

1 9 8 6 - B

083483776

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



UTILIZACION DEL SUBPRODUCTO DEL HUIZACHE
(Acacia farnesiana (L.) willd) DESPUES DE LA EXTRACCION DE
TANINOS PARA SU INCORPORACION A LA ALIMENTACION
ANIMAL COMO ESPECIE FORRAJERA DE ALTO VALOR PROTEICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

BEATRIZ DEL CARMEN MUÑOZ BARRON

GUADALAJARA, JALISCO. JULIO DE 1995

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

UTILIZACION DEL SUBPRODUCTO DEL HUIZACHE (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) DESPUES DE LA EXTRACCION DE TANINOS PARA SU INCORPORACION A LA ALIMENTACION ANIMAL COMO ESPECIE FORRAJERA DE ALTO VALOR PROTEICO.

TESISTA

BEATRIZ DEL CARMEN MUÑOZ BARRON

DIRECTOR DE TESIS

M.en C. LUCIA BARRIENTOS RAMIREZ

TESIS REALIZADA EN EL INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL DE LA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.



Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas y Ambientales
Biología

0515/95

C. BEATRIZ DEL CARMEN MUÑOZ BARRON
P R E S E N T E . -

Manifiestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "UTILIZACION DEL SUBPRODUCTO DEL HUIZACHE (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) DESPUES DE LA EXTRACCION DE TANINOS PARA SU INCORPORACION A LA ALIMENTACION ANIMAL COMO ESPECIE FORRAJERA DE ALTO VALOR PROTEICO" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha tesis la M.en C. Lucia Barrientos Ramírez.

C.U.C.B.A.



DIV. DE CS.
BIOLOGICAS Y
AMBIENTALES

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas Zapopan, Jal. 27 de Marzo de 1995

EL DIRECTOR

Fernando Alfaro Bustamante

DR. FERNANDO ALFARO BUSTAMANTE

EL SECRETARIO

Guillermo Barba Calvillo

BIOL. GUILLERMO BARBA CALVILLO

c.c.p.- M.en C. Lucia Barrientos Ramírez, Director de Tesis.-pte.

c.c.p.- El expediente del alumno

C.
DIRECTOR DE LA DIVISION DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante BEATRIZ DEL CARMEN MUÑOZ BARRON código 083483776 con el título "UTILIZACION DEL SUBPRODUCTO DEL HUIZACHE (Acacia farnesiana (L.) Willd) DESPUES DE LA EXTRACCION DE TANINOS PARA SU INCORPORACION A LA ALIMENTACION ANIMAL COMO ESPECIE FORRAJERA DE ALTO VALOR PROTEICO", consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., Febrero 13 de 1995.

EL DIRECTOR DE TESIS

EL ASESOR


M. EN C. LUCIA BARRIENTOS RAMIREZ
NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA

SINDOCALES

1. M. EN C. MARIA DEL REFUGIO MORA NAVARRO
Nombre completo


Firma

2. M. EN C. MARTIN PEDRO TENA MEZA
Nombre completo


Firma

3. M. EN C. FRANCISCO DE ASIS SILVA BATIZ
Nombre completo


Firma

13-II-95

AGRADECIMIENTOS

Reservo este espacio para hacer patente mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que hicieron posible la realización de este trabajo, especialmente:

- * A tí, Lucía, mil gracias por tu continuo apoyo y dirección.

- * Bioi. Carlos E. Anguiano Gómez, muchas gracias por tu valiosa y desinteresada ayuda y orientación para llevar a cabo el trabajo documental.

- * A todo el personal del Lab. de Bioingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, muchas gracias por su cooperación y amistad.

- * Para mis padres y hermanos, mil gracias por sus continuos estímulos.

Para todos ustedes, muchas gracias.

BEATRIZ DEL CARMEN MUÑOZ BARRON

RESUMEN

La familia Leguminosae, a la cual pertenece el Huizache *Acacia farnesina* (L.) Willd, es un importante grupo de plantas distribuidas en los más variados hábitats y muy adaptable a todos los climas y altitudes.

Esta familia tiene cerca de 500 géneros que comprenden más de 18 000 especies, de las cuales se han registrado alrededor de 1500 en el país. Estas plantas son sumamente importantes para la alimentación del hombre y de los animales.

En el presente trabajo se analizó bromatológicamente la vaina del Huizache para determinar su valor nutricional y así conocer su potencial como recurso forrajero. Además se realizó una determinación cuantitativa de los taninos presentes en la misma vaina.

El lugar de colecta fue en San Cristóbal de la Barranca, municipio que se localiza al centro-norte del Estado de Jalisco.

Se realizó una revisión de los ejemplares que se encuentran en el herbario del IBUG para determinar la distribución geográfica del huizache en el Estado de Jalisco.

Se encontró que la vaina del Huizache contiene un 13.8 % de proteína cruda, con una digestibilidad de 71.2 %, porcentajes que lo colocan como una importante opción alimenticia complementaria en la dieta de los rumiantes.

La cantidad de taninos encontrada en la vaina del huizache oscila entre 8.76 % y 11,8 % dependiendo de el solvente que se utilizó, por lo tanto se puede considerar como una buena fuente de material curtiente.

INDICE

CONTENIDO

Página

| | |
|----------------------------|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVOS | 21 |
| HIPOTESIS | 22 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 23 |
| MATERIAL Y METODOS | 24 |
| RESULTADOS | 34 |
| DISCUSION | 43 |
| CONCLUSIONES | 49 |
| BIBLIOGRAFIA | 51 |

FIGURAS Y CUADROS

| | |
|-----------------|----|
| Fig. 1 | 7 |
| Fig. 2 | 9 |
| Fig. 3 | 14 |
| Fig. 4 y 5 | 25 |
| Fig. 6 | 37 |
| Cuadro 1 | 39 |
| Cuadro 2 y 3 | 40 |
| Cuadro 4 y 5 | 41 |
| Cuadro 6, 7 y 8 | 42 |
| Tabla 1 | 10 |
| Tabla 2 | 19 |
| Tabla 3 | 45 |
| Tabla 4 | 46 |

INTRODUCCION

México posee una flora más vasta que varios países del mundo con más de 18,000 especies, por esta razón el territorio del país y en particular, su mitad meridional se considera en la categoría de las zonas florísticas más ricas del mundo a la par con Malasia, Centroamérica y ciertas partes de Sudamérica (Rzedowski, 1986).

La distribución de las especies en la superficie terrestre depende de las condiciones estacionales, o sea, del conjunto de factores externos que pueden actuar sobre las plantas, así como de las barreras naturales que se oponen a su diseminación (Ruiz-Ornoz, 1983).

Los biogeógrafos han dividido al mundo en 8 grandes reinos, que comparten ciertas afinidades geográficas. El Continente Americano está dividido en dos principales reinos, el Neártico y el Neotropical, que se encuentran y sobrepone justamente en territorio Mexicano, dotándole de un doble conjunto de especies, uno de origen boreal y otro conformado por especies tropicales, de tal manera que la riqueza florística de nuestro territorio, responde a la multiplicación de organismos provenientes del norte (especies neárticas) y del sur (especies neotropicales) que alguna vez invadieron y colonizaron los hábitats de lo que hoy conocemos como México (Toledo, 1988).

Rzedowski (1985), nos indica que la variedad de la flora mexicana refleja en cierto modo la increíble diversidad de climas y suelos, causada por la accidentada topografía y la compleja estructura geológica de su suelo. La flora de México, paralelamente a su riqueza de especies, ofrece una amplia diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como biotipos o formas biológicas, sin embargo, la flora de México no está bien estudiada aún, hay serias deficiencias en el conocimiento de muchos grupos que la componen.

México tiene regiones de clima y vegetación muy variada, en las que abundan las leguminosas. Esta familia comprende más de 18,000 especies, de las cuales se han registrado alrededor de 1500 en el país. Sin embargo, sólo son comestibles un pequeño porcentaje del total de familias localizadas en el mundo. Esto nos indica que hay una gran reserva de proteínas en las leguminosas silvestres, cuya composición en la mayoría de las especies es aún desconocida y que puede resultar promisorio para la alimentación humana. Además, aunque por su composición química algunas de ellas no sean adecuadas para estos fines, es de gran importancia conocer cuáles resultan útiles como alimento para animales (Sotelo, 1981).

Características de la familia Leguminosae.

El nombre de la familia de las leguminosas (Leguminosae) se deriva de la palabra "legumbre", que es el tipo del fruto (vaina) característico de las plantas de esta familia.

Morfología de las Leguminosas.

Arboles, arbustos o hierbas tendidas, trepadoras o erguidas; provistos de espinas o inermes, las hojas generalmente alternas, estipuladas, pecioladas o sésiles, pinnadas, bipinnadas o digitado-compuestas, en ocasiones simples; los folíolos de forma, tamaño y número variables.

Las flores solitarias o dispuestas en fascículos, cabezuelas o racimos axilares o terminales; generalmente con una bráctea, con dos bracteolas en la base del cáliz o sin ellas, actinomorfas o zigomorfas, bisexuales, unisexuales o polígamas, de tamaño y color variable; cáliz con 5 sépalos libres o más o menos fusionados, imbricados o valvados; estambres por lo general 5, 10 o más, hipóginos implantados en el borde de un disco adherido al cáliz, filamentos libres o unidos entre sí, anteras que se abren por hendiduras longitudinales, a través de poros terminales; ovario súpero, unicarpelar, unilocular, por lo general con muchos óvulos implantados a lo largo de la sutura ventral, estilo simple entero, estigma entero terminal o lateral.

El fruto es una legumbre (vaina) dehiscente o indehiscente con una o muchas semillas, el funículo por lo común expandido forma un arilo carnoso, casi no tiene endosperma. El tallo de las leguminosas varía mucho de una especie a otra en lo relativo a la longitud, tamaño, grado de ramificación y lignificación. En cuanto a la raíz, la mayor parte de las leguminosas, especialmente las herbáceas tienen raíces pivotantes. Lo más importante es que casi todas llevan asociadas a sus raíces bacterias fijadoras de nitrógeno, que restauran este elemento en el suelo.

Taxonomía.

La familia Leguminosae se divide en tres subfamilias:

1. **Mimosoideae.** Flores de simetría radial, excepto por el gineceo, por lo general pequeñas, en espigas, cabezuelas o racimos vistosos; corola de prefloración valvada, con los pétalos libres o fusionados; estambres 5 - 10 o numerosos, con los filamentos libres, fusionados o unidos a la base del tubo de la corola, usualmente mucho más largos que los pétalos; hojas por lo general bipinnadas. La mayoría de las especies de esta subfamilia son árboles o arbustos.

2. **Caesalpinioideae.** Flores de simetría bilateral, generalmente inconspicuas; corola de prefloración imbricada; estambres 10 o menos, raramente numerosos, más cortos que la corola; hojas pinnadas o bipinnadas, raramente simples o de un foliolo. La mayoría de las especies son árboles.

3. **Papilionoideae.** Flores de simetría bilateral, corola de prefloración imbricada, estambres 10 o menos, con filamento libre; hojas pinnadas, compuestas o simples, nunca bipinnadas la mayoría son especies herbáceas.

Rzedowski, (1985) en su estudio sobre la vegetación de San Luis Potosí, menciona *Acacia farnesiana* como elemento leñoso componente del bosque tropical decíduo, junto con *A. berlandieri*, *A. pennatula*.

Miranda y Hernández (1963) mencionan que el tipo de vegetación que denominan como matorral espinoso con espinas laterales incluye *A. farnesiana* desde Oaxaca hasta Sinaloa.

McVaugh (1985) cita en el Occidente de México bosquesillos y matorrales abiertos de *A. farnesiana* como elemento característico del matorral subtropical en Aguascalientes y Jalisco.

Gómez, et. al. (1970) citan asociaciones densas de *A. farnesiana* conocidas como "huizachales" o formando manchones dentro de otros tipos de vegetación en los municipios de Muzquiz, Ojo Caliente, Buenavista (en el Estado de Coahuila); Monterrey, Montemorelos, General Bravo, Ciudad Mier, Linares, Galeana, Cañón de la Huasteca (en el Estado de Nuevo León); Reynosa, Presa Falcón, El Chamal, Ejido Güemes, Municipio González (en el Estado de Tamaulipas); Tamuín, Tamasopo, Villa de Reyes, Santa Catarina, Santa María del Río, Matehuala (En el Estado de San Luis Potosí); Villa de Cos, San Tiburcio, Mazapil (en el Estado de Zacatecas); Encarnación de Díaz, Lagos de Moreno (en el Estado de Jalisco); San Luis de la Paz, León (en el Estado de Guanajuato); en los alrededores de Querétaro, San Juan del Río (en el Estado de Querétaro).

Los huizaches tienen asociación en Bosques espinosos o en Bosques tropicales deciduos con *Bursera*, *Forestiera* y *Wimmeria*, frecuentemente muy abundantes en Bosques de pino-encino perturbados o con *Heliocarpus*, *Bursera*, *Eysenhardtia* e *Ipomoea* arborescente, en altitudes que varían de los 300 a los 2000 m.

Valor Nutricional.

Las leguminosas y los cereales han suministrado al hombre las primeras plantas cultivadas. Hallazgos arqueológicos en la zona del Cercano Oriente denominado "Creciente Fértil" indican que hace unos diez mil años existía una asociación persistente entre ciertas semillas (trigo, cebada, lentejas y guisantes) y los asentamientos humanos, asociación indicativa de una recolección preferencial, lo que

constituye el primer paso hacia el nacimiento de la agricultura. Los restos fósiles de semillas de trigo, cebada, lentejas y guisantes de hace ocho mil años indican que ya se encontraban domesticadas por el hombre.

Las leguminosas aparecen pronto en la agricultura del Nuevo Mundo. En Cuevas de Ocampo, México, se han encontrado restos de judías, guindilla, melones y calabazas, a los que se les ha atribuido una antigüedad de 4000 años A.C. Los antiguos egipcios tuvieron en alta estima a las lentejas, cultivándolas cuidadosa y extensamente. El guisante era alimento habitual en Roma, aunque no muy apreciado. La judía, cultivada en toda América desde tiempos remotos, se trajo de América a Europa en el Siglo XVI, constituyendo al principio un lujo extraordinario accesible sólo a la mesa de los ricos.

Actualmente el consumo de leguminosas varía desde los 3 grs/persona al día en Suecia, Alemania, etc. y los 71 grs/persona al día en la India.

Las leguminosas son ricas en proteínas, poseen un porcentaje que varía del 17 al 30%, en algunos casos como la soya es hasta del 40%; también tienen porcentajes altos de carbohidratos, siendo estos hasta del 60%, lo que los convierte en buena fuente de energía.

El contenido de grasa en la mayoría de las leguminosas oscila entre 1 y 3%, en el cacahuate y la soya el contenido es hasta del 20%, siendo éstas ricas en ácidos grasos esenciales, (Sotelo, 1981).

Sin embargo, las semillas de las leguminosas contienen numerosos compuestos con efectos negativos sobre su valor nutritivo. Entre estos compuestos tenemos: flavonas e isoflavonas, alcaloides, aminoácidos no proteicos, glucósidos cianogénicos, inhibidores de la tripsina, factores de flatulancia, taninos y lignina. Algunos de estos compuestos son termolábiles, desapareciendo tras un adecuado tratamiento térmico y otros son termoestables, pudiendo desaparecer por lavado o cocido.

Dentro de las leguminosas encontramos los huizaches, uno de los elementos más comunes de las zonas áridas del país, se usa el nombre de huizache para designar las especies del género *Acacia*, del griego *Akakia*, espina (Cházaro, 1977).

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, sobre todo en el centro y norte del país.

Características del Género *Acacia*.

Morfología.

Plantas arbustivas o árboles generalmente espinosos, a veces inermes, rara vez hierbas; estípulas generalmente en forma de espinas grandes o pequeñas e inconspicuas, rara vez membranosas, hojas pecioladas, pecíolo con o sin glándula, bipinnadas o completamente reducidas a filodios; flores reunidas formando espigas cilíndricas o cabezuelas globosas pedunculadas, éstas a su vez, axilares, solitarias, fasciculadas o paniculadas, 2 brácteas, fusionadas, escuamiformes; flores pequeñas, tetra o pentámeras, bisexuales o polígamas; cáliz acampanado, dentado o lobulado; corola con los pétalos más o menos unidos entre sí y con los estambres, rara vez libres; estambres numerosos, libres o ligeramente unidos en la base, exsertos, blanco-amarillentos, las anteras muy pequeñas; ovario sésil o estipitado, con dos o más óvulos, estilo filiforme, estigma terminal, pequeño; legumbre de forma variable, ovada, oblonga o linear, recta o curvada, cilíndrica o comprimida, membranosa, coriácea o leñosa, bivalvada o indehiscente; semillas colocadas longitudinal o transversalmente, comprimidas, ovadas y con un funículo filiforme o arilo carnoso. Se conocen alrededor de 800 especies viviendo en regiones tropicales o subtropicales.

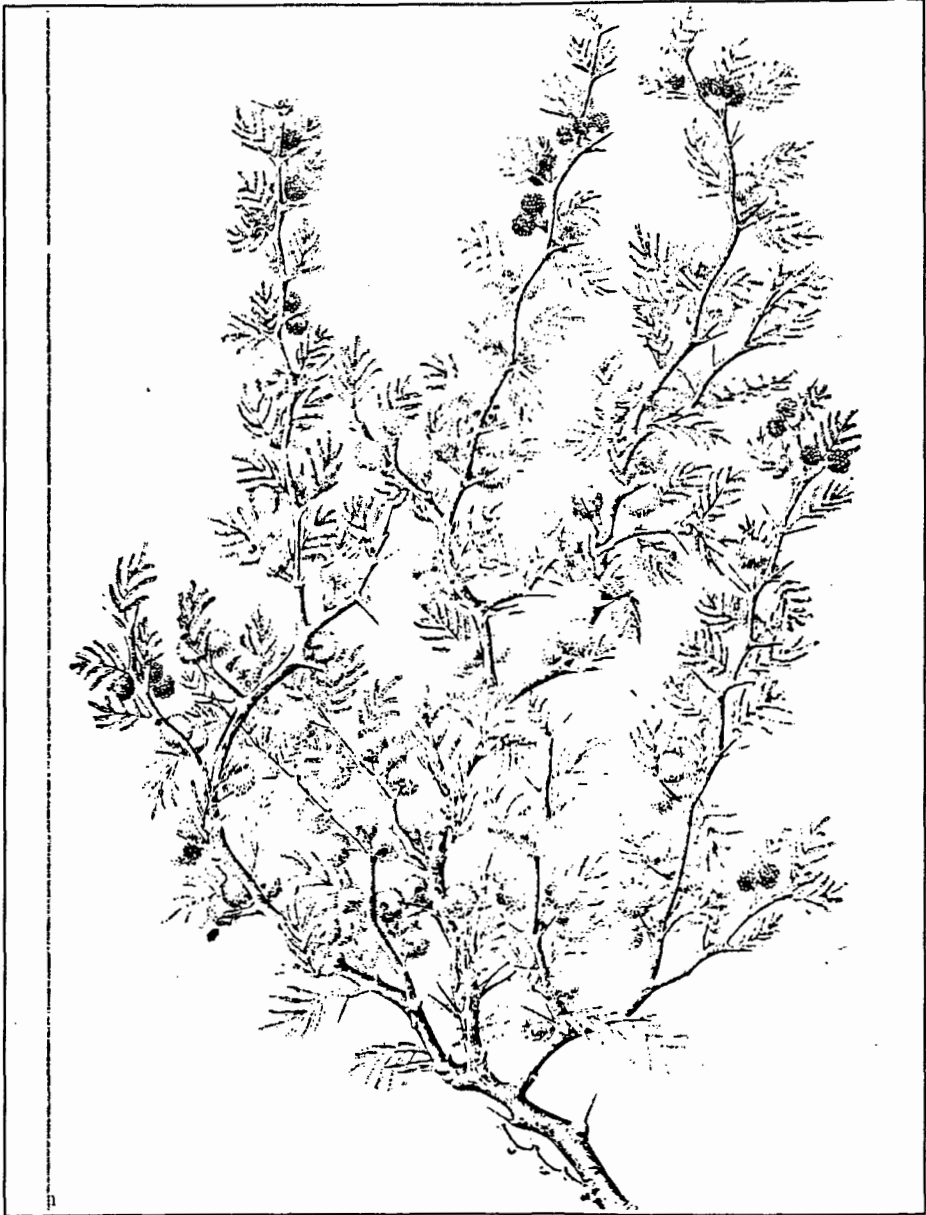


Fig. 1 *Acacia farnesiana*

Huizache: *Acacia farnesiana* (L.) Willd.

Las características taxonómicas de esta especie se describen según McVaugh (1987):

Frecuentemente árboles pequeños de 3-8 m de altura con troncos cortos de hasta 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, éstas siempre blancas y conspicuas, hojas de 2-6 cm de longitud, pinnas de 2 a 6 pares, foliolos de 10 a 25 pares, lineales, comúnmente de 1 a 3 cm de longitud y 1 mm 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 -3 cm de longitud, estambres conspicuos, ovario poco hispido, fruto casi cilíndrico duro, verde o eventualmente negro, glabro o algo pubescente, muy tardamente dehiscente, de 4- 8 cm de longitud, cerca de 1 cm de espesor, ápice agudo, sésil o subestipitado, carnosos en el interior, semillas en 2 hileras longitudinales, reniformes de 6-8 mm de longitud.

DESCRIPCION TAXONOMICA..

Reino: Vegetal

Clase: Angiosperma

Orden: Leguminosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Mimosaceae

Género: *Acacia*

Especie: *farnesiana*



Figura 2. A. Rama de *Acacia ferroziana*; B. pinna; C. estípula espinosa y espina; D. vainas infladas; E. semilla; F. caperua.

Fig. 2 Follaje, vaina, flor y fruto del Huizache

Usos del huizache:

Varios son los productos que se obtienen de esta especie, la madera se utiliza para leña y carbón, mangos para herramientas e implementos agrícolas (Niembro, 1986). La corteza tiene taninos que se utilizan en curtiduría, para fabricar tinta y como astringente en medicina casera; además, la goma de maná del tronco se utiliza como sustituto de la goma arábiga, El jugo de las vainas inmaduras se utiliza en algunos lugares para pegar porcelanas. Sus flores contienen pigmentos y esencias aromáticas y en algunos lugares se utilizan para teñir telas de seda y papel tapiz, así como para fabricar perfumes; la infusión que se obtiene del cocimiento de las flores se utiliza en medicina casera como remedio en casos de dispepsia, disentería, inflamaciones de la piel y de la membrana mucosa. En algunas poblaciones se cultiva como planta de

ornato por la belleza de sus flores amarillas. Algunos estudios han demostrado que esta especie puede ser usada para controlar la erosión y mejorar la fertilidad del suelo (Niembro, 1986).

A continuación se describe al valor bromatológico (expresado en porcentajes) de especies silvestres de leguminosas de diferentes zonas de Jalisco, cuyo valor puede ser comparativo al obtenido en el huizache.

TABLA No. 1. TABLA VALOR BROMATOLOGICO DEL HUIZACHE Y OTROS FORRAJES. (BASE SECA) (Tejeda, 1985)

| | P.C. | E.E. | F.C | C | ELN |
|--|-------|------|-------|------|-------|
| Vainas de mezquite | 13.8 | 2.9 | 28.3 | 4.7 | 50.3 |
| Vainas de huizache | 15.3 | 3.6 | 28.2 | 3.7 | 49.20 |
| Semillas de ojoche (<i>Brosimum alicatum</i>) | 11.8 | 4.14 | 3.84 | 3.79 | 76.43 |
| Zacate guinea (<i>Panicum maximum</i>) | 4.2 | 3.5 | 40.1 | 1.5 | 50.7 |
| Maíz (<i>Zea mays</i>) | 9.31 | 4.71 | 1.98 | 4.42 | 82.58 |
| Vainas de <i>Acacia albida</i> | 12.47 | 1.0 | 26.43 | 3.77 | 56.33 |

Abreviaturas de los valores bromatológicos.

H = Humedad

E.E. = Extracto etéreo

P.C. = Proteína cruda

F.C. = Fibra cruda

C = Cenizas

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

A continuación se mencionan los factores antinutricionales que contienen las leguminosas, entre las cuales se encuentra el huizache.

Factores antinutricionales.

Taninos:

Los taninos son compuestos orgánicos complejos solubles en el agua, ampliamente distribuidos en todo el reino vegetal. La mayoría de los árboles o arbustos contiene algún tanino en las hojas, ramas, corteza, madera o en el fruto. Los taninos se utilizan en el arte del Curtido.

El curtido es el arte de elaborar las pieles crudas para convertirlas en cuero, por medio de una sustancia llamada curtiente. La expresión principio curtiente fue empleada primeramente por Proust hacia el año 1788. En la actualidad, el principio curtiente o agente contenido en las cortezas, maderas, frutos, hojas y raíces de gran número de plantas es conocido como tanino.

En todo el mundo hay por lo menos 300 especies de plantas que contienen taninos en considerable cantidad. Los taninos naturales tienen la propiedad de precipitar la gelatina de una solución, y de combinarse con el colágeno y otras materias proteínicas contenidas en la sustancia de la piel, proceso en que consiste la formación del cuero.

Composición de Taninos.

Las reacciones colorantes de los taninos son de gran importancia en su identificación y clasificación 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, cicitolos y disacáridos) además complejos glucorónicos.

La determinación analítica de los taninos condensables e hidrolizables 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 se utiliza para la 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, cuantos elementos básicos forman la macromolécula. Los taninos condensables se encuentran presentes en forma de dímeros, oligómeros y polímeros de polidroxiflavan-3 ol y polidroxiflavan-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.



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 en 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 daltons., 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. 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

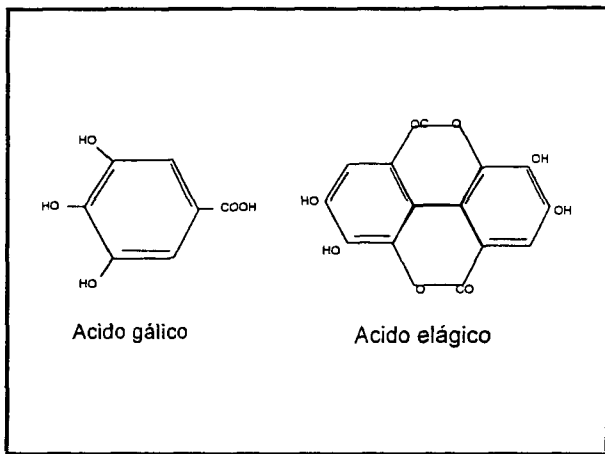


Fig.3 Estructura de Taninos hidrolizables.

El ácido gálico y el ácido elágico son componentes estructurales de los taninos hidrolizables.

Lignina.

Otro compuesto principal en la estructura interna del huizache es la lignina, componente importante en las paredes celulares.

La lignina es un componente estructural que cuando la planta se colecta en avanzado estado de madurez, bloquea las paredes celulares.

Esta es un polímero natural más complejo, el cual se forma a partir de tres unidades monoméricas: los alcoholes aromáticos p-cumaril, coniferil y sinapil.

La lignina es una sustancia amorfa cuya composición elemental y estructural es muy variable. Se ha encontrado que la proporción de los diferentes alcoholes varía con el tipo de planta, así en las gramíneas, la lignina está formada en mayor proporción de alcohol p-cumaril, y en menor proporción los dos alcoholes restantes, en el resto de las angiospermas, la lignina está formada de iguales cantidades de alcoholes coniferil y sinapil y mínimas cantidades de alcohol p-cumaril (Kirk, 1972). En términos de composición elemental, la lignina está formada de C, O, H en proporciones variables en virtud de que su estructura también lo es, hechos que complican el estudio de la química de este compuesto. Los grupos funcionales que aparecen en la lignina son los siguientes: metoxilos (-OCH₃), hidroxilos (-OH), éter (-O-) y éster (O=C-O-).

Estos monómeros están unidos entre sí por fuertes enlaces covalentes entre carbono y carbono y entre carbono - oxígeno - carbono, llamado este último enlace éter.

Otros polímeros naturales como las proteínas y los carbohidratos contienen unidades que se repiten en toda la molécula, como el enlace peptídico en las proteínas y el glucosídico en los carbohidratos. Así, el enlace peptídico que une a los alfa aminoácidos de una proteína posee una estructura química constante. Estos enlaces pueden ser rotos por enzimas específicas o por compuestos químicos, para dejar libres los monómeros.

En la lignina existen diferentes tipos de enlaces intermonoméricos y debido a eso no es posible hidrolizarla, con la relativa facilidad con que se hidrolizan los carbohidratos y las proteínas.

Funciones y Propiedades de la Lignina.

La lignina es un compuesto exclusivo del tejido vegetal y se le localiza en la pared de la célula.

Una de sus más importantes funciones es la de mantener rígidos los órganos vegetales, incrustándose en los carbohidratos estructurales. A medida que la planta madura, su contenido de lignina aumenta a tal grado que en los árboles donde los tejidos tienen que soportar grandes presiones de los líquidos, el contenido de lignina llega a formar hasta la tercera parte de la materia seca. Otra función de la lignina es la de proteger a la planta del ataque de los microorganismos.

Efecto de la Lignina en el aprovechamiento del alimento.

No existe ninguna especie de mamífero capaz de degradar la lignina, tampoco los microorganismos del rumen producen enzimas que la desdoblén.

Se ha encontrado que a medida que aumenta el contenido de lignina, disminuye la digestibilidad del forraje debido a la formación del complejo indigestible, lignina-carbohidrato ya que físicamente impide la acción de las enzimas glucosídicas puesto que se incrusta en la celulosa.

Glucosidos cianogénicos:

La distribución de los glucósidos cianogénicos es muy variable por especies y dentro de ellas.

Varias especies de leguminosas son potencialmente tóxicas por su contenido en glucósidos que, por hidrólisis, liberan CNH. El CNH se produce a partir de un glicósido por la acción de una enzima presente en los tejidos vegetales.

Digestibilidad:

La digestibilidad es un parámetro indicativo de la asimilación que pueden tener algunos alimentos.

La composición química de los alimentos es solamente indicativa del contenido de nutrimentos del mismo, más no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario además con datos de digestibilidad. Esta se define como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere (o sea que desaparece) a su paso por el tubo gastro-intestinal.

Existen varios métodos para la medición de la digestibilidad, en general consisten en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, y medir y analizar las heces.

La digestibilidad varía de acuerdo con factores propios del alimento y/o efecto de los animales que lo consumen. En general, la digestibilidad de los granos de cereales y otras fuentes de azúcares o almidones es elevada para todas las especies de animales de granja, siendo posiblemente los menos digestibles la avena y la cebada, ambos por su elevada fibrosidad.

Los alimentos que más varían en digestibilidad son los forrajes, siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general, a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, y se eleva el de fibra (principalmente celulosa y lignina), lo que va emparejado a un decremento gradual de la digestibilidad.

La disponibilidad digestiva de los alimentos puede ser manipulada mediante procesos como son el molido, el empastillado, el hojuelado, que en general aumentan la velocidad a la que pasa el alimento por el tubo gastro-intestinal y aunque dicho efecto disminuye ligeramente la digestibilidad, esto se compensa con un mayor consumo de alimento que a su vez redundará en una mejor respuesta animal.

La especie animal es el otro factor importante que hace variar la digestibilidad. En general, los cerdos y las aves digieren más eficientemente aquellos alimentos con elevado contenido de proteínas y con baja cantidad de fibra, mientras que los rumiantes son notorios por su capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos y con bajo contenido proteico.

En relación a estudios que se han realizado en otras leguminosas silvestres incluyendo el huizache se tiene el siguiente cuadro:

En la tabla No. 2 se muestra el contenido bromatológico promedio de 31 semillas de leguminosas silvestres, expresado en porcentaje y en base seca. (Sotelo, 1981).

Tabla No. 2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE 31 ESPECIES SILVESTRES DE LEGUMINOSAS.

| | H | E.E | P.C. | F.C. | C | ELN |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| <i>Prosopis juliflora</i> | 1.32 | 2.08 | 13.45 | 27.50 | 3.63 | 53.34 |
| <i>Delonix regia</i> | 7.64 | 2.27 | 17.87 | 27.03 | 3.84 | 50.00 |
| Acacia farnesiana | 3.82 | 3.30 | 25.15 | 18.28 | 3.80 | 49.42 |
| Acacia pennatula | 8.49 | 4.18 | 28.11 | 18.40 | 4.85 | 43.49 |
| Acacia coellifacantha | 7.27 | 2.22 | 31.15 | 14.12 | 3.34 | 49.17 |
| <i>Caesalpinia</i> sp. | 9.70 | 6.30 | 17.18 | 20.53 | 3.10 | 52.89 |
| <i>Tecoma stans</i> | 9.22 | 2.22 | 15.63 | 49.10 | 4.39 | 28.66 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | 10.02 | 8.09 | 10.64 | 10.93 | 1.81 | 68.02 |
| <i>Entada polystachia</i> | 3.93 | 24.41 | 24.59 | 4.87 | 5.30 | 40.83 |
| <i>Phaseolobium flexicuate</i> | 8.29 | 14.24 | 31.54 | 14.66 | 3.44 | 35.39 |
| <i>Mucuna argyrophylla</i> | 8.92 | 3.02 | 24.52 | 1.74 | 3.29 | 67.42 |
| <i>Swartzia guatemalensis</i> | 10.92 | 0.75 | 15.03 | 9.27 | 1.79 | 73.16 |
| <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 8.30 | 1.71 | 21.29 | 16.12 | 3.05 | 57.22 |
| <i>Cymbopetalum penduliflorum</i> | 7.16 | 27.6 | 11.25 | 47.36 | 2.57 | 11.20 |
| <i>Cassia fruticosa</i> | 5.31 | 11.72 | 24.00 | 20.01 | 4.55 | 36.05 |
| <i>Ehhuinia purpurea</i> | 2.15 | 15.12 | 30.62 | 4.80 | 3.87 | 45.56 |
| <i>Caesalpinia crista</i> | 2.06 | 21.43 | 24.73 | 14.86 | 3.33 | 35.65 |
| <i>Leucaena pulverulenta</i> | 65.70 | 0.96 | 37.84 | 12.92 | 5.53 | 42.71 |
| <i>Leucaena macrocarpa</i> | 68.47 | 0.73 | 35.38 | 17.91 | 6.37 | 39.61 |
| <i>Caesalpinia velluda</i> | 0.44 | 16.21 | 17.70 | 18.07 | 3.14 | 44.81 |
| <i>Acacia eornigera</i> | 5.70 | 2.58 | 26.78 | 19.77 | 4.37 | 46.58 |
| <i>Inga radians</i> | 10.89 | 1.25 | 25.55 | 3.10 | 2.88 | 67.29 |
| <i>Phaseolobium undulatum</i> | 2.17 | 5.39 | 28.58 | 15.97 | 4.06 | 46.00 |
| <i>Lysiloma acapulsiensis</i> | 5.80 | 12.94 | 33.94 | 13.51 | 3.86 | 35.75 |
| <i>Phaseolus caracaya</i> | 8.90 | 2.37 | 22.86 | 30.99 | 5.96 | 37.82 |
| <i>Cassia spectabilis</i> | 10.07 | 1.17 | 14.60 | 51.44 | 5.00 | 27.79 |
| <i>Entada scandens</i> | 6.36 | 13.81 | 24.38 | 1.99 | 3.23 | 56.58 |
| <i>Cassia occidentalis</i> | 4.88 | 3.27 | 22.46 | 14.23 | 4.46 | 55.60 |
| <i>Abizitia lebbeck</i> | 9.47 | 3.13 | 33.69 | 13.17 | 3.57 | 35.30 |
| <i>Lysiloma bahamensis</i> | 14.90 | 6.14 | 35.17 | 18.79 | 7.29 | 30.61 |
| <i>Crotalaria vitelina</i> | 2.56 | 2.62 | 24.13 | 13.54 | 3.82 | 56.89 |

Abreviaturas de los valores bromatológicos.

H = Humedad

E.E. = Extracto etéreo

P.C. = Proteína cruda

F.C. = Fibra cruda

C = Cenizas

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

Los huizaches no obstante de considerarlos como maleza invasora de potreros y parcelas abandonadas en algunas regiones del país, pueden constituir un recurso benéfico, si se manejan adecuadamente, ya que representa una fuente potencial que es aprovechada en algunos países del mundo como Australia y Francia, por los diversos usos que se obtienen, como son los aceites esenciales de alto valor en la industria de la perfumería, así como los taninos que juegan un papel importante con alto valor industrial, el subproducto de los taninos puede ser utilizado para incorporarlo a la alimentación animal, principalmente para rumiantes, (K, Rungvegsek, 1985).

OBJETIVO GENERAL:

Describir la distribución geográfica del huizache *Acacia farnesiana* (L.) Willd, y la composición química proximal de la vaina, de las paredes celulares y lignina así como evaluar la cantidad de taninos y glucósidos cianogénicos, para determinar su valor nutricional y antinutricional e incorporarlo en la alimentación animal.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- 1.- Describir la distribución Geográfica del huizache en el Estado de Jalisco.
- 2.- Determinar cuantitativamente la cantidad de taninos presentes en la vaina del huizache.
- 3.- Evaluar la composición químico proximal de la vaina de huizache después de la extracción de taninos, para determinar valor nutricional.
- 4.- Determinar el contenido de paredes celulares de la vaina de huizache.
- 5.- Cuantificar la cantidad de lignina presente en la vaina.
- 6.- Determinar el contenido de glucósidos cianogénicos presentes en la vaina del huizache.

HIPOTESIS:

El huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) es una especie con alto contenido proteico, pero su disponibilidad se encuentra limitada por la presencia de taninos, la extracción de estos permitiría aprovechar mejor esta especie como un ingrediente de alto valor nutricional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd, es una especie con biodisponibilidad en Jalisco, por lo que es importante realizar investigaciones orientadas al estudio de la composición nutricional de la vaina ya que es considerado como una especie forrajera de alta calidad, sin embargo, existen limitantes para su aprovechamiento total, como la presencia de taninos que disminuyen la disponibilidad de los nutrimentos, el subproducto obtenido de la extracción de estos lo pueden hacer más asimilable para animales monogástricos y rumiantes que en estado natural.

MATERIAL Y METODOS.

Revision Bibliografica.

Para el presente trabajo se determinó la distribución geográfica del huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd, por medio de datos obtenidos del herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), dando un parámetro indicativo de la distribución del huizache en el Estado de Jalisco.

Colecta.

El lugar de la colecta fué en San Cristobal de la Barranca (figuras 4 y 5) municipio que se localiza al centro norte del Edo. de Jalisco entre las coordenadas 21°08'20" a 20°57'30" de latitud norte y 103°10'09" a 103°38'35" de latitud oeste. Su clima es semi-seco con invierno y primavera secos y semi-cálido con invierno benigno. La temperatura media anual es de 20°C, con una precipitación media de 713.7 mm, y régimen de lluvia en los meses de junio y julio.

Esta colecta se realizó durante los meses de abril-mayo que es la época de fructificación de esta especie, recolectando manualmente 2 kg. del fruto del suelo, para pasar al paso de trituración de la vaina.

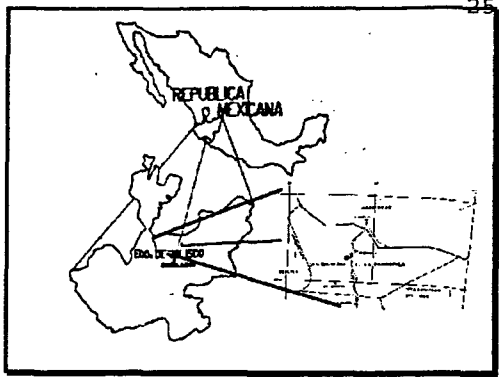


Fig. 4 Ubicación geográfica del lugar de la colecta.

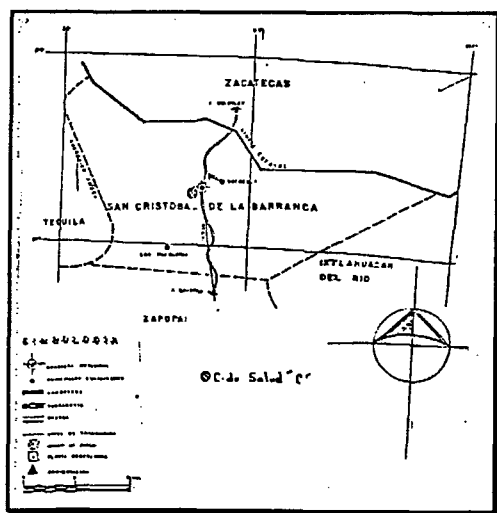


Fig. 5 Mapa del Municipio donde se realizó la colecta.

Molienda:

En laboratorio se procedió a realizar el análisis químico proximal de la vaina del huizache. Se inició moliendo la vaina en un molino de martillo por una criba de 2 mm. de diámetro, hasta obtener una harina blanca con un olor característico, la cual se conservó en bolsas de nylon selladas para protegerla de la humedad.

Análisis químico proximal de la vaina:

El Análisis Químico Proximal incluyó:

a) Determinación de Humedad.**Método: (Irma Tejeda, 1985)**

En una cápsula de porcelana previamente tarada se pesaron aproximadamente 2 grs. de muestra molida y se introdujeron en un horno a 95°C, cuya presión interior no excede de 100 mm Hg, para eliminar en su totalidad el agua contenida en la muestra. La operación requirió de aproximadamente 5 horas.

b) Determinación de materia mineral o cenizas.**Método: (Irma Tejeda, 1985)**

Se pesó aproximadamente 2 grs. de muestra colocándolos en un crisol de porcelana previamente pesado, y se carbonizó lentamente con un mechero para evitar pérdidas por arrastre de humo, una vez que cesó el desprendimiento de humo se pasó a la mufla a 550 - 600°C, hasta que las cenizas quedaron libres de carbón, color blanco o gris. Se enfrió el crisol en el desecador y se pesó inmediatamente después para restar el peso final del inicial.

**c) Determinación de Proteína cruda. Se llevó a cabo por el:
Método de Kjeldahl.**

1) Digestión.

Se pesó exactamente 1.0 gr de muestra, en un papel filtro y se pasó a un matraz kjendhal, se agregaron 1.9 g de sulfato de potasio y 0.04 gr de óxido de mercurio al matraz kjendhal, además se añadieron 2.7 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Se calentó en el digestor, primero a temperatura moderada hasta que la formación de espuma cesó y después a modo de mantener una ebullición activa hasta que la solución se clarificó. Se continuó por 15 a 20 minutos más después de alcanzar este punto. Se dejó enfriar y se añadieron aproximadamente 20 ml de agua destilada con agitación constante.

2) Destilación.

Se colocaron 10 ml de solución de ácido bórico en un matraz erlenmeyer de 50 ml. Se añadieron 5 ó 6 gotas de indicador azul de metileno. Asegurando que la punta del condensador se encontrara bajo la superficie del líquido en el erlenmeyer. Sosteniendo el matraz kjendhal en posición inclinada, se añadió cuidadosamente una mezcla de 20 ml. de NaOH al 33%, a modo de que resbalara por las paredes y se formaran dos capas. Se mezcló el contenido del matraz kjendhal mediante agitación rotatoria y se conectó inmediatamente al destilador. Se calentó hasta que todo el amoníaco se destiló, 40 ml de la solución son generalmente suficientes. Se bajó el matraz erlenmeyer de manera que el extremo del condensador quedó fuera de la solución de ácido bórico y se apagó el sistema de calentamiento, enjuagandose con agua destilada la punta del condensador.

3) Titulación.

Se tituló el contenido del matraz erlenmeyer con una solución de ácido clorhídrico 0.02 Normal hasta que viró el indicador.

d) Determinación de extracto etéreo o grasa cruda.**Método. (Tejeda, 1985)**

Se pesaron aproximadamente 2 grs. de muestra seca y se colocaron en un filtro Goch previamente secado y pesado, colocándose el filtro Goch dentro del condensador de reflujo adicionando éter de petróleo sobre la muestra hasta que hizo sifón dos veces, conectándose el equipo soxhlet y se dejó en reflujo dentro de 3 hrs. Se recuperó el éter residual y se evaporó sobre baño maría en un lugar bien ventilado, colocándose el matraz en la estufa para secar el residuo a temperatura de 85°C por 24 horas, dejándose enfriar en desecador para posteriormente pesarlo.

e) Determinación de Fibra Cruda.**Método. (Tejeda, 1985)**

1) Digestión ácida.

Se pesaron con exactitud 2 grs. de muestra seca y extraída con éter de petróleo y se transfirieron a un matraz "balón" de 200 ml. Se añadieron aproximadamente 100 ml. de solución sulfúrica hirviendo y se colocó inmediatamente en el digestor precalentado dejándose hervir por 30 minutos exactamente, se filtró el contenido del vaso y se lavó con 4 porciones de agua hirviendo de 50 ml cada una.

2) Digestión alcalina.

Se transfirió el residuo de la filtración anterior al mismo matraz y se añadieron 100 ml de solución de NaOH hirviendo, y se dejó hervir por 30 minutos exactamente. Se filtró el contenido del matraz, lavándola con 4 porciones de agua hirviendo de 50 ml cada una y finalmente con 25 ml de alcohol.



3) Secado y calcinación.

Se pasó el residuo a un crisol y se secó a 120°C durante 2 horas; se enfrió en desecador, se pesó, calcinándose a 600°C por 30 minutos, posteriormente se enfrió en desecador, pesándose nuevamente.

f) Determinación de Fibra Detergente Neutro (F.D.N.) y Contenido Celular.

Método: (Tejeda, 1985)

Se pesó por diferencia aproximadamente 1 gr. de muestra la cual fué molida en un tamiz de 1 mm, se depositó en un vaso de Berzelius para iniciar el reflujo. Se agregaron en el orden señalado los siguientes reactivos: 100 ml de detergente neutro a temperatura ambiente y 2 ml de solución amilasa por vaso. Se calentó la solución para que hirviera de 5 a 10 minutos, se redujo la temperatura, cuando comenzó la ebullición para evitar la formación de espuma, se ajustó la temperatura para que la solución hirviera a un nivel constante manteniendose en reflujo por 60 minutos, tomando el tiempo desde el instante en que la solución comenzó a hervir.

Se hizo girar el vaso para mantener el material sólido y decantar la solución con la muestra suspendida en un crisol previamente tarado, colocado en un filtro con succión al vacío, se usó poco vacío al principio, aumentándolo a medida que se necesitó. Se decantó toda la muestra en el crisol, utilizando un mínimo de agua caliente (80°C). Una vez concluido este paso se eliminó el vacío, aflojando la capa de muestra que se compactó en el fondo del cristal llenándose con agua caliente y repitiendo el lavado varias veces con acetona y se dejó secar con el vacío puesto nuevamente. Se pusieron los crisoles a 105°C durante toda la noche y se pesaron a la mañana siguiente. El residuo de fibra recuperado se registró en términos de paredes celulares. El cálculo del contenido celular (material soluble) se sustrajo de 100.

g) Determinación de Fibra Detergente Acido (F.D.A).**Método: (Tejeda, 1985)**

Se pesó por diferencia aproximadamente 1 gramo de muestra depositándose en un vaso Berzelius. Se agregaron 100 ml de solución de ácido detergente frío (puesto previamente en refrigeración la noche anterior). Se calentó la solución para que hirviera en el término de 5 - 10 minutos. Cuando se inició la ebullición, se bajó el calor para evitar la formación de espuma manteniéndose en reflujo por 60 minutos contados a partir del inicio de la ebullición.

Se filtró la solución con poca succión, a través de un crisol previamente tarado con una varilla de vidrio, se aflojó la capa de muestra que se había compactado en el fondo del crisol y se lavó la muestra de 2 a 4 veces con agua caliente (90 - 100° C). Se repitió igualmente el lavado con acetona hasta que desapareció totalmente el color, desintegrando cualquier grumo que se hubiera formado para que el disolvente entrara en contacto con todas las partículas de fibra.

Se lavaron las muestras con hexano mientras aún contenían acetona y se mantuvo ésta bajo succión hasta que se liberó el hexano secándola 105 °C durante toda la noche, para posteriormente ponerla en la estufa y pesarla.

Posteriormente se realizó la extracción de taninos, de acuerdo al Método TAPPI (Reacción de Stiasny y Técnica de ALCA), primero se llevó a cabo la solubilidad en agua fría y agua caliente, el primero se realizó colocando 10 gr de muestra en un vaso de precipitado con 300 ml de agua y se puso a reflujo durante 48 hrs, para después filtrarlo y utilizar tanto el sólido como el líquido determinando la cantidad de polifenoles y catecoles. Seguidamente se hicieron cuantificaciones por medio de las dos técnicas antes mencionadas para comprobar la cantidad de taninos presentes tanto solubles como no solubles.

Determinación del contenido de taninos:

La determinación de taninos en un extracto, parte de los datos conocidos en cantidad de material que se sometió a la extracción (base seca) y del volumen total del extracto obtenido.

1.- Determinación del extracto total.

Se tomaron 25 ml. del extracto tánico y se colocaron en una cápsula de porcelana la cual se pesó previamente con una exactitud de 0.001 gr. Se procedió posteriormente a evaporar el extracto utilizando una lámpara de infrarrojo, finalmente se pasó a la estufa de secado (103°C), se pesó hasta lograr peso constante. El peso del residuo obtenido, se relacionó con el volumen total del extracto para tener la cantidad del total relacionándolo con el total del material extraído en porciento, de esta forma se obtuvo el término "Extracto total".

2.- Determinación de la fracción de solubles totales.

Para esta determinación, se procedió a filtrar el extracto de la solución tomándose 25 ml, se procedió de la misma forma que en el caso anterior, es decir, se evaporó el líquido a sequedad y se pesó el residuo relacionándolo luego con el volumen total de extracto y con la cantidad total del material extraído en base seca.

El filtro tipo vela que se utilizó se tapó herméticamente con un tapón de hule y se introdujo en una probeta que 100 ml. Mediante el tubo de vidrio que pasa por el tapón de hule del filtro, se transfirió la solución hasta otra probeta, desechándose de ella los primeros 25 ml. filtrados. Del siguiente extracto, se tomaron 25 ml. y se colocaron en una cápsula de porcelana previamente pesada y se evaporan a sequedad, de la misma manera como anteriormente se mencionó. El residuo recibe el nombre de "Solubles totales".

3.- Determinación de sustancias no curtientes.

Se tomaron 25 ml. de la solución original del extracto y se colocaron en un matraz erlenmeyer de 100 ml., el cual contiene 2.2 grs. de polvo de piel cromada y preparada especialmente para la determinación de curtientes.

La mezcla de extractos y polvo de piel, se dejó en contacto durante 20 minutos, aplicando agitación enérgica constante. Posteriormente, utilizando un embudo buchner con un papel filtro en la superficie, se procedió a extraer los polvos de piel, procurando aplicar un poco de vacío y de no tirar la solución separada. Nuevamente, se aplicaron 25 ml. de extracto sobre los polvos de piel y se dejaron en contacto durante 20 minutos, de la misma forma como antes se mencionó. Se tomaron 16.5 ml. de la solución, estos se colocaron en una cápsula de porcelana previamente pesada, se evaporaron y se determinó el residuo. El residuo obtenido por este procedimiento, recibe el nombre de "Material no curtiente".

Determinación cualitativa de taninos de pirocatecol y pirogalo.

Se mezclaron 50 ml. de una solución de curtientes al 0.4% previamente filtrados, 5 ml. de HCl concentrado y 10 ml. de solución de formaldehído al 40 %. Se colocaron en un sistema a reflujo, se dejaron en ebullición durante 30 minutos; la formación de un precipitado durante la ebullición, indicó la presencia de taninos de catecol. Después que se enfrió la solución, se procedió a filtrarla. A 10 ml. de solución filtrada, se le adicionó 1 ml. de una solución al 1 % de sulfato tánico (alumbre) y sin agitar, se le adicionaron 5 gramos de sal sólida de acetato de sodio. La aparición de una fuerte coloración azul-violeta, indicó la presencia de taninos de pirogalo.

Determinación de lignina:

Se hizo la determinación de lignina por medio del método de Tejada, 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 transferirla a un matraz erlenmeyer para colocarlo en la autoclave por espacio de una hora, después se filtró y se hizo la evaluación por medio del residuo de la cantidad de polifenoles condensados o la cantidad de lignina.

Determinación de glucósidos cianógenicos:

Se pesaron 5 gr. de muestra y se colocó en un matraz Kjendahl de 400 ml, agregándoles 100 ml de agua acidulada con ácido clorhídrico, unas perlas de vidrio y antiespumante. Se conectó el matraz al destilador de Kjendahl. En el matraz colector se pusieron 12.5 ml de agua, teniendo cuidado de que el tubo del condensador quedara dentro de la solución.

Se dejó reposar durante 3 horas y al cabo de ese tiempo se empezó lentamente la destilación cuidando que no pasara espuma al matraz colector. Se destilaron aproximadamente 50 ml.

Se aforó el destilado a 100 ml con agua y se tomó una alícuota de 12.5 ml (el pH debía estar entre 2 y 10) y se puso en un matraz volumétrico de 50 ml; se agregó 0.5 ml de solución de cloramina, se agitó, se tapó y se dejó reposar durante un minuto.

Se agregaron después 1.5 ml de reactivo. Se aforó con agua. Una vez en el cromatógrafo se esperó hasta que la muestra viró a un color rosa. Se leyó después de 8 minutos a 570 nm contra un blanco. La muestra debe procesarse inmediatamente.

RESULTADOS

En la revisión bibliográfica y consulta del Herbario del IBUG sobre *Acacia farnesiana* (L.) Wild se encontraron ejemplares que fueron recolectados en un gran número de municipios del Estado de Jalisco, por lo cual se deduce que es una especie que se encuentra en gran disponibilidad.

Los municipios citados en los ejemplares recolectados son los siguientes:

Acatlán de Juárez

Autlán de Navarro, recolectado en Bosque espinoso a una altitud de 700 msnm.

Ayotlán

Casimiro Castillo

Ciudad Venustiano Carranza

Cocula, recolectado a una altitud de 1350 msnm.

Cuatitlán

Cuquío

Chapala, recolectado a una altitud de 1450 msnm.

El Limón, recolectado a una altitud de 1000 msnm.

Etzatlán, recolectado en Bosque de Quercus, a una altitud de 1400 msnm.

Gómez Farías, recolectado a una altitud de 1690 msnm.

Guadalajara, recolectado a una altitud de 1450 msnm.

Huejuquilla el Alto, recolectado a 1550 msnm.

Ixtlahuacán del Río, recolectado en Matorrales espinosos.

Jalostotitlán

Juchitán, recolectado a una altitud de 1250 msnm.

La Barca

Lagos de Moreno

Magdalena

Ocotlán, recolectado a una altitud de 1400 msnm.

Poncitlán

San Cristóbal de la Barranca, recolectado a una altitud de 500 msnm.

San Juan de los Lagos, recolectado a 1720 m de altitud.

San Julián, recolectado en Matorral espinoso a 1800 msnm

San Marcos, a una altitud de 1650 msnm.

San Martín de Bolaños, recolectado en Bosque tropical deciduo a una altitud de 1100 msnm.

San Martín Hidalgo, recolectado en Bosque de galería, a una altitud de 1425 msnm.

San Miguel el Alto

Tala, recolectado en Vegetación acuática, a una altitud de 1800 msnm.

Tamazula de Gordiano, recolectado a una altitud de 1295 msnm.

Tecalitlán, recolectado en Bosque de Pino-encino a una altitud de 1540 msnm.

Tecolotlán, recolectado a una altitud de 1150 msnm.

Tenamaxtlán

Teocaltiche, recolectado a una altitud de 1750 msnm.

Tepatitlán de Morelos, recolectado a 1700 m de altitud.

Tequila, recolectado a una altitud de 1200 msnm.

Tlajomulco de Zuñiga

Tolimán, recolectado en Bosque espinoso, a una altitud de 750 msnm.

Tomatlán, recolectado sobre dunas costeras (en el Playón de Mismaloya) a una altitud de 5 msnm.

Tonalá

Tonila, recolectado en Bosque tropical deciduo.

Tototlán, recolectado a una altitud de 1540 msnm.

Tuxpan

Villa Corona

Villa Guerrero, recolectado en un Bosque de encino perturbado, a una altitud de 1800 msnm.

Yahualica de González Gallo

Zacoalco de Torres, recolectado a una altitud de 1360 msnm, en un matorral subtropical.

Zapopan

Zapotlán del Rey, recolectado en un Bosque espinoso.

Zapotlanejo, recolectado en un Matorral espinoso.

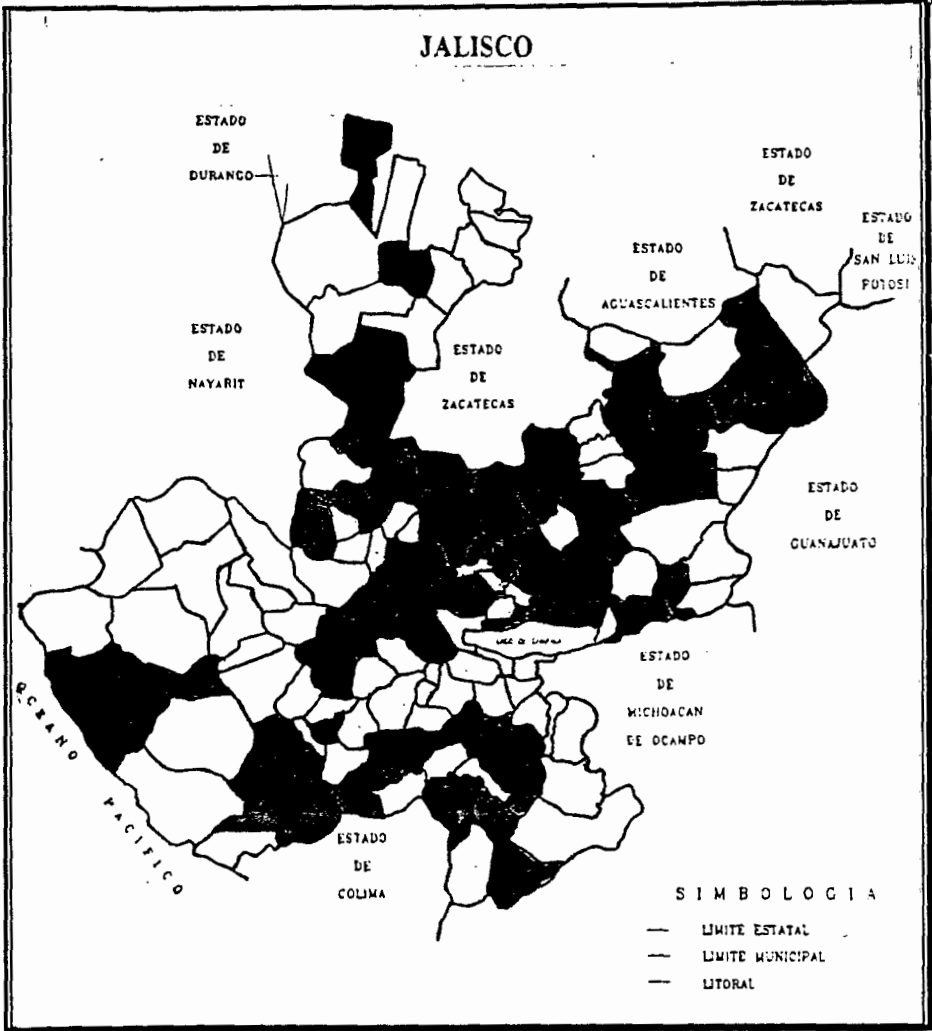


Figura 6. Localización de zonas de distribución del Huizache.

● Municipios del Estado de Jalisco donde se encuentra el Huizache*

*Según datos de IBUG

Análisis Químico Proximal.

En los siguientes cuadros se presentan los resultados obtenidos en la realización experimental de este trabajo.

El cuadro No. 1 indica los valores promedio de la composición químico proximal de las vainas de huizache, los cuales fueron de 2.5 % de humedad, 1.9 % de cenizas, 18.9 % de proteína, 1.9 % de grasa, 20.1 % de fibra y 51.3 % de E.L.N.. Estos valores fueron obtenidos antes de la extracción de taninos.

En el cuadro No. 2 se muestran los resultados obtenidos de contenido de paredes celulares de la vaina de huizache antes de extraérsele los taninos: Se obtuvo 54.4 % y 35.9 % de F.D.N. y F.D.A. respectivamente, mientras que el contenido celular para F.D.N. fue de un 45.6 % y de 64.1 % de contenido celular para F.D.A.

El cuadro No. 3 muestra el contenido de taninos que se encontró en la vaina de huizache. La formación de un precipitado durante la ebullición indicó la presencia de taninos de catecol y la coloración violeta indicó la presencia de taninos de pirogalol. Debido a estas dos reacciones se realizaron los análisis de Taninos y No. de Taninos de acuerdo a la Técnica de ALCA.

Los resultados obtenidos de la determinación cuantitativa de taninos en la vaina del huizache extraídos con metanol y acetona se muestran en el cuadro No. 4; se obtuvo 16.84 % y 15.09 % de solubles totales, 16.74 % y 17.48 % de extracto total, el número de taninos fue de 6.32 y 6.72 y de taninos fueron 8.76 % y 10.24 %, todos ellos determinados con metanol y acetona respectivamente.

En el cuadro No. 5 están representados los resultados obtenidos en el análisis bromatológico después de la extracción de taninos, estos fueron de 0.6 % de humedad, 2.4 % de cenizas, 13.8 % de proteína, 1.8 % de grasa, 22.3 % de fibra y 58.9 % de E.L.N.

Los resultados obtenidos de contenido celular después de la extracción de taninos se representan en el cuadro No. 6; se obtuvieron 39.5 % de F.D.N. y 44.2 de F.D.A., en tanto que el contenido celular para F.D.N. fue de 60.5 % y para F.D.A. fue de 55.8 %.

El cuadro No. 7 muestra los valores obtenidos de lignina antes y después de la extracción de taninos, los cuales fueron de 12.5 % y 10.5 % respectivamente.

Cuadro No. 1. Resultado porcentual del análisis Bromatológico de la Vaina de Huizache antes de la extracción de taninos.

| VAINA | VALORES % |
|------------------------------------|---------------------|
| HUMEDAD | 2.5 |
| CENIZAS | 1.9 |
| PROTEINA CRUDA | 18.9 |
| GRASA CRUDA | 1.9 |
| FIBRA CRUDA | 20.1 |
| EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO | 51.3 |

Cuadro No. 2. Contenido celular de FDN y FDA de la vaina de huizache, antes de la extracción de taninos.

| VAINA | VALORES % |
|--------------------------------------|---------------------|
| FDN (Fibra detergente neutra) | 54.4 |
| CONTENIDO CELULAR | 45.6 |
| FDA (Fibra detergente ácida) | 35.9 |
| CONTENIDO CELULAR | 64.1 |

Cuadro No. 3. Taninos. Solubilidad en agua fría y en agua caliente. (Barrientos, 1993)

| VAINA | VALORES % |
|---|----------------------------|
| Humedad | 16.2 |
| Extracto total | 23.5 |
| Solubles totales | 21.2 |
| Solubilidad en H₂O fría | 55.5 |
| Solubilidad en H₂O caliente | 62.4 |
| Reacción de coloración | Positiva |
| Tonalidad violeta | Positiva |
| Reacción de Stiasny | Negativa |
| pH | 4.3 |
| No. de taninos | Polvos de Piel 11.6 |
| Taninos | Polvos de Piel 11.8 |

Cuadro No. 4. Determinación cuantitativa de taninos en la vaina del huizache extraídos con metanol y acetona.

| | METANOL (%) | ACETONA (%) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| SOLUBLES TOTALES | 16.84 | 15.09 |
| EXTRACTO TOTAL | 16.74 | 17.48 |
| NUMERO DE TANINOS | 6.32 | 6.72 |
| TANINOS | 8.76 | 10.24 |

Cuadro No. 5. Determinación Bromatológica de la vaina del huizache después de la extracción de taninos.

| VAINA | VALORES (%) |
|------------------------------------|--------------------|
| HUMEDAD | 0.6 |
| CENIZAS | 2.4 |
| PROTEINA CRUDA | 13.8 |
| GRASA CRUDA | 1.8 |
| FIBRA CRUDA | 22.3 |
| EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO | 58.9 |

Cuadro No. 6. Obtención de FDN y FDA de la vaina de huizache.

| VAINA | VALORES (%) |
|--------------------------------|--------------------|
| FDN (PAREDES CELULARES) | 39.5 |
| CONTENIDO CELULAR | 60.5 |
| FDA | 44.2 |
| CONTENIDO CELULAR | 55.8 |

Cuadro No. 7. Obtención de lignina anterior a la extracción de taninos y posterior a la misma.

| LIGNINA | VALORES (%) |
|--|--------------------|
| Antes de la extracción de taninos | 12.5 |
| Después de la extracción de taninos | 10.5 |

Cuadro No. 8. Valores de glucósidos cianogénicos encontrados en la vaina de huizache.

| VAINA | VALORES |
|--------------------------------|----------------|
| Glucósidos cianogénicos | 2.9% |

DISCUSION.

Selección de la especie.

Se seleccionó la especie vegetal *Acacia farnesiana* L. Willd debido a que tiene gran disponibilidad.

Niembro (1986) indica que esta planta es abundante en gran parte del estado de Jalisco, produciendo un número considerable de vainas y cada una contiene de 6 - 8 semillas.

Localización.

En el lugar donde fue localizado este vegetal, se puede apreciar que es una especie abundante, sobre todo en zonas semiáridas, lo que indica que es una planta prolifera y con buena diseminación.

Análisis Químico Proximal.

El valor bromatológico en el huizache resultó satisfactorio en la vaina completa, ya que su contenido de proteína cruda es de 18.9 % comparable en la alfalfa que se tomó como testigo la cual tiene un valor de 39.8%. Este valor reportado en el huizache es semejante al de otras leguminosas utilizadas convencionalmente, como el frijol (22 %), cacahuate (26 %), haba (23 %) y el chícharo (25 %) citadas por Paredes, et al. (1983) y de las citadas por Sotelo (1981).

El guaje (*Leucaena leucocephala*) obtiene el más alto valor de proteína en 37.8 % con respecto al huizache de 18.9 %.

En humedad se encontró mayor cantidad en el guaje que en el huizache (2.5 %).

Debido al alto contenido de proteína cruda que presenta esta especie se sugiere realizar algunos otros análisis que nos den un panorama mayor de la utilización que puede tener el huizache como complemento alimenticio en una dieta para animales (bovinos, caprinos).

Seguidamente se reportan algunos análisis de aminoácidos que representa la calidad de la proteína en los cuáles el valor de la cisteína no fue detectado por lo que se presume se encuentra en muy poca cantidad.

Tabla No. 3. Aminoácidos presentes en la vaina de huizache (Barrientos, 1993).

| AMINOACIDOS | VALORES * |
|-----------------------|------------------|
| Acido aspártico (ASP) | 11.8 |
| Acido glutámico (GLU) | 11.9 |
| Serina (SER) | 9.6 |
| Glicina (GLI) | 9.3 |
| Histidina (HIS) | 2.3 |
| Arginina (ARG) | 4.8 |
| Treonina (TREC) | 4.6 |
| Alanina (ALA) | 8.6 |
| Prolina (PRO) | 8.1 |
| Tirosina (TIR) | 3.6 |
| Valina (VAL) | 7.0 |
| Metionina (MET) | 0.8 |
| Cisteína (CIS) | No detectado |
| Isoleucina (ILE) | 4.2 |
| Leucina (LEU) | 7.7 |
| Fenilalanina (FEN) | 2.9 |
| Lisina (LIS) | 1.9 |

* Gr. / 100 grs. de proteínas

Los cantidades reportados de aminoácidos señalan que el huizache en comparación de el mezquite tiene mayor contenido de aminoácidos.

Tabla No. 4. Contenido de aminoácidos esenciales presentes en el mezquite (g/100 grs. de proteína). (Barrientos, 1993).

| AMINOACIDOS | VALORES* |
|--------------------|----------|
| Metionina (MET) | 0.9 |
| Cisteína (CIS) | 0.6 |
| Lisina (LIS) | 2.9 |
| Isoleucina (ISOL) | 2.0 |
| Leucina (LEU) | 3.9 |
| Fenilalanina (FEN) | 2.3 |
| Valina (VAL) | 2.8 |
| Treonina (TREQ) | 2.1 |
| Triptófano (TRP) | 1.2 |

* Gr./100grs. de proteínas

La lisina en otras leguminosas tiene un valor de 4.4, en el caso del guamuchil (*Pithecellobium dulce*) y de 4.6 en la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), con respecto al huizache que se tiene 1.9, lo cual indica que este aminoácido es esencial en las leguminosas. Sotelo (1981) menciona que las leguminosas en general son deficientes en aminoácidos azufrados, como la cisteína y metionina, pero a su vez son ricas en lisina, por lo cual tienen que complementarse con las gramíneas ya que estas son ricas en cisteína y metionina pero no en lisina.

A pesar de tener un buen porcentaje de proteína cruda, es necesario darle un tratamiento de extracción tánico, para poderla incorporar a la alimentación animal, ya que estos limitan que el animal pueda digerir la planta completamente. Su contenido de fibra cruda es de 20.1 % con respecto al mezquite que tiene 28.3 %.

Maynard, et al. (1979) indica que los alimentos ricos en fibra son importantes para el buen funcionamiento del tracto digestivo de los monogástricos, al incrementarse los movimientos peristálticos y formar con ésta la eliminación de residuos alimenticios, disminuyendo problemas digestivos como diverticulitis y estreñimiento.

Debido al alto contenido de fibra que presenta puede ser considerado como un buen forraje, ya que el rango que tienen las leguminosas estudiadas por Sotelo (1981) indican que es del 17 % - 23 %. Los animales pueden ser capaces de aprovechar los alimentos fibrosos por poseer enzimas en el rumen y bacterias que degradan la celulosa y la hemicelulosa.

De las leguminosas que tienen mayor porcentaje de grasa son el cacahuate con 43 % y la soya con 18 % (Cubero, 1983).

Según Aykroyd (1964) la grasa de las leguminosas es rica en ácidos esenciales, por lo que se debe de realizar un análisis de este tipo de ácidos, como el oleico, linoleico y palmítico, para complementar este estudio.

Sotelo (1981), Cubero y Moreno (1983), reportan contenido de cenizas en el mezquite y guamúchil más altos que los encontrados en el huizache. Las cenizas tienen alto contenido de calcio, hierro y fósforo.

Referente a los valores obtenidos de pared celular (F.D.N. y F.D.A.) y contenido celular fue de 54.4 %, 35.9 %, 45.6 y 64.1 % respectivamente, debido a esto es posible cuantificar la cantidad de hemicelulosa y celulosa que contiene, ya que estos valores indican el contenido de nutrientes en las paredes celulares.

La cantidad de lignina obtenida se vió disminuida en un 16 % después del tratamiento para la extracción de taninos. Se obtuvo primeramente un 12.5 % de lignina en la vaina del huizache para quedar en un 10.5 %.

Según menciona Nocek (1988) 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.

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 por 1000 empresas, en gran parte por pequeños y medianas, que se concentran en las ciudades de León (55 %), el D.F. (25 %) y Guadalajara (15 %) (Ochoa, 1988).

Experimentalmente se obtuvo 10.24 % y 8.76 % de taninos cuando la extracción se realizó con acetona y metanol respectivamente y de 11.8 % con agua.

Según Hahn (1983), existen diversos factores para juzgar la idoneidad de una especie vegetal como fuente de taninos. Se considera que el contenido tánico debe ser alrededor de un 6 % o mayor para una extracción rentable. Otros autores consideran que dicho contenido debe ser mayor o igual a 10 %.

El efecto de los alimentos ricos en taninos bajan el metabolismo ruminal, en general se ha comprobado que una proporción de estos compuestos influencia el rumen, además de que causan cambios degenerativos sobre el hígado, riñón e intestino.

Según Tejeda 1980, determinó que una especie vegetal que tiene un valor de 5% a 7% de glucósidos cianogénicos puede ser considerado como un vegetal que necesita un tratamiento de extracción de éstos glucósidos, para que el rumiante pueda aprovecharla. La cantidad encontrada en esta investigación, fué de 2.9% (cuadro No. 8) lo cual nos demuestra que no existe interferencia sobre el aprovechamiento de ésta especie.

CONCLUSIONES.

- 1.- La Vaina del huizache, contiene un 13.8% de proteína, comparable al valor encontrado en otras leguminosas. Con dicho porcentaje, puede ser considerado como un recurso potencial que cumple con los requerimientos nutricionales de los rumiantes.
- 2.- La cantidad de fibra obtenida antes del tratamiento de extracción taninos, se vió incrementado en un 5% después de la extracción de estos. Este resultado es importante debido a que con esta cantidad de fibra se ayuda al buen funcionamiento del tracto digestivo, al incrementarse los movimientos peristálticos y favorece la eliminación de residuos alimenticios, disminuyendo problemas digestivos.
- 3.- La cantidad de taninos obtenidos de la vaina de huizache indican que esta especie tiene potencial como recurso importante en la industria de la curtiduría. Se obtuvieron porcentajes de 10.24%, 8.76% y 11.8% extraído con acetona, metanol y agua respectivamente, valores que son mayores a los encontrados en otras leguminosas forrajeras.
- 4.- Estudios anteriores en digestibilidad demuestran que el total de proteína cruda encontrada en el fruto del huizache es de 71.2% y un 70.85% después de la extracción de nutrientes digestibles (TND) lo que indica que es una especie de un alto valor nutricional.
- 5.- La lignina encontrada en la vaina del huizache disminuyó en un 16.0% después de la extracción de taninos, pasando de contener un 12.5% a 10.5%. El porcentaje obtenido responde al grado de madurez en que fue colectada la

planta, y con dicha disminución de lignina permite que la digestibilidad se incremente.

- 6.- De acuerdo al valor encontrado de glucósidos cianogénicos, se puede determinar que no es representativo para considerarlo como un factor que interfiere en la calidad nutricional del huizache.
- 7.- En base a los componentes nutricionales que se encontraron en el huizache, se concluye que esta especie vegetal puede ser considerado como una importante opción complementaria en la dieta de los rumiantes.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Amrik, S.V. 1986 "Ocurrence and nutricional significance of tannins present in inconventional feeds in India.: Anim, Research and Dev. 24: 7 - 21.
- 2.- Ann, E. Haagerman and Larry G. Buttler; Kimar; Singh, R; M.J. Agaric food Chem. 1980. "Condensed tannin purification and American Chemical Society". p. 1428 -1432.
- 3.- A.O.A.C. 1980. "Official methods of analysis of the Association of official analytical chemist". 13 st. Ed. Washington. U.S.A.
- 4.- Arellano, J. "Etnobotánica de Leguminosas: notas sobre algunas de las especies utilizadas en la alimentación en México". Anales del Inst. de Biol. UNAM, 57 (1986) Ser. Bot. (No. único, 123-142). México, D.F.
- 5.- Association of agricultural chemist. 1980. "Oficial Methods of analysis of the Association of Analytical Chemist". 13 th. Ed. Washington, D.C.
- 6.- Aykroy, W.R. and Douhty J. 1964. "Las leguminosas en la alimentación humana". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma, Italia.
- 7.- Barrientos, L. 1993. " Características y potencial de la semilla y cáscara de huizache *Acacia farnesiana* (L) Willd como fuente de taninos y forraje en el Estado de Jalisco." Tesis de Posgrado, Maestro en Ciencias en Nutrición Animal. Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco, México.

- 8.- Bravo, B.L.; Saura-Calixto. 1992. "Effects of dietary fiber and tannins from apple on the composition of faeces in rats". *British J. of Nutr.* 67: 463-473.
- 9.- 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.
- 10.- Cruz, R. 1988. "Aprovechamiento actual y perspectivas de uso potencial de la *Acacia pennatula* (Schlecht y Cham)". p. 62-65. Tesis de Licenciatura, Chapingo, México, D.F.
- 11.- Cubero, J.I.; Moreno, M.T. " Leguminosas de Grano".1983. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- 12.- Charley, H. 1989. "Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos". *Tecnología de alimentos.* Ed. Limusa. México, D.F.
- 13.- Cházaro B.M. 1977. "El Huizache *Acacia pennatula* (Schlecht y Cham) Benth. "Una invasora del centro de Veracruz". *Biótica*, 2(3): 1-18.
- 14.- 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.
- 15.- Flores, M.J. 1983. "Bromatología animal". Ed. Limusa. 3era. edición. México, D.F.
- 16.- Girál, S. 1991. "Composition and toxic factors content in 14 leguminous seeds". *Biochem, Physiol.* 16: 143-149.
- 17.- Gnamn, H. 1949. "Die gerbstaffe und bergmittel". Verlag. G. M. B. H. Stuttgart. p. 81-85.

- 18.- Gómez L., Signoret J.P., Abuíñ M. 1970. "Mezquites y huizaches". Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. p. 149-166. 1a. edición.
- 19.- Hernández, R.S. 1981. "Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje". *Ciencia forestal*. 6(29): 31-39.
- 20.- Hernández X. E. 1947. "Los frijoles y otras leguminosas cultivadas en Chiapas". *Bol. Soc. Bot. México*. 5:4-6.
- 21.- 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.
- 22.- Juscafresa, B. 1980. "Forrajes fertilizantes y valor nutritivo" 2da. edición. Ed. AEDOS. Zaragoza, España.
- 23.- Martínez M. 1987. "Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas". Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. p. 260-301. 1a. edición.
- 24.- Martínez A. Shimada A.S. 1984. "Tratamiento químico del rastrojo de maíz y efecto sobre su valor nutritivo para rumiantes". Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, 2a. Reunión de Investigaciones pecuarias en México, D.F. p. 79-95.
- 25.- Maynard, L.A.; Loosli, J.K. and Loosli, H.F. 1979. "Nutrición animal" Impreso en México. Ed. Mcgraw-Hill de México. México, D.F.
- 26.- McVaugh R. 1985. "Flora Novogaliciana, Leguminosae". University of Michigan, Vol. 5 p. 118-143. 2a. edición.

- 27.- Niembro R.A. 1986. "Arboles y arbustos útiles de México". Ed. Limusa, México, D.F. p. 26-27 1a. edición.
- 28.- 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.
- 29.- Paredes, L.O.; Ordorica, C.; Guevara, L. y Covarrubias, A. "Las proteínas vegetales: presente y futuro en la alimentación". En *Prospectivas de la Biotecnología en México*. CONACyT. Pag. 331-349.
- 30.- Rodríguez, M.R. 1992. "Composición bromatológica de *Lupinus exaltatus* Zucc. para su utilización como un cultivo alternativo de alto valor proteico". Tesis prof. Fac. Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- 31.- Ruiz-Oronoz M. 1983. "Tratado elemental de Botánica". Ed. CECSA. México, D.F. 3a. edición.
- 32.- Rungvangsek, K.; Tookhowong, P.; Panijpan, B. and S.L. Vimokesant. 1985. "Chemical interactions between thiamin and tannic acid. I. Kinetics oxygen dependence and inhibition by ascorbic acid (1,3). *The American Journal of Clinical Nutrition*". p. 1680 - 1685.
- 33.- Rzedowski J. 1985. "Flora fanerogámica del Valle de México". México, D.F. 2a edición.
- 34.- Seigler, D.S.; Seicheimer, S.; Keesy, J. and Huang, H.F. 1986. "Tannins from four *Acacia* species of Texas and Northeastern Mexico". *Economic Botany*. 40(2). p. 220 -232. New York.
- 35.- Shimada, A. 1983. "Fundamentos de nutrición animal comparativa". 1era. edición. México, D.F.

- 36.- Sotelo A. 1981. "Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para la alimentación del futuro". *Información Científica y Tecnológica*. 3(54): 28-32.
- 37.- Tejeda H.I. 1985. "Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal". 1a. reimpresión. Ed. P.A.I.E.P.E.M. México, D.F.
- 38.- Toledo V.M. 1988. "La riqueza biológica de México". *Ciencia y Desarrollo*. 14(81): 17-31.