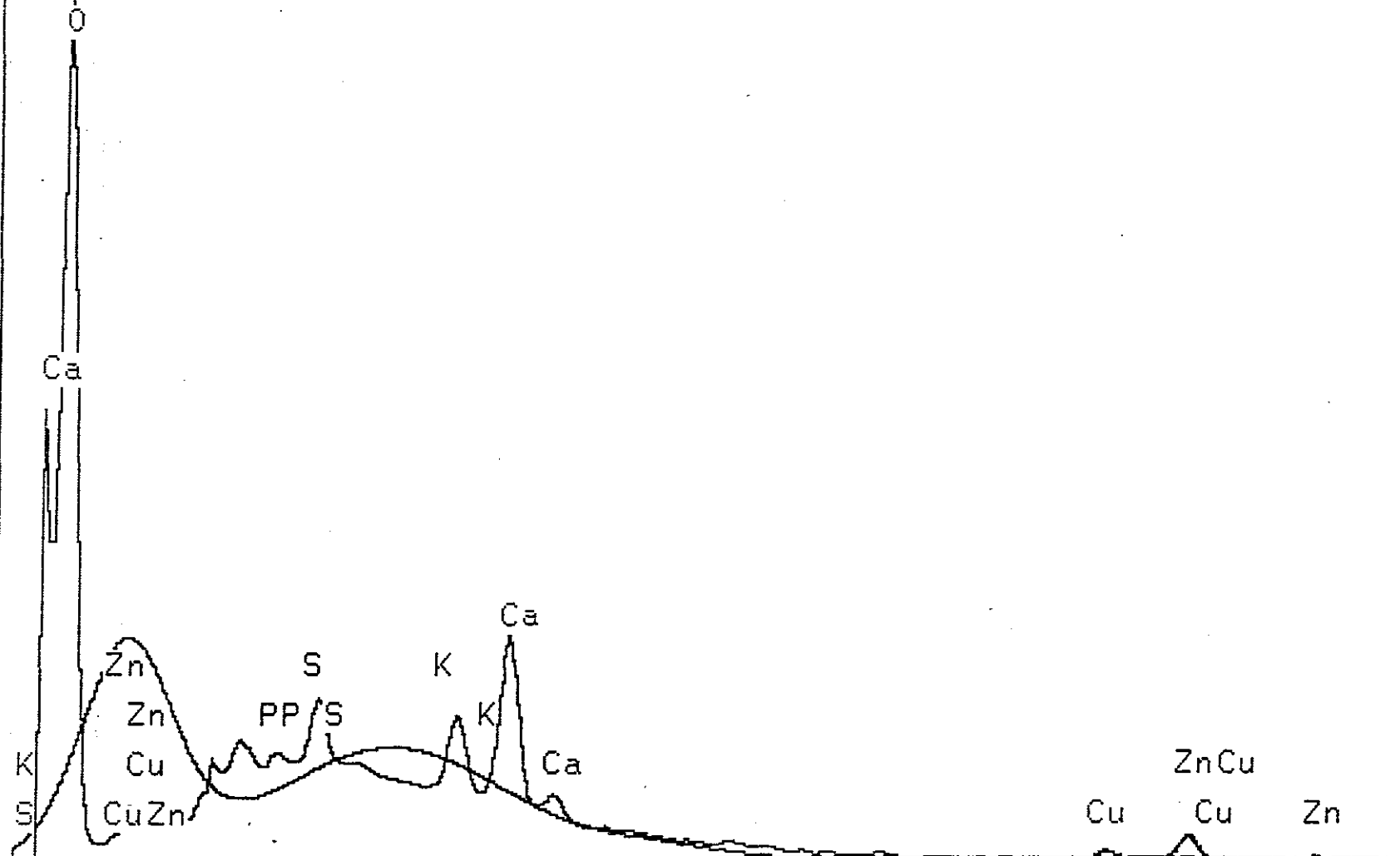
Comp = 3

Preset =

300 secs

Elapsed =

300 secs



← 0.120 Range = 10.230 keV Integral 0 = 363058 →

Tabla XlII. Análisis de minerales en cenizas totales presentes en la cáscara de huizache después de la extracción de taninos, por microscopía de barrido.

* Elemento	Peso en cenizas totales (%)
O	64.76
P	0.34
S	10.26
K	6.77
Ca	7.41
Cu	0.11
Zn	0.35

* Elemento análisis realizado sobre peso molecular.

Resultados de los análisis estadísticos:

Del análisis estadístico obtenido fueron 12 observaciones en dos tiempos antes y después de la extracción, teniendo como materia prima la semilla y la cáscara de huizache.

Primeramente se calculó la proteína mostrando diferencia significativa de $Pr > F = 0.0001$ y el coeficiente de variabilidad de 0.92833; La media en la prueba de Tukey fué 71.467 después del tratamiento y 68.983 antes de la extracción.

grasa: mostró diferencia significativa donde $Pr > F = 0.0001$ además el coeficiente de variabilidad fué 0.47334. En la prueba de Tukey el promedio es 95.067 anterior y 70.833 posterior.

fibra: Si tuvo diferencia significativa de $Pr > F = 0.0001$ con un coeficiente de variabilidad de 0.62177. En la media que presentó la prueba de Tukey mostró 976.483 después del tratamiento y 62.800 sin extracción.

f.d.n. hubo diferencia significativa de $Pr > F = 0.0001$ con un coeficiente de variabilidad de 0.543686 y con una media en la prueba de Tukey de 88.083 después y 64.700 posterior al tratamiento.

f.d.a. Tuvo diferencia significativa de $Pr > F = 0.0001$ y un coeficiente de variabilidad de 0.48459, con una media en la prueba de Tukey de 76.000 después y 56.133 antes de la extracción.

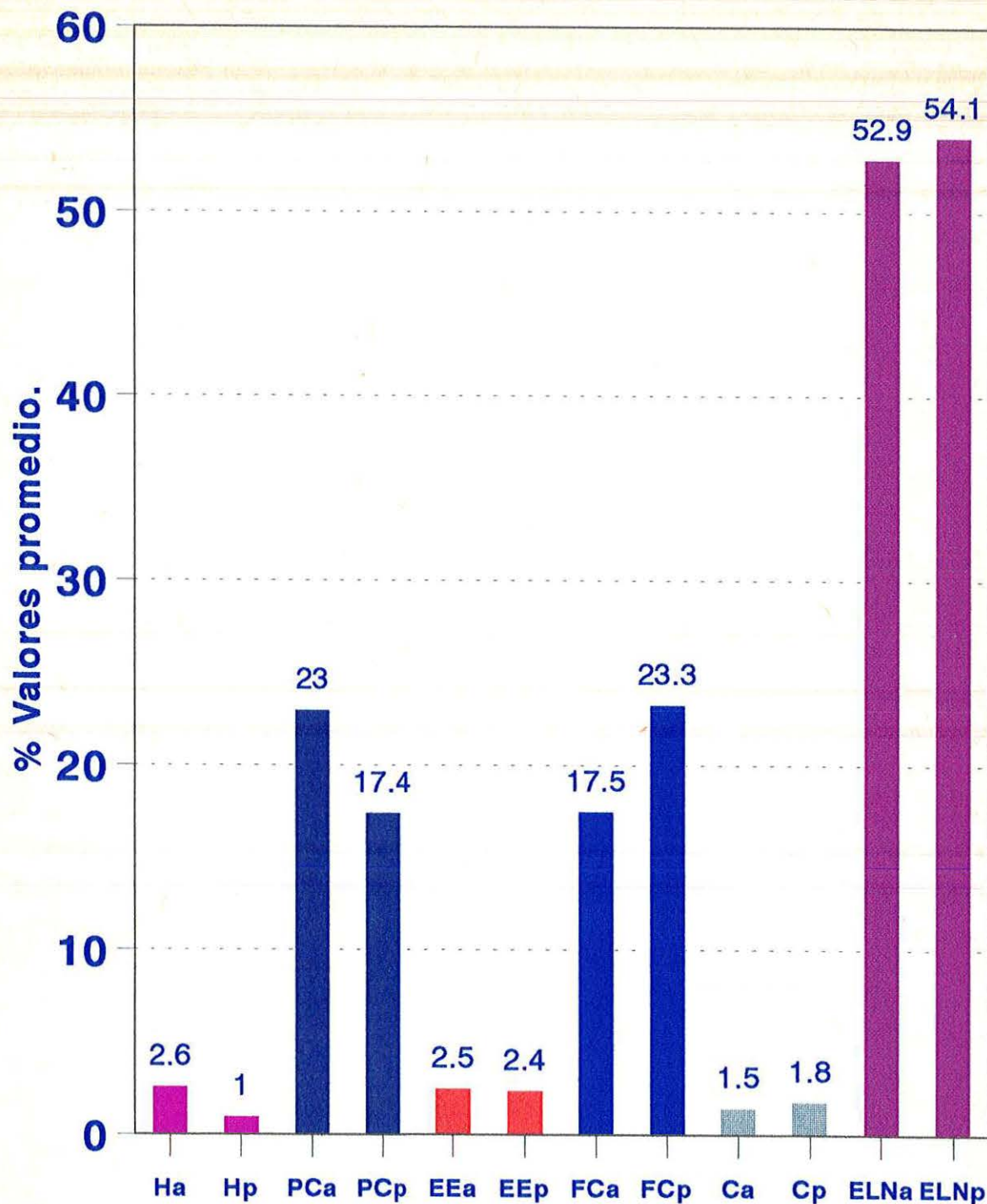
A continuación se presentan las gráficas obtenidas del análisis químico proximal, comparativo anterior y posterior a la extracción de taninos (Gráfica 3,4) así como del análisis estadístico, (Gráficas, 5,6,7,8,9,).

CUCBA



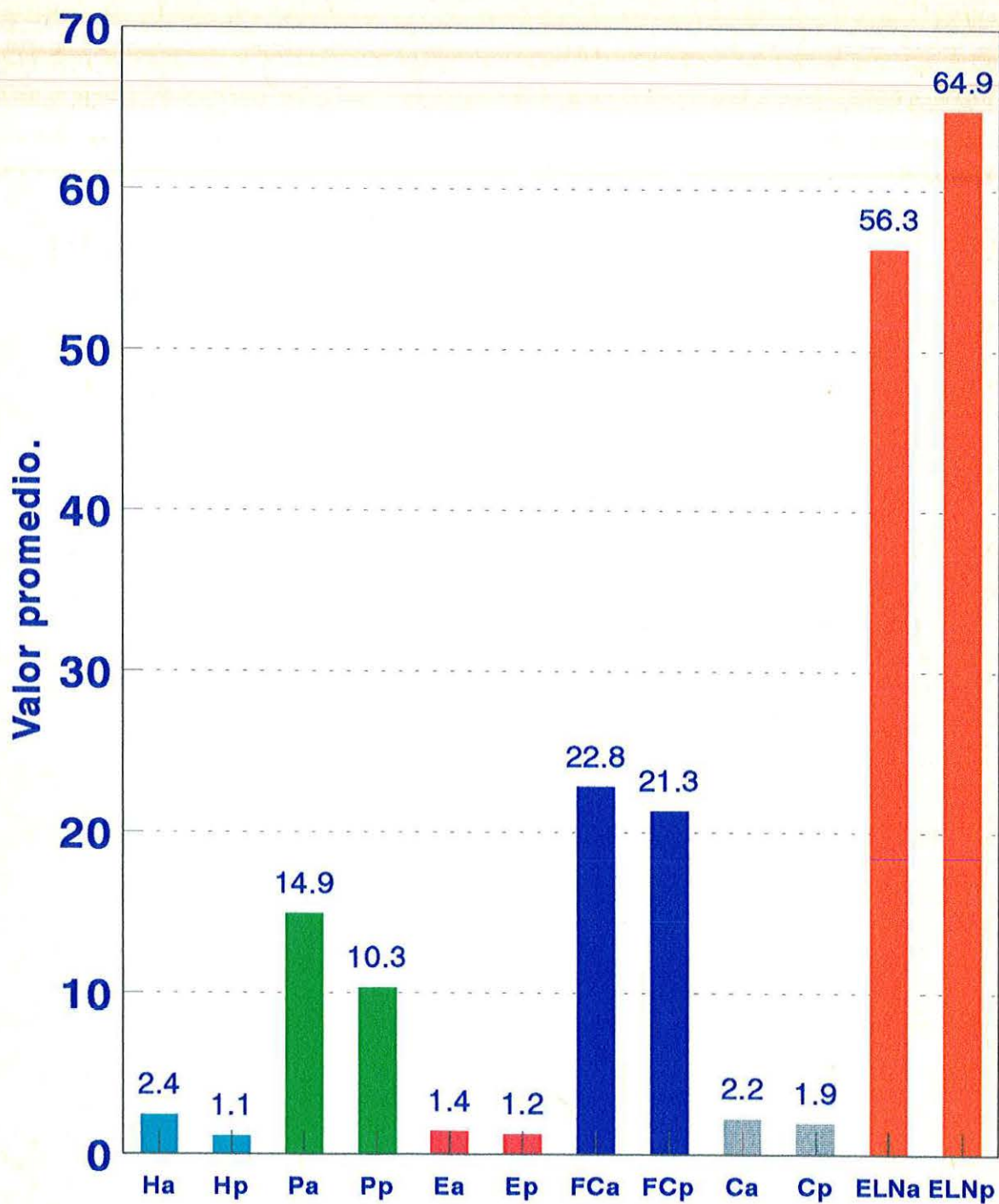
BIBLIOTECA CENTRAL

Fig.3. Comparación de valores quimico proximal de semilla anterior y posterior a la extracción de taninos.



**H= humedad PC= proteína cruda EE= extracto etéreo
 FC= fibra cruda C= cenizas ELN= elementos libres de nitrógeno**

Fig.4. Comparación química proximal de la cáscara anterior y posterior a la extracción de taninos.



H= humedad, PC= proteína cruda, EE= extracto etéreo
FC= fibra cruda, ELN = elementos libres de nitrógeno.

Fig.5. Promedios de varianza y prueba de tukey de proteina anterior y posterior a la extracción de taninos.

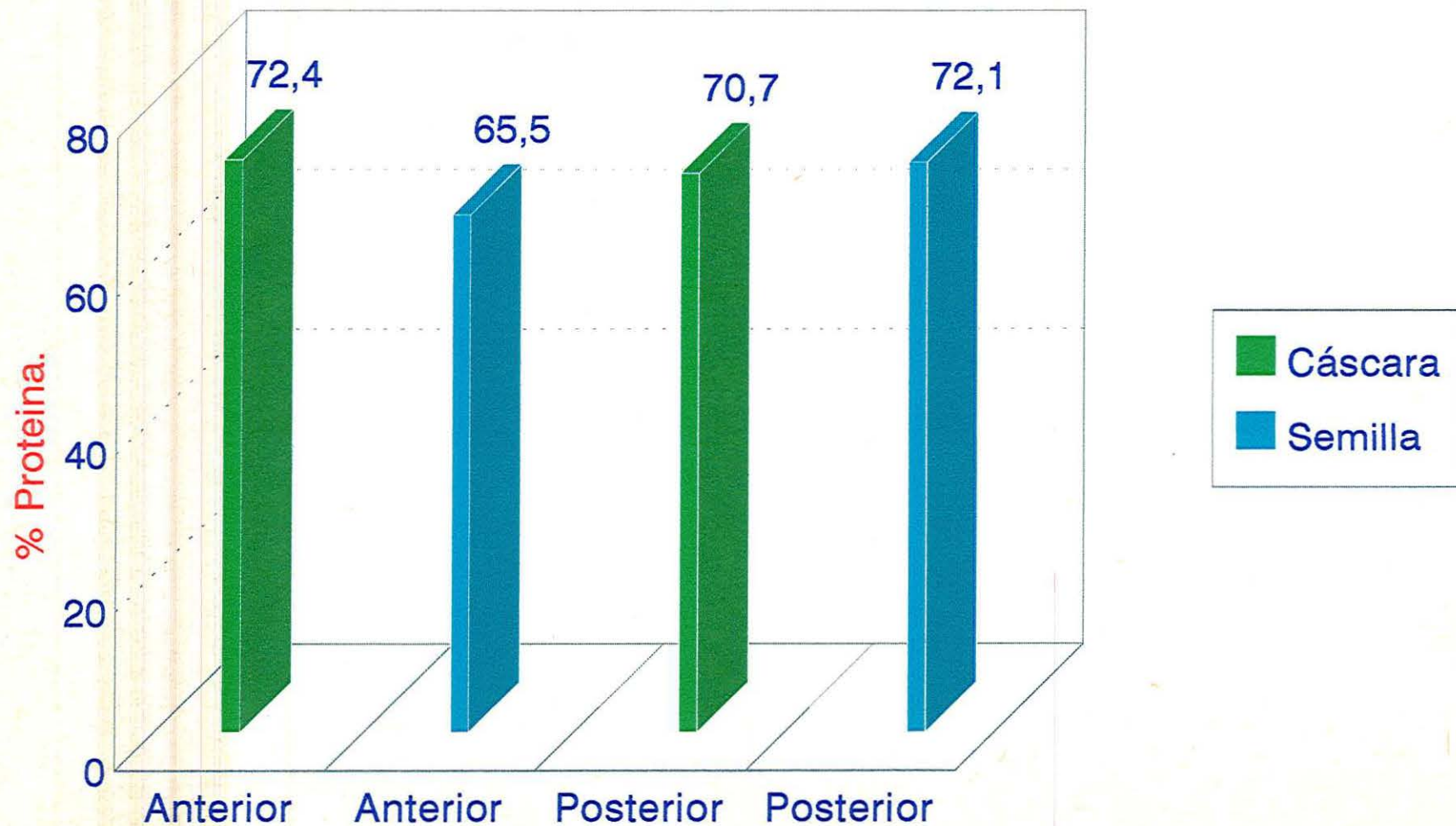


Fig.6. Promedios de varianza y prueba de Tukey de la grasa anterior y posterior a la extracción de taninos.

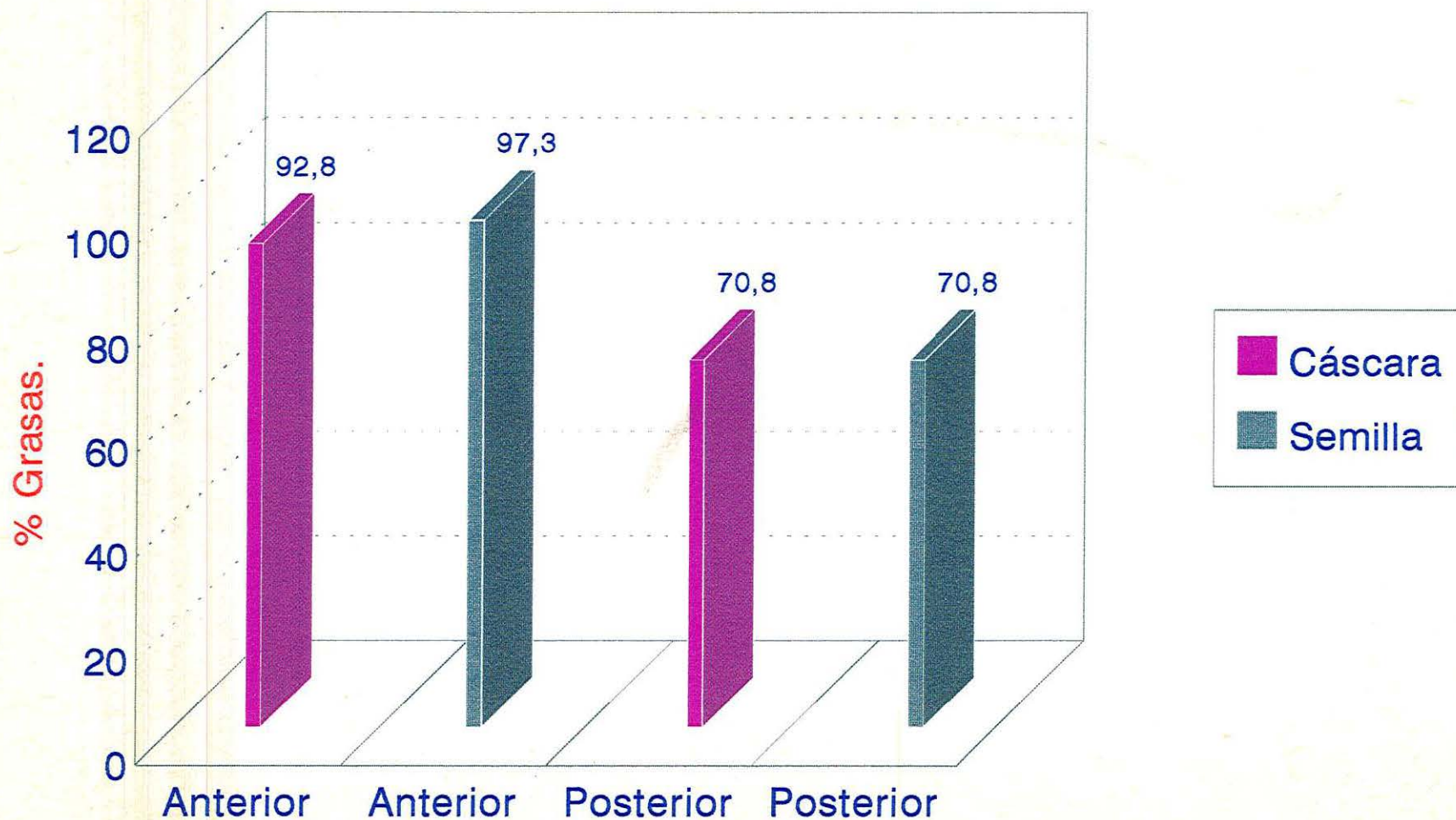


Fig.7. Promedios de varianza y prueba de Tukey de la fibra. anterior y posterior a la extracción de taninos.

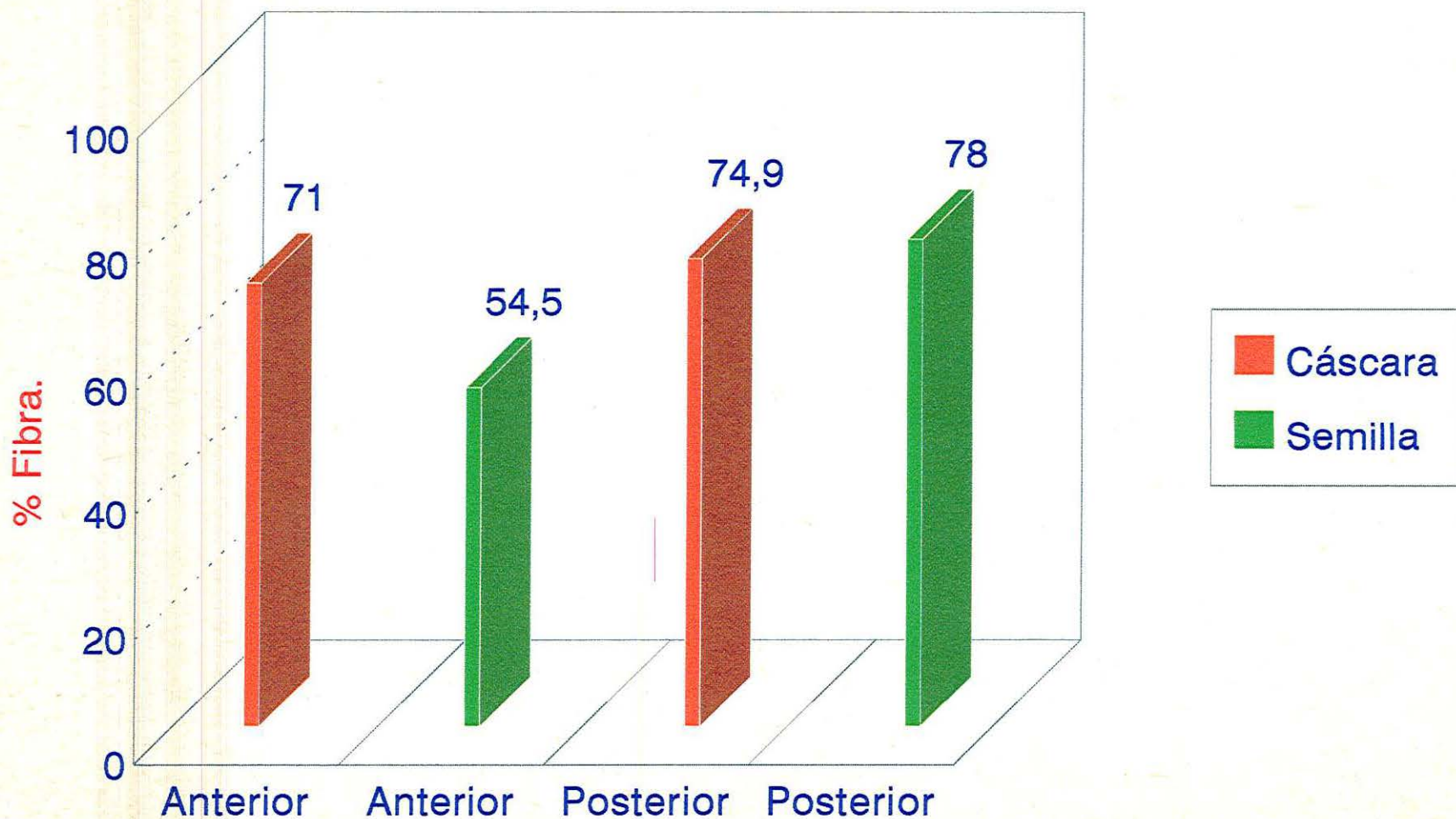


Fig.8. Promedios de varianza y prueba de Tukey de F.D.N anterior y posterior a la extracción de taninos.

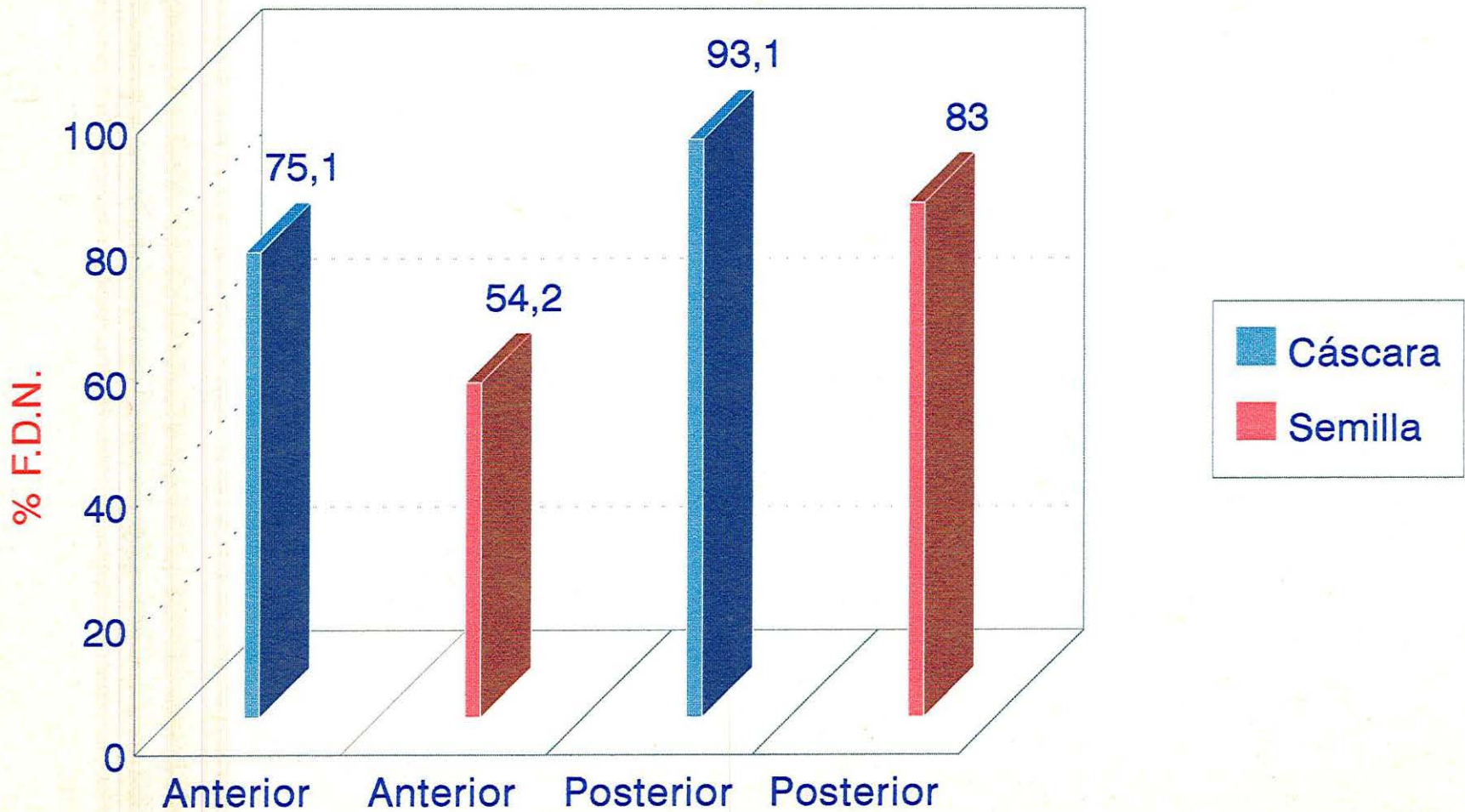
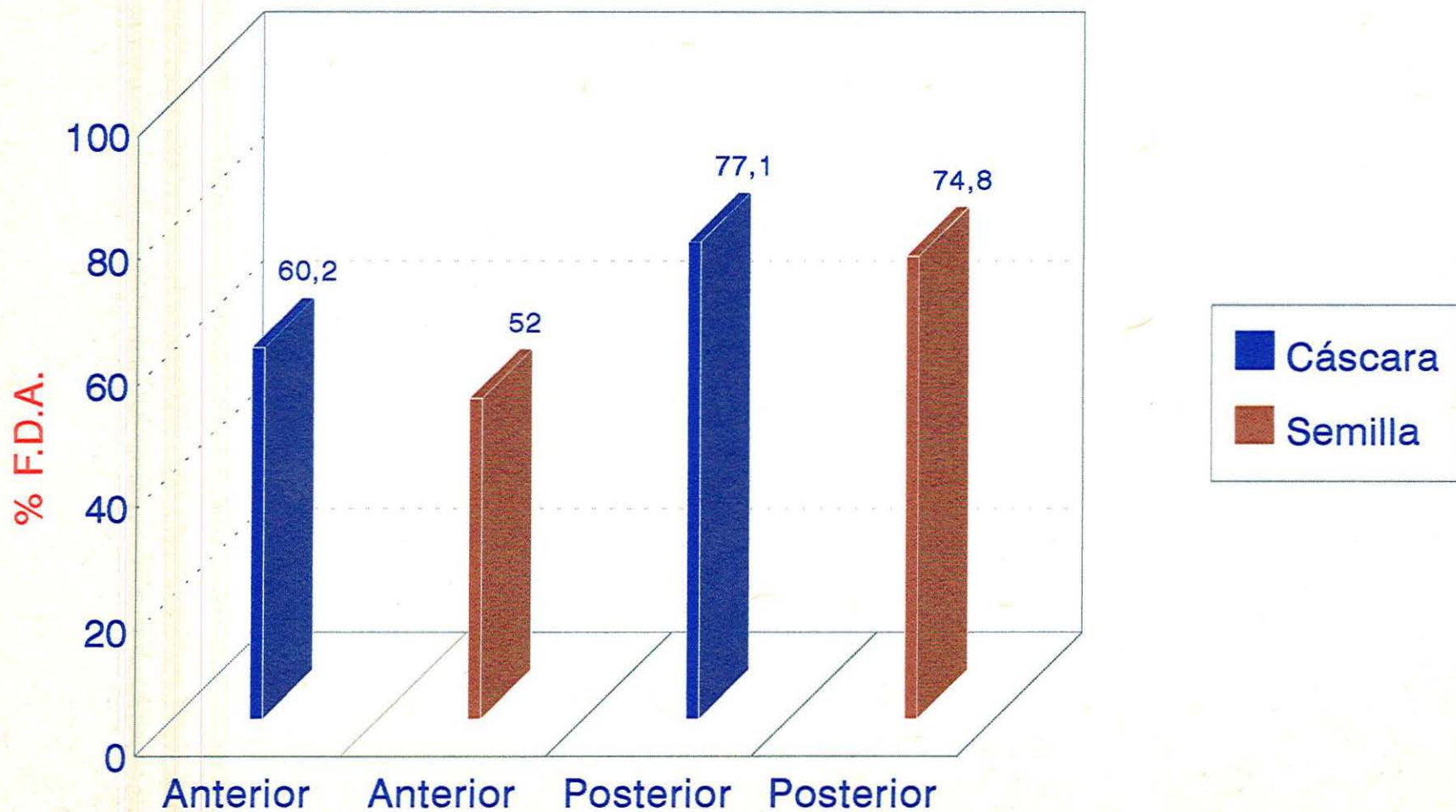


Fig.9. Promedios de varianza y prueba de Tukey de F.D.A. anterior y posterior a la extracción de taninos.



DISCUSION

Los datos bibliográficos reportados en las ^{Cuadros} tablas, XLV, XV, XVI, XVII, muestran los valores nutricionales de otros forrajes, a partir de datos encontrados en la literatura donde se incluye la *Acacia farnesiana*. (Huizache).

Sotelo ⁽⁵⁶⁾ referida en la tabla XLV, presenta datos de proteína cruda con un contenido de 15.3%, ligeramente mayor al de las otras especies. El mismo autor indica que la cantidad de grasa es de 3.6%, valor cercano al encontrado en la cáscara de mezquite 2.9%. En cuanto al porcentaje de fibra se pueden comparar los valores siguiendo el mismo orden 28.2%, igual al del mezquite, pero menor que en el *Zacate Guinea*. que fué de 40.1%.

El 3.7% de cenizas es igual al de *Brosimum alicastrum* (Capomo), pero menor que el mezquite con 4.7%. Estos resultados demuestran que el huizache contiene gran cantidad de proteína y fibra, siendo estos parámetros indicadores de un forraje de alta calidad nutricional.

Cruz ⁽¹⁸⁾ realizó un estudio de la *Acacia pennatula* (Tepame), tabla XV, llevado a cabo en la vaina y las hojas, realizando con estos datos la comparación del análisis químico proximal, así como el contenido de fibras y lignina. Con los resultados de este trabajo respecto de la *A. farnesiana* analizada en la presente investigación, y de los datos obtenidos los cuáles indican, que el huizache contiene valores nutricionales superiores al tepame.

En el tepame el porcentaje de proteína reportado en vaina, tabla XV fué 8.6%, mientras que el obtenido en esta investigación es de 17.5%. Respecto del porcentaje del contenido de grasa en el huizache, en datos encontrados fué de 1.5% y el valor en el tepame fué 0.8%, (tabla 1).

La cantidad de fibra determinada para el huizache fué de 22.8%, resultados reportados en la (tabla 1), contra 38.5% del tepame.

En fibra detergente neutra el huizache mostró 40.7%, estos datos se localizan en la (tabla 1), mientras que el segundo presentó 61.1%, (tabla XV). En fibra detergente ácida se encontró para *A. farnesiana* 34.0%, (tabla 1) y *pennatula* 48.5% (tabla XV), observándose que los valores de fibra son mayores en el caso de la segunda especie citada.

Respecto a la cantidad de lignina el valor de la *Acacia* fué de 11.0% (tabla 11), mientras que el tepame presentó 34.7%, (tabla XV) mostrando entonces un valor más alto que el huizache, y el cuál puede hacer menos digerible el alimento para el ganado que consume esta especie. Cuando la cantidad de lignina es alta puede deberse al estado de madurez que tiene la planta, así como a los nutrientes que contiene el suelo.

En datos reportados tabla XVI, Sotelo ⁽⁵⁴⁾ menciona las cantidades de carbohidratos, que presentan varias especies de leguminosas, entre las cuáles la *A. farnesiana* muestra un valor de 49.4%, y las especies de *Prosopis laevigata* y *Enterolobium cyclocarpum*, 53.3% y 57.2% respectivamente. Estas plantas mencionadas contienen elevado valor energético, por lo que cabe hacer notar que el huizache, tiene un valor en similitud con las anteriores especies, considerándolo como un forraje de alta calidad nutricional ⁽⁵⁷⁾.

En la tabla XVII, Sotelo ⁽⁵⁷⁾ menciona el contenido de aminoácidos de *Acacia farnesiana* respecto a otras leguminosas. Esta misma autora señala que las leguminosas en general son deficientes en aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina, a su vez son ricas en lisina. En esta misma tabla la FAO reporta el patrón de aminoácidos con respecto a otras leguminosas.

De acuerdo con Chávez ⁽¹²⁾ el huizache es una especie que se encuentra en gran volumen durante el año, por lo cuál su disponibilidad no se encuentra limitada para su utilización en cualquier época del año.

En las siguientes tablas se muestran resultados de otras especies forrajeras, comparativas con los datos que arrojó el análisis químico practicado a las muestras de huizache, estudiada por otros autores.

A continuación se muestran datos bibliográficos de algunas especies vegetales con respecto al huizache.

Tabla XIV. Comparación del valor nutricional del huizache con otros forrajes (%). ⁽⁵⁶⁾

	Extracto libre de nitrógeno	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Ceniza minera
Cáscara de huizache	49.2	15.3	3.6	28.2	3.7
Cáscara de mezquite	50.3	13.8	2.9	28.3	4.7
Semilla capomo	76.4	11.8	4.14	3.8	3.7
Zacate Guinea	50.7	4.2	3.5	40.1	1.5
<i>Zea mays</i> (maíz)	82.5	9.3	4.7	1.9	1.4

(Vaina completa)

Tabla XV. Resultados de análisis bromatológicos de muestras de *Acacia pennatula*.⁽¹⁹⁾

	Humedad	extracto etéreo	fibra cruda	cenizas	proteína
Hoja	8.10	4.47	16.53	5.53	21.15
Vaina	8.60	0.86	38.58	5.07	8.65
<hr/>					
E.L.N.	Materia seca	F.D.N.	F.D.A	Lignina	D.M.S
2.73 *	91.90	34.78	22.17	13.76	69.4
3.87 **	91.40	61.10	48.58	34.76	39.04

(Hojas y vaina completa).

* Hojas

** vaina

E.L.N = Elementos libres de nitrógeno

F.D.N = Fibra detergente neutra

F.D.N = Fibra detergente ácida

D.M.S = Digestibilidad de la Materia Seca.

Tabla XVI. Cantidad de carbohidratos en los frutos de diversas leguminosas de Veracruz.⁽⁵⁶⁾

Nombre	Porcentaje
<i>Prosopis laevigata</i>	53.34%
<i>Acacia farnesiana</i>	49.42%
<i>Phitecellobium dulce</i>	35.39%
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	57.20%
<i>Leucaena glauca</i>	42.71%

(Vaina completa).

Cuadro

Tabla XVII. Contenido de aminoácidos esenciales en las semilla silvestres (g/100grs. de proteína), de varias leguminosas ⁽⁵⁶⁾.

Muestra	met	cis	lis	isol	leu	fen	val	treo	trip
<i>Prosopis</i>	0.9	0.6	2.9	2.0	3.9	2.3	2.8	2.1	1.2
<i>Acacia f.</i>	0.4	1.7	4.4	2.6	9.2	3.6	4.0	2.6	1.1
<i>Pithecellob</i>	0.6	0.4	4.4	2.3	4.9	3.3	2.6	2.3	0.8
<i>Enterolob.</i>	1.0	0.8	4.6	2.5	5.8	2.9	3.9	3.5	1.0
<i>Leucaena</i>	0.8	0.3	3.5	2.2	6.1	3.1	3.0	2.6	0.5
<i>Lysiloma</i>	1.0	1.5	7.1	3.4	7.6	3.8	4.1	3.6	0.8

*(Vaina completa).

Localización de la zona de colecta:

El área donde se colectaron las muestras de huizache fué en San Cristóbal de la Barranca, siendo un objetivo de este trabajo, se pudo apreciar que es una especie abundante y prolifera, se prevé que su disponibilidad no se encuentre limitada.

Resultados del análisis químico proximal del huizache:

De acuerdo a los resultados que arrojó la presente investigación se puede mencionar que el valor bromatológico de *A. farnesiana* resultó mayor sobre todo en la semilla, ya que el contenido de proteína fué de 23.0% (tabla 1), con respecto al contenido de *Prosopis laevigata* (mezquite) tabla XVI, esta especie respecto al huizache contiene un porcentaje de proteína de 13.8%.

El contenido de proteína encontrado en el huizache supera al de otras leguminosas no convencionales estudiadas por Sotelo ⁽⁵⁷⁾.

El contenido de fibra que arrojó el análisis de semilla, fué de 17.5% (tabla 1), este resultado es importante debido a que con ésta cantidad de fibra ayuda al buen funcionamiento del tracto

digestivo, al incrementarse los movimientos peristálticos y favorecer la eliminación de residuos alimenticios, disminuyendo problemas digestivos ⁽⁵⁴⁾.

Referente a la fibra presente en cáscara (tabla 1), el análisis presentó un 22.8%, mientras que el mezquite 12.9%, tabla XVI, resultado indicativo que el huizache sea considerado un forraje con gran valor energético, ya que los rumiantes son capaces de aprovechar los alimentos fibrosos, por poseer enzimas y bacterias que degradan la celulosa y hemicelulosa.

En la semilla estudiada el extracto etéreo resultó 2.5%, (tabla 1). Mientras que en la literatura reporta para el mezquite 2.9%, (tabla XVI), entonces el huizache contiene un valor intermedio, respecto a otras leguminosas estudiadas por Sotelo. La grasa de las leguminosas son ricas en ácidos grasos esenciales, debido a esto se sugiere realizar otras investigaciones, acerca de estos ácidos para complementar este trabajo, Tejeda ⁽⁶¹⁾.

Como se puede observar en los resultados que se muestran en las (tablas 1, XVI), los niveles de ELN, fueron 54.3% en semilla, en comparación con el mezquite 50.3%, se considera que el valor obtenido para el huizache se mantiene dentro del rango de valores que menciona Sotelo ⁵⁷ para otras leguminosas que es de 60%.

La proporción de cenizas totales analizada en la semilla fué de 1.5%. (tabla 1), mientras que el mezquite (tabla XVI), presentó 5.5%, con este resultado encontrado muestra que el contenido en el fruto de huizache es más bajo. Tejeda ⁽⁶⁰⁾

De acuerdo con el análisis bromatológico realizado en la cáscara, los parámetros más sobresalientes fueron: el contenido protéico disminuyó 14.9% hasta 10.1% con la extracción de taninos, (tabla 1, III).

El valor de la fibra en la cáscara disminuyó de 23.3% a 21.3% (tabla 1, 111), después del tratamiento efectuado para eliminar taninos. En consecuencia se puede considerar dentro del rango aceptable como forraje de calidad respecto de un 38% de *Medicago sativa* (alfalfa), ya que es considerada como el mejor forraje. El rango de consumo de fibra no se precisa con exactitud debido a que algunos animales durante el año solamente se alimentan de pasto, sin que tengan algún malestar solo la deficiencia del mismo puede causar alteración ruminal.

Determinación de lignina:

La cantidad de los compuestos de lignina en cáscara disminuyeron con la extracción, igual que en la semilla, (tabla 11 111). Según menciona (Nocek ⁽⁴⁶⁾, los componentes fenólicos de la lignina, interfieren con la digestión de la hemicelulosa, especialmente conforme la planta madura, que es cuando el grado de enlaces éster-éter entre los ácidos urónicos de la hemicelulosa y los componentes fenólicos de la lignina se incrementan.

Las plantas monocotiledoneas tienen más alto contenido de complejo carbohidrato-lignina que las dicotiledoneas. Los resultados obtenidos del porcentaje de lignina presente en semilla de huizache, muestran que antes de la extracción la cantidad es de 14,1% y después del tratamiento 13%, (tabla 11), indicando que quizá se solubilizaron fenoles o parte de la misma lignina (idem).

Hong ⁽³⁶⁾ menciona que se realizó un estudio con la alfalfa la cual tuvo un incremento en f.d.n, en un tiempo de incubación de 34 horas, excepto a las a las 6 horas que todavía no mostró digestibilidad. A mayor digestibilidad hay decremento de paredes celulares y a menor digestibilidad mayor aumento de paredes celulares, así como también a menor materia orgánica mayor cantidad de f.d.n, (idem).

El complejo lignina - carbohidrato debe relacionarse con inhibidores de la degradación de la fibra. La lignina disminuye la digestibilidad de los carbohidratos estructurales y parte de la proteína cruda, además tiene gran afinidad por la hemicelulosa, el efecto de la lignina puede ser responsable en parte de la baja disponibilidad de proteína cruda ⁽⁴⁴⁾.

Determinación de taninos:

Según Ochoa ⁽⁴⁵⁾ "los extractos curtientes son de interés técnico y económico en nuestro país; se utilizan como materia prima en la industria de la tenería. Esta rama está integrada hasta el año 1988 por 1,000 empresas pequeñas y medianas que se concentran en León (55%) D.F. (25%) y Guadalajara (15%)".

Según Hahn ⁽³³⁾ Existen factores para evaluar la idoneidad de una especie vegetal como fuente de taninos, se considera que este contenido debe ser alrededor de un 6% o mayor, para que una extracción resulte rentable. Otros autores consideran que dicho contenido debe ser mayor a 10%. En los resultados experimentales obtenidos el huizache presentó 12% de contenido en la cáscara, valor superior a los encontrados por Hahn y óptimas para la industria de la curtiduría (tabla IV,V).

Amirik ⁽⁶⁾ menciona que en la especie *Grevia optiva* se encuentra un 7.6% de taninos. Generalmente esto explica que haya poca digestibilidad de la proteína con un porcentaje elevado de contenido de taninos, excepto cuando la digestibilidad de la proteína es alta (71%). También la literatura menciona que *Vicia faba* ⁽⁸⁾ contiene 2.0% de taninos, mientras que *Shorea robusta* presenta en la semilla un alto contenido tánico de 13.7%.

En rumiantes se reduce la actividad de la uriasa, se degradan la proteína y bajan la producción de ácidos grasos volátiles. El

DNA y RNA son afectados con el incremento de la concentración de estas sustancias en la dieta. Los alimentos ricos en taninos causan cambios degenerativos sobre el hígado, riñón e intestino. El tratamiento con 0.1 M en NaOH (relación 1:12 m/v) elimina el 64% de estos en solubilidad de materia seca (idem).

El efecto de alimentos ricos en taninos bajan el metabolismo ruminal, en general se ha comprobado que una proporción de estos compuestos influencia en el rumen. Singh (1979) ha demostrado que la cantidad de taninos en base seca, afectan la actividad de la ureasa en el rumen, el mayor valor de amonio fué encontrado en la presencia de alta concentración de taninos. Un alimento diario para caballos, con 5.3% de taninos causan indigestión, y decrece el número de *Diplodinatium* de *Isotricha* y *entodinain* en el líquido ruminal.

Vander Poel ⁽⁵⁸⁾ menciona que el contenido de taninos en *Faba been* está asociado con el color de la capa de la semilla en un rango de 0.75% a 2%, los taninos son localizados mayormente en la capa de la semilla, por lo tanto la separación física de la capa de semilla por procesos mecánicos, decrecerá el nivel de estas sustancias en el producto resultante.

Hagamae Anne ⁽⁸⁾ menciona que las proteínas ricas en prolina tienen especial afinidad por el grupo fenólico de taninos. Estos interfieren con el aislamiento de organelos y proteínas y son responsables del decremento de peso en animales jóvenes. Cuando el rumiante consume alimentos ricos en taninos, se produce una irritación en la microflora intestinal y disminuye su capacidad de absorber sustancias.

Determinación de carbohidratos:

Según Cubero ⁽¹⁶⁾, los carbohidratos son empleados como fuente de energía por el animal. En semilla se determinó como azúcares totales tratados con hidróxido de bario, resultó de bajo contenido teniendo en base seca 29.5%, mientras que en la cáscara se encontró 10.4% en totalidad (tabla VI).

El propósito de una digestión enzimática fue valorar la cantidad de almidones totales en semilla fue de 17.9% y en cáscara 2.3%. posterior a la extracción, debido a estos resultados el fruto de la *Acacia farnesiana* en muestras analizadas puede ser considerado como un indicador de alto porcentaje en un alimento balanceado, así como lo apetecible que puede ofrecer. ⁽²¹⁾

Según Nocek ⁽⁴⁴⁾ Los carbohidratos pueden ser usados para predecir el valor de la energía consumida para la alimentación, además la disponibilidad de estos es cuando el ATP (adenosin triposfato) no es suficiente para la síntesis de proteína. Los aminoácidos pueden ser fermentados como una fuente de proteínas y amonio acumulado. La mayor proporción del forraje son los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y sustancias pectinicas), un alimento rico en almidón puede inhibir la tasa de degradación de la celulosa.

Los carbohidratos comprenden de 70 a 80% de la materia seca dentro de una ración láctea típica. Los sacáridos estructurales tienen que ser usados ampliamente como una medida química para predecir indirectamente el valor energético de la alimentación. De cualquier modo estos limitan diversos grados de digestibilidad. Los carbohidratos estructurales no explicitan una consistente descripción de glúcidos disponibles dentro del rumen, no así los no estructurales que son de otro carácter sumamente digestibles en el rumen. ⁽⁴⁵⁾.

Los rumiantes hidrolizan los carbohidratos estructurales de celulosa y hemicelulosa en ácidos carboxílicos de cadena corta, como son los ácidos acético, propionico, butírico.

Cuando los carbohidratos se bajan dentro del rumen, la cantidad de proteína es menor de 30%. Además las bacterias ruminales pueden ser muertas por nitrógeno cuando la cantidad de la proteína es menor a la cantidad antes citada.

Determinación de digestibilidad:

Garieb ⁽²⁶⁾ comento sobre el método "in situ" que el uso de la bolsa de fibra artificial tiene la ventaja de dar un rápido estimado de la tasa de velocidad y el grado de degradación de los alimentos en el rumen, sin la necesidad de someter la muestra, aunque tiene algunas limitaciones como son: Cuando la muestra es confinada dentro de la bolsa y no esta expuesta a quiebra debido a la masticación y la rumia.

Además el alimento normalmente podrá salir del rumen una vez quebrado a tamaño adecuado, y así medir la reducción del material a un tamaño pequeño, y no necesariamente una degradación completa a componentes químicos sencillos.

La dieta tiene efectos importantes sobre la degradación del material que se encuba, cuando se llevan dietas con alta proporción de concentrados tendrán una actividad celulítica reducida en el rumen.

En los datos de semilla obtenidos en materia seca, puede observarse un incremento de 9.1% (tabla VII, VIII) una vez extraídos los taninos⁽³⁾, ocurrió lo mismo con la materia orgánica, la cual se incremento en el caso de la semilla en un 9.7% (tabla VII) después del tratamiento. Nocek ⁽⁴³⁾ menciona que cuando hay incremento en la materia orgánica y decremento en la materia seca se debe a que se encuentran la cantidad suficiente de microorganismos durante la fermentación.

La digestibilidad "in situ" de la proteína cruda de la semilla se incrementó un 3.9% con el tratamiento de extracción, posiblemente debido a que algunos otros fenoles pueden asociarse con la proteína que al ser estos solubilizados durante la extracción aumenta la digestibilidad de dicha proteína ⁽⁶⁾. Según Garieb ⁽²⁶⁾ menciona en un estudio realizado en *Prosopis laevigata* que la digestión en la proteína fué de 9.6% menor que el huizache.

A partir de los resultados obtenidos para fibra cruda (tabla 1,11), se observa que la digestibilidad de esta "in situ" una vez extraídos los taninos es de 78.4%. Los rumiantes tienen la capacidad de degradar parte de los compuestos de las fibras susceptibles a la actividad de factores antidigestivos. Según Garieb ⁽²⁶⁾ provoca sinergismo entre la digestión enzimática y la mezcla de enzimas que son necesarias para la simulación de la digestión ruminal de la fibra.

Escobar ⁽¹⁹⁾ menciona que los residuos agrícolas fibrosos representan más del 50% de la producción de materia orgánica, total de la actividad agrícola vegetal. En el caso de la cantidad de grasa de la semilla, se observó un decremento con respecto a la cantidad obtenida en la muestra sin taninos, para semilla, con un valor de 70.5%, (tabla VII), probablemente se debió a que ciertos compuestos fueron solubilizados en el rumen.

La digestibilidad "in situ" de f.d.n, aumentó 28.3% (tabla VII) en las muestras de semilla después de la solubilización tánica, haciendo que aumenten las paredes celulares y sea más digerible esta fibra. Nocek ⁽⁴²⁾ encuentra una pequeña relación ($r = .19$) entre digestión nitrógeno y concentración de f.d.n para una variedad de forrajes. Después del contacto íntimo de las partículas de alimento con la microflora ruminal y la contaminación potencial con constituyentes microbianos.

La f.d.a, aumentó después de la extracción de taninos, esto demuestra que los nutrimentos presentes tanto en pared celular como en contenido celular, pueden ser más disponibles tanto para la acción microbiana como la enzimática (tabla Vll).

Digestibilidad "in situ" en cáscara:

Los valores resultantes de materia seca y materia orgánica aumentaron su contenido de 6% y 6.9% después de solubilizar los taninos de la muestra. En la cáscara es posible que el grado de la digestibilidad de la cantidad proteica fué menor debido a que los taninos están en una cantidad mayor y en la semilla, y en esta misma no se encontro indicios de su presencia, incluso es difícil separar estos en su totalidad aún por medio de agua caliente y otros solventes (tabla Vll, Vlll).

La cantidad de fibra cruda mostró mayor digestibilidad "in situ" respecto al material sin extraer (tratamiento de eliminación de taninos) con 75,4%, siendo anterior 71.1%. Referente a f.d.n, se incrementó hasta 93.5% después de la extracción teniendo inicialmente 75.6% y así aumentó la digestibilidad. (tabla Vll, Vlll). El valor de f.d.a, se tuvo un incremento con la extracción 77.1% con diferencia de 16.4% determinando que las paredes celulares tuvieron un volumen proporcional, para incrementar la digestibilidad "in situ" (tabla Vll, Vlll).

Determinación de aminoácidos:

La síntesis proteica se realiza a partir de los aminoácidos, los cuales por lo general proceden del desdoblamiento de proteínas, en algunas ocasiones el NH₂ absorbido puede ser incorporado al ácido glutámico en la mucosa digestiva y en el hígado.

Las necesidades para la síntesis protéica depende de las clases de proteína que se formen y por lo tanto del tipo de animal y del estado fisiológico en que se encuentren, Van Deer ⁶⁴ menciona que algunos aminoácidos pueden ser sintetizados a partir de otros llamados no indispensables, entre ellos la histidina, la fenilalanina y metionina pueden ser llamados aminoácidos esenciales.

El contenido de aminoácidos de acuerdo con los resultados obtenidos a partir del aminograma de las muestras de semilla y cáscara (tabla X), se observa que el aminoácido cisteína no fué detectado así como la metionina no se presentó en cáscara, estos aminoácidos son referidos por Sotelo ⁵⁶ que son deficientes en las leguminosas, debido a los resultados obtenidos se muestra que el huizache entra en lo mencionado por idem.

La lisina presentó 2.1% en la cáscara analizada mientras que en semilla 1.9%, respecto al patrón que señala un reporte de la FAO para este aminoácido es 4.2%. Así mismo Sotelo ⁵⁶ indica 4.4% en vaina completa, respecto a *Prosopis laevigata* contiene 2.9% (tabla XVll).

En las muestras del huizache se detectaron 17 aminoácidos presentes tanto en la semilla como en la cáscara (tabla X, XI. El valor de la treonina encontrado en esta investigación fué en mayor proporción respecto de los datos bibliográficos tomados como referencia.

Respecto a los requerimientos de aminoácidos que tienen los rumiantes no se citan cuáles pueden ser específicamente, debido a que estos utilizan su microflora para su alimentación, degradando una parte del nitrógeno protéico y transformándolo en amoniaco para luego utilizar la urea de la saliva y así sintetizar su propia proteína.

Determinación de minerales:

Según Van derr, y Cubero ⁽⁶⁴⁾ ⁽¹⁶⁾ señalan que en nutrición se le nombra minerales aquellos elementos inorgánicos que son suministrados al animal en forma elemental o iónica, teniendo una función elemental en el metabolismo, muchos de estos elementos inorgánicos se interrelacionan con algunas vitaminas, con otros elementos como aminoácidos y otros nutrientes.

Para que el elemento inorgánico pueda ser utilizado por el organismo del animal debe poseer estructuras químicas definidas, si no es así, el animal no dispondrá de estos minerales. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis realizado por microscopía de barrido se encontró una cantidad de azufre, 1.47%. Ya que este mineral es elemental en una dieta del rumiante. (tabla X1, X11).

Este elemento a nivel corporal es casi totalmente en forma de compuestos orgánicos, especialmente los aminoácidos metionina y cistina. El azufre elemental es menos soluble en el rumen y por lo tanto menos asimilado, las bacterias del rumen incorporan el azufre a partir de sulfatos a la proteína microbiana en forma de cistina, cisteína y metionina, y posteriormente dichos aminoácidos son empleados por el animal para la síntesis de sus proteínas.

La carencia de azufre en rumiantes se vuelve crítica cuando se emplean fuentes de nitrógeno no protéico en el alimento, se debe a los microorganismos que utilizan urea requieren más azufre, los requerimientos de azufre en proporción es de 10:1 en relación con el nitrógeno.

Referente a la determinación de potasio, el resultado arrojó 3.19%. Este valor cubre las necesidades que requiere el animal. El potasio activa ciertas enzimas intracelulares. Los síntomas de deficiencia incluyen reducciones en el ritmo de crecimiento y en la eficiencia alimenticia. Los requerimientos para animales son 0.2 a 0.4% de la materia seca.

Otro mineral esencial es el calcio el cuál se encontró un resultado 1.81%, valor semejante al encontrado en el azufre, este es suministrado en forma de CaCO_3 , este elemento es responsable de la excitabilidad del tejido nervioso y colabora en la coagulación sanguínea. Las fuentes de calcio son; concha de ostión, harina de cascarón de huevo y piedra caliza.

La cantidad obtenida en las muestras estudiadas de cobre fué de 3.78% mayor al requerido por el animal, su requerimiento es de 2 a 10 ppm. Su deficiencia causa alteraciones en el sistema nervioso, su requerimiento es de 2 a 10 ppm, los casos de intoxicación se presentan cuando se ofrecen premezclas o lamederos con niveles excesivos de cobre (tabla X111).

La determinación del zinc fué detectada en un pico menor a los otros siete minerales mostrados en las tablas X11, X111,). Los rumiantes requieren entre 40 y 80 ppm. Así mismo la deficiencia del zinc está asociada con algunos problemas como paraqueratosis, inflamación de las articulaciones. En el metabolismo de este elemento es a nivel del lumen intestinal, a nivel de mucosa intestinal se forma un complejo de zinc- aminoácidos.

El fósforo igual que el zinc presentó un pico menor. La baja concentración de fósforo sanguíneo, incrementa la absorción de fosfatos a nivel intestinal. Los microbios ruminales, producen fitasa que libera al elemento para su completo aprovechamiento del rumiante.

Referente al sodio se menciona que es principal catión del líquido extracelular y su concentración es de 140 meq/litro, entre sus funciones incluyen la regulación de la presión osmótica, y la absorción de nutrimentos como monosacáridos, y aminoácidos.

El requerimiento estimado de sodio en los animales es de 0.1 a 0.2% de la dieta. El sodio en forma de bicarbonato también es empleado como aditivo de alimentos a base de grano para rumiantes, con objeto de evitar la acidosis ruminal.

Análisis estadístico: El análisis estadístico de los datos empíricos analíticos realizado se empleo diseño completamente al azar y pruebas de tukey, las variables analizadas mostraron diferencias significativas, con rango de 0.5 $Pr > .05$, en coeficientes de variabilidad las literales diferentes indican que hubo ciertas significancia en los datos valorados ⁽⁵⁶⁾ (tabla IX).

CONCLUSIONES

1.-El tratamiento de extracción aplicado al fruto del huizache tanto en cáscara como en semilla mejoró la digestibilidad de los distintos nutrimentos por ejemplo, la materia seca, materia orgánica, fibra cruda, f.d.n, y f.d.a, tanto en semilla como en cáscara. En cambio la digestibilidad de componentes, del extracto etéreo es deficiente con dicho tratamiento.

2.-La vaina del huizache contiene 23.0% de proteína cruda en semilla y en cáscara 17.4%, considerándose entonces un ingrediente de buena calidad para la alimentación de los animales.

3.-La cantidad de taninos presentes en la cáscara de la vaina de esta planta forrajera, tienen potencial como recurso importante en la industria de la curtiduría, obteniéndose en las muestras estudiadas de esta especie un 13% de taninos, valor mayor al encontrado en otras leguminosas forrajeras.

4.- Esta planta forrajera puede ser un recurso importante por la obtención de taninos a partir del fruto y el subproducto que se tiene después de la extracción de estos forrajes, teniendo una digestibilidad de 71.6% de proteína cruda en semilla, y 70.9% en cáscara, así como en TND 71.8% para semilla y un 69.9% para la cáscara. Los valores presentados de TND indican an que esta especie presenta gran cantidad de total de nutrientes digestibles.

5.- En la prueba de carbohidratos y almidones totales se obtuvieron 29.5% en semilla y 10.4% en cáscara. Así también en almidones se tuvieron para la semilla 17.9% y 2.3% para la cáscara una vez extraídos los taninos, indicando entonces que la semilla contiene más sacáridos que la cáscara.

6.- Los resultados obtenidos de contenidos de lignina fueron en semilla 14.1% antes de la extracción y 13.0 % después del tratamiento. Así la cáscara presentó anterior 11.0% y posterior 8.8% lo que indica que a menor cantidad de lignina mayor es la digestibilidad.

7.- La cantidad de aminoácidos encontrados en las muestras del fruto indican la calidad de la proteína que tiene la semilla y cáscara de huizache, no hubo presencia de los aminoácidos metionina y cisteína. Las leguminosas por general son pobres en estos dos aminoácidos, no así en lisina que tiene un gran contenido.

8.- Debido a la cantidad de minerales que se encontraron en la semilla y cáscara de huizache se puede apreciar que el porcentaje presentado es el requerido en la alimentación del rumiante..

9.- Los análisis estadísticos presentados en el huizache muestran que si hubo diferencias significativas en los parámetros de los dos diversos tratamientos señalados siendo este de .0001 valor menor al 0.5 establecido para los valores significativos, entre literales (tabla VI11).

10.- De acuerdo a los elementos nutricionales que se encontraron en el huizache se concluye que este vegetal tiene posibilidades de considerarse como un alimento alternativo en la dieta de rumiantes.

11.- Considerandose que las alternativas que se encontraron en este vegetal son buenas, se sugiere completar el trabajo con una aplicación biológica para conocer la cantidad de consumo.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.— Association Of Agricultural Chemists, (1980) "Official Methods of Analysis of the Association of Oficial Analytical Chemist", 13 th. Ed. Washington, D.C.
- 2.— Alcántara, A. E. et al (1986) "Ensilado de huizache (*Acacia farnesiana*) L. Willd, como recurso potencial en la alimentación de cabras". Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 36: (1) 135-148
- 3.— AlCA, anónimo. (1954) "Methods for the Analysis of Vegetable tanning materials General". J. American Leat. Chemit's Assoc. JALCA 49: (3), 174—207
- 4.— Amrik, S.V. (1986) "Ocurrence and nutritional significance of tannins present in unconventional feeds in India". Anim. Research and Dev. 24: 7— 21
- 5.— Benson, J.V. (1987) "New techniques in aminoacid peptides and protein analysis" Ed. A. Niederweiser, Ann Arbor MI. U.S.A. pp. 1— 67
- 6.— Bernard, J.K. (1988) "Influence of suplemental energy and protein on protein synthesis and crude protein reaching the abomasum" Dairy Sci, 71: 2658 —2666
- 7.— Bravo, B.L. Saura—Calixto. (1992) "Effects of dietary fiber and tannins from apple pulp on the composition of faeces in rats". British J. of Nutr. 67: 463—473

- 8.— Bourges, H. (1986) "Nutrición y alimentos, su problemática en México". Editorial CECSA, México. pp. 79 — 89
- 9.— Butler, G.W. (1965) "The distribution of the cyanoglucosides linamarin and lotasteraolin in higher plants". *Phytochemistry* 4: 127 —131
- 10.— Chávez, A, J. (1984) "Potencial económico de especies vegetales de zonas áridas". *Ciencia y Desarrollo* 55: (3) 94 106.
- 11.— Cházaro B. M. (1977) "El huizache *Acacia pennatula* (Schlecht & Cham) una invasora del Centro de Veracruz". *Biótica* 2: (3) 1—18.
- 12.—Cooper, S.M. and Owen-Smith, N. (1985) "Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in a South African Savanna" *Oecología*, Berlin, 67: 142—146.
- 13.—Craig, C.F. (1991) "Nutritional characteristics of select species of *Acacia* growing in naturally saline areas of Western Australia" *Australian J. of Experimental Agric.* 31: 341-345
- 14.—Crokow, E.R. (1980) "Uso de la técnica de la bolsa de nilón para la evaluación de los alimentos" *Producción Animal Tropical* 5: 213 —233
- 15.—Cruz, R. (1988) "Aprovechamiento actual y perspectivas de uso potencial de la *Acacia pennatula* (Shlecht & Cham)" p.62-65 tesis de licenciatura, Chapingo, México, D.F.

- 16.- Cubero J.J. y Moreno M.T. (1983) "Leguminosas de grano". Ed. Mundi prensa, España.
- 17.- Escobar, A. R. Parra (1984) "Efecto de tratamiento alcalino sobre la digestibilidad tasa de fermentación y consumo de tuza de maíz" Producción Animal tropical 9: 49 -57
- 18.- Escobar, A. O de Parra. (1985) "Efecto de tratamiento alcalino sobre la digestibilidad *in vitro* y composición química de residuos agrícolas fibrosos". Producción Animal Tropical 10: 61 - 70.
- 19.- Faix, O. (1979) "Funcionamiento del analizador de Carbohidratos". Revista de la A.T.C.P. 19 no.1 p 6 -10
- 20.- FAO, (1984) "Cambios en las modalidades y tendencias en la utilización de piensos" Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Roma no.32 p. 37 -60
- 21.- FAO, Producción y Sanidad animal. Bo. Gohl (1982) " Piensos Tropicales" Resumen informativo Producción y Sanidad Animal no. 12 sobre Piensos y Valores Nutritivos, Estocolmo, Suecia.
- 22.- Garleb, K.A. (1988) "Chemical composition and Digestibility of fiber fractions of certain by product feedstuff fed to Ruminants" J. Anim Sci. 56: 2650-2662
- 23.- Giral S. (1991) "Composition and Toxic factors content in 14 Leguminous seeds". Biochem, Physiol. 16: 143-149
- 24.- Gnam, H. (1949) "Die gerbstaffe und bergmittel", Verlag. G.M.B.H. Stuttgart, p. 81 - 85

- 25.— Gómez L. (1970) "Mezquites y huizaches" ediciones Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables". México. D.F. ed. Tera. p. 178 -186
- 26.— González, E.V. (1983) "Control de huizache *Acacia farnesiana* mediante corte y aplicaciones basales de disel en el Estado de Veracruz". Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. 5: (11) p. 24-26
- 27.— Goodlad, H.S. and Mathers, J. M. (1992) "Digestion of complex carbohydrates and large bowel fermentation in rats fed on raw and cooked peas (*Pisum sativum*)". British, J. Nutr. 67: 475- 488
- 28.— Hagerman, A. E. and (1980) "Condensed tannin purification and characterization of tannin associated proteins" J. Agric. Food Chem. 28: (5) 809 -812
- 29.— Hahn, D.H. Rooney, L.W. (1983) "Taninos y fenoles del Sorgo" Cereal Foods World 60: (4) 255- 259
- 30.— Harborne, J.B. (1989) "Recent advances in chemical ecology" Natural Product Reports. 3: 86 -109
- 31.— Helen, C. H. (1976) " Recursos químicos y físicos en la preparación de alimentos". Tecnología de los Alimentos. Ed Limusa. p.623-636
- 32.— Hirano, H. (1992) " Characterization of proteins released from legume seeds in hot water" Phytochemistry, 31: (3) 731-73

- 33.- Hong, B.J. (1988) "Effect of shredding alfalfa stems on fiber digestion determined by "In vitro" procedures and scanning electron microscopy" J. Dairy Sci 71: 1536-1545
- 34.- Kositawattanakul, T. (1977) "Chemical interactions between thiamin and tannic acid 11. Separation of products^(1,3) The American J. of Clinical Nutri. 30: 1686 - 1691
- 35.- Martínez, A.M. Schimada: (1984) "Tratamientos químicos del rastrojo de maíz y efecto sobre su valor nutritivo para rumiantes" Reunión de Investigaciones Pecuaria en México, Méx. p. 79-95
- 36.- McVaugh, R. (1987) "Flora Novo-Galiciana, a descriptive account of the vascular plants of Western México". Ann Arbor the University of Michigan press. Ed. William, 5: p 176-178.
- 37.- Neathery, N.M. (1986) "Dry matter disappearance of roughages in nylon bags suspended in the rumen" J. Dairy Sci. 52: (3) 74-78.
- 38.- Newton, G.L. (1977) "Performance of beef cattle fed wastelage and digestibility of wastelage and dried waste diets" J.of Anim. Sci. 44 : (3) p 15 - 29.
- 39.- Nocek, J. E. (1987) " Characterization of "In situ" nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay Crop forages preserved at different dry matter percentages" J. Anim Sci. 64: 552-564
- 40.- Nocek, J.E. (1988) "In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility" J. Dairy Sci. 71: 2051 - 2069

- 41.— Ochoa, H. R. (1991) "Fracción y Caracterización de polifenoles en la corteza de Guamuchil y en la madera de palo tinte". Tesis de Maestría Escuela de Graduados Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- 42.— Ochoa, H.R. (1988) "Estudios preliminares sobre extractivos Solubles en agua y su posible uso en curtición" Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ) 3 (2): 21-25
- 43.— Ohlde, F. (1979) "Studies on the use of banana plants in ruminant feeding". Anim. Research and Development 10: 83-92
- 44.— Rama, S. (1991) "Tannins and related polyphenols from ten common Acacia species of India". Bioresource Technology 36:189- 192
- 45.— Rodríguez, H. (1988) "La técnica de la bolsa "in vivo" en estudios de digestibilidad" Rev Cubana Cienc. Agric. 2: 81-85
- 46.— Rodríguez, H. (1968) "Digestibilidad de la bolsa "in vivo" la posición relativa de la bolsa dentro del rumen" Rev Cubana Cienc Agric. 2: 121-134
- 47.— Rungrvangsek, P. (1985) "Chemical interactions between thiamin and tannic acid 1. Kinetics oxygen dependence and inhibition by ascorbic acid ^(1,3)" The American J. of Clin. Nutri. 30: 1680-1685.
- 48.— Saunders, R. M. (1988) "Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by in vitro and "In vivo" methods". J. Nutr. 30: 103-535.

- 49.— Sharma, B.K. (1988) " Rate and extent of "in situ" digestion of medium and high quality alfalfa and orchardgrass neutral detergent fiber as determined by extended periods of incubation time" Dairy Sci. 71: 3509—3519.
- 50.—Seigler, D.S. Seilheimer (1985) "Tannins from four common *Acacia* species of Texas and Northeastern México". Economic Botany, 40: (2) 220 — 232
- 51.— Seigleir, D.S. Conn, E. (1979) " Cyanogenesis in *Acacia farnesiana*" Phytochem, 18: 1289— 1390.
- 52.— Serratos, J.C. (1989) "Utilización de semillas de parota *Enterolobium cyclocarpum*) para la alimentación humana". Tesis de Maestría. Escuela de Graduados Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- 53.— Shimada, S.A. (1992) "Empleo de desechos de la agroindustria para la alimentación de animales rumiantes" 2o. Congreso Nacional de estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guadalajara, México. p. 18-36
- 54.— Shimada, S.A. (1983) "Fundamentos de nutrición animal comparativa" Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. Ed. México p. 2 -98
- 55.— Solís, J.C. (1988) "Maintenance requirements and energetic efficiency of Cows of different breed types" J. Anim Sci. 66: 764 — 773
- 56.— Sotelo, A. (1981) "Leguminosas silvestres reserva de proteína para la alimentación del futuro". Información Científica y Tecnología. Conacyt México. 3: (54) p 28 -32

57.— Taylor, P.J. (1989) "Digestibilidad "In situ" e "In vitro" del bagazo del chile (*Capsicum anium*) como alimento para animales ". Tesis de Maestria. Escuela de Graduados Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

58.— Tejeda de H.I. (1976) "Análisis bromatológicos de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal". Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Univ Nac de Inv Pec. SARH/ UNAM. Botánica Pecuaria. p 31-46

59.— Tejeda de H. I. (1976) " Valor Nutritivo de algunos ingredientes de zonas áridas." Técnica Pecuaria en México 31: (11) 15 -25

60.— Tejeda de H. I. (1985) "Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. reimpresión Ed. P.A.I.E.P.E.M. México p. 24—65.

61.— Traveset, A. (1991) "Predispersal seed in Central American *Acacia farnesiana* factors affecting the abundance of co-occurring bruchid beetles" Oecologie 87: 570—576

62.— Varej, V.H. (1987) "Activity of Fiber Degrading Microorganismos in the pig large intestine" J. Anim Sci. 65: 488—496

63.— Van Der Meer, J.M. (1987) " Degradation of lignocellulosics in ruminants and in industrial processes" Elsevier Applied Science. Commission of the European Communities.

APENDICE

- 1.— F.D.N. Fibra detergente neutra
- 2.— F.D.A Fibra detergente ácida
- 3.— A.O.A.C. Associatioon of Official Analytica
Chemists
- 4.— T.N.D. Total de nutrientes digestibles
- 5.— R.P.M. Revoluciones por minuto.
- 6.— SAS Sistema computacional de análisis
estadístico
- 7.— ALCA American Leahter Chemist Association
- 8.— No. Stiasny Contenido de polifenóles en los extractos.