

34
2eje.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



CARACTERIZACION DE LA GUACIMA (Guazuma ulmifolia Lam) COMO RECURSO POTENCIAL EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

GILBERTO CASTRO LEYVA

Asesores: Dra. María Esther Ortega Cerrilla
QFB. María Elena Carranco Jauregui
Dr. Fernando Pérez-Gil Romo

México, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CARACTERIZACION DE LA GUACIMA (Guazuma ulmifolia Lam) COMO
RECURSO POTENCIAL EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES.

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

por

GILBERTO CASTRO LEYVA

Asesores: Dra. María Esther Ortega Cerrilla
QFB. María Elena Carranco Jauregui
Dr. Fernando Pérez-Gil Romo
México, D.F.

1994

DEDICATORIA

Por mi país y
para mi gente de
PINOTEPA DE DON LUIS, OAXACA.

A mis padres Gilberto Castro Coronel y Evelia Leyva de Castro, por haberme sabido encausar por el camino del provecho.

A mis tíos Eva Leyva, el Ing. Ismael Castro y Esposa, por su paciencia y apoyo incondicional demostrados.

A mis hermanos: Mauricio, Evelia, Jaime, Antonio, Beatríz, Enrique, Bonfilia y Artemio.

A mis profesores y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

El autor desea expresar su sincera gratitud a todas aquellas personas que colaboraron de alguna manera para que éste trabajo se realizara. a mis asesores, sinodales, compañeros del Departamento Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, a los profesores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. y a los amigos el MVZ David Reyes, el profesor Antonio Montaña y el Lic. Rolando Cruz Santaella.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	4
MATERIAL Y METODOS.....	37
RESULTADOS.....	41
DISCUSION.....	46
LITERATURA CITADA.....	54
CUADROS.....	64

RESUMEN

CASTRO LEYVA GILBERTO. Caracterización de la Guácima (Guazuma Ulmifolia Lam) como recurso potencial en la alimentación de rumiantes. (Bajo la dirección de María Esther Ortega Cerrilla, María Elena Carranco Jauregui y Fernando Pérez-Gil Romo).

Una de las principales limitantes para que la producción ganadera en el trópico seco es la carencia de forrajes de buena calidad en la temporada seca. Existen algunas alternativas como el ensilado de forrajes y la henificación para la conservación de éstos, pero otra forma de conseguir forraje en ésta época crítica, es la explotación de árboles y arbustos nativos que no han sido estudiados y es necesario conocer sus características nutritivas. El objetivo de esta investigación fue determinar el valor nutritivo de la Guácima (Guazuma ulmifolia Lam), así como la presencia de factores tóxicos que puedan afectar su consumo. Se estudiaron por separado cada una de sus partes: hojas, hojas con tallos, frutos y tallos, a las cuales se les realizó el análisis químico proximal, fracciones de fibra (fibra neutro detergente, FND; fibra ácido detergente FAD; hemicelulosa; celulosa; lignina), minerales (Ca, P, Na, Mg, K, Fe, Cu y Zn), factores antinutricios (taninos, saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides y hemaglutininas), energía bruta y digestibilidad. Los resultados obtenidos fueron las siguientes: Hojas MS 74.72%,

cenizas 11.65%, fibra cruda (FC) 25.77%, proteína cruda (PC) 16.46%, extracto etéreo (EE) 4.44%, extracto libre de nitrógeno (ELN) 41.67%, FND 58.18%, FAD 39.61%, lignina 16.91%, celulosa 22.69%, hemicelulosa 18.57%. Minerales: Ca .107%, P .263%, Na .00006%, Mg .0137%, K .0006%, Fe .139%, Cu 32.80 ppm, Zn .95 ppm. Factores antinutricios: taninos .145 mg/g, siendo negativo a la presencia de saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides y hemaglutininas. El valor de energía bruta fue de 4.04 Kcal/g y la digestibilidad in vitro de 56.00%. Hojas con tallos: MS 61.46%, cenizas 13.56%, FC 45.14%, PC 14.46%, EE 3.37%, ELN 23.46%, FND 59.75%, FAD 47.89%, lignina 19.18%, celulosa 28.70%, hemicelulosa 11.86%. Minerales: Ca .081%, P .261%, Na .00004%, Mg .0166%, K .0005%, Fe .131%, Cu 28.05 ppm, Zn .26 ppm. Factores antinutricios: taninos .115 mg/g, no se encontraron saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides o hemaglutininas. Energía bruta 3.59 Kcal/g y digestibilidad in vitro 54.84%. Frutos: MS 83.96%, cenizas 15.88%, FC 49.91%, PC 8.01%, EE 2.57%, ELN 23.62%, FND 79.73%, FAD 71.49%, lignina 25.57%, celulosa 45.92 %, hemicelulosa 8.24%. Minerales: Ca .030%, P .258%, Na .0001%, Mg .0105%, K .0001%, Fe .017%, Cu 14.41 ppm, Zn 1.40 ppm. No se encontró la presencia de ninguno de los factores antinutricios analizados. Energía bruta 3.37 Kcal/g y digestibilidad in vitro 25.69%. Tallos: MS 96.25%, cenizas 8.38%, FC 49.21%, PC 10.24%, EE 1.84%, ELN 30.31%, FND 67.80%, FAD 67.64%, lignina 23.24%, celulosa 44.40 %, hemicelulosa 0.16%. Minerales Ca .060%, P .257%, Na .00006%, Mg .0149%, K .0006%, Fe .125%, Cu 32.70 ppm.

Zn .70 ppm. Factores antinutricios: taninos .087 mg/g. no se encontraron saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides o hemaglutininas. Energía bruta 2.82 Kcal/g. digestibilidad in vitro 41.12%. En base a los resultados encontrados se concluye que la Guácima (Guazuma ulmifolia Lam.) por su valor nutritivo y su disponibilidad en el trópico seco, puede considerarse como un recurso potencial forrajero que puede ser utilizado como parte del alimento que consumen los rumiantes, por su aporte de proteína y energía, lo cual se traduciría en un aumento de la producción cárnica y lechera en estas zonas.

1. INTRODUCCION.

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos, que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad (56).

La alimentación es uno de los aspectos que se enmarcan en la riqueza sociocultural de las comunidades humanas, que no debe desligarse de las peculiaridades históricas de un pueblo, de ahí la importancia de conocer como ha sido la alimentación a través de nuestra historia (72).

I.I LA ALIMENTACION EN LAS CULTURAS ANTIGUAS DE MEXICO

Es poco lo que se sabe sobre lo que comían los hombres al momento de su llegada a América y concretamente al territorio de lo que hoy es México (72).

A raíz de las excavaciones arqueológicas en restos de los campamentos de los primeros habitantes americanos, se piensa que estos hombres dominaban el fuego y lo usaban para calentarse y preparar sus alimentos. Seguramente eran cazadores y recolectores de diversas especies de animales y vegetales del nuevo mundo (84).

En cuanto a la alimentación de productos de origen animal, se tienen datos sobre la domesticación de dos especies, el perro y el guajolote, pero ésto no significa de ninguna manera que hallan sido los únicos animales consumidos.

Se cuenta con información sobre la cacería de venados, tlacuaches, armadillos, conejos, tuzas y muchos más. En los

lugares donde abundaba el agua, debe de haber ocupado un lugar destacado el consumo de aves acuáticas, peces y otros animales tales como los ajolotes, ranas, tortugas y otros. En la costa la explotación de productos del mar fue muy completa. Se tiene la idea que su dieta diaria, consistió de animales como la tuza, ratones, guajolotes, aves migratorias y multitud de plantas que se obtenían con facilidad (72).

Existen hipótesis de que los pueblos antiguos mexicanos no sufrieron hambres, ya que es indudable que un pueblo con desnutrición generalizada no hubiera podido crear las grandes civilizaciones que se dieron en nuestro país. La construcción de grandes ciudades como Tula, Teotihuacan o Tenochtitlan no fueron fruto de pueblos hambrientos (72).

1.2 PROBLEMATICA ALIMENTARIA DE MEXICO

La problemática alimentaria, ha sido una preocupación prioritaria a lo largo de la historia de México. En los últimos años, ante el elevado índice poblacional se ha agudizado en forma inquietante, hasta el grado de constituir la amenaza de una total dependencia del país de otros más desarrollados (84).

A partir de 1980 aumentó la inversión pública federal aplicada al fomento industrial, hasta llegar a ser tres veces mayor que la dedicada al fomento agropecuario; esto puede ser interpretado como que a las autoridades, les ha parecido que el mejor camino para el desarrollo es la industrialización, sin tomar en cuenta que un país que no es autosuficiente en alimentos

aumenta su dependencia de los mercados exteriores, en razón directa con el crecimiento de su déficit (72).

El espectacular crecimiento de la población inicialmente no fué considerado problema alguno, sin embargo debido a la dificultad de poder lograr los satisfactores básicos, para la población que crecía más rápido que cualquiera de los servicios requeridos más elementales como la alimentación, salud, empleo vivienda etc. comenzó a ser tema de preocupación pública (73).

En un estudio sobre la magnitud del problema nutricional en México, realizado por el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (72), se ha manifestado que el 30% de la población del país se encuentra a un nivel de subsistencia y un 50% más no dispone de recursos económicos, sociales y culturales para consumir una dieta adecuada, presentándose con mayor gravedad en las comunidades rurales y en los cinturones de miseria de las grandes ciudades.

La mitad de la población mexicana enfrenta algún grado de desnutrición. De hecho, el 20% de los niños nacen ya desnutridos. El déficit de calorías es de 25% y se registra una deficiencia de casi 15% en el consumo de proteínas, cifra que se incrementa en el ámbito rural (84).

La prevalencia de la desnutrición está relacionada con las zonas geográficas del país, siendo la más afectada el sureste que comprende a los estados de Oaxaca, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, además de Guerrero donde alcanza el 85%, mientras que en las entidades federativas localizadas en el norte del

país, existe un 50% menos de la población con deficiencias nutricionales en relación al sureste (84).

Las regiones que generalmente se caracterizan por sus altos índices de marginación, como el sureste, han empeorado su situación de desnutrición en los últimos 10 años (84).

En la encuesta que realizó a nivel nacional la Secretaría de Salud en 1988, se manifiesta que en promedio 2.6 millones de niños menores de 5 años de edad tienen algún grado de desnutrición, cifra que representa el 30% de la población. Según los indicadores de talla-edad los tipos de desnutrición más localizados fueron el de "aguda" y el de "alto riesgo" que interrumpían el estado normal de salud de niños menores de 5 años de edad (84).

En otros estudios se hace mención que los habitantes de zonas rurales y periferias de zonas urbanas, consumen dietas deficientes en vitamina A, riboflavina y proteínas, principalmente de origen animal (84).

Es de todos conocido, la preocupación por utilizar racional y adecuadamente nuestros recursos naturales, ya que el deterioro que de algunos de ellos se ha hecho es irreversible, el agotamiento de otros es lamentable y se sabe que existen varias especies animales y vegetales útiles al hombre en peligro de extinción, ésto es sin duda un gran reto que debemos afrontar (72).

1.3 LA GANADERIA EN MEXICO

El bovino fue domesticado y utilizado por el hombre desde mucho antes de las épocas registradas por la historia. En los vestigios de las civilizaciones que se desarrollaron en torno al mar mediterráneo 3.000 años A.C., existen dibujos de hombres ordeñando vacas (43).

En América no existía ganado vacuno, fue Cristóbal Colón y sus acompañantes, en su segundo viaje (1493), quienes introdujeron este ganado al continente. Hasta mediados del siglo XIX, la mayor parte de las importaciones fué de ganado no especializado. Estos animales fueron establecidos en los núcleos de población asentados a lo largo de las costas o en las cercanías de las mismas. Desde esos tiempos se inició el desarrollo de la ganadería, la cual ha ido evolucionando hasta nuestros días (43).

Como país ganadero, en lo que a población ganadera se refiere, México se encuentra dentro de los diez primeros del mundo. Sin embargo, debido a que a nivel nacional la ganadería enfrenta grandes problemas derivados de la deficiente nutrición, de la sobrepoblación del ganado en algunas áreas y al bajo índice de tecnología en la mayoría de las explotaciones pecuarias, su eficiencia productiva es baja (38).

La tecnología ganadera aplicada actualmente en México, no es la adecuada en la mayoría de los casos, a las condiciones de explotación de nuestro país, ha sido generada en países altamente

desarrollados, con características diferentes al nuestro y después importada e implantada aquí. Esto hace necesario que los recursos disponibles de cada región se utilicen apropiadamente, para lograr un adecuado desarrollo de la ganadería en las diversas zonas del país. Debemos de aprovechar la ventaja de que las pasturas y otros forrajes (alimentos que no se adaptan al consumo humano), representan la principal fuente de alimento para el ganado, especialmente para los rumiantes. Las características de su aparato digestivo, les permite consumir forrajes y por medio de los microorganismos ruminales, convertir esos alimentos no comestibles para el ser humano, en proteína de alta calidad como son la carne y la leche (32,56).

1.4 CARACTERISTICAS DEL APARATO DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES

La anatomía y fisiología del aparato digestivo del rumiante presenta ciertas características distintivas de otras especies.

La diferencia fundamental entre los rumiantes y los no rumiantes, lo constituye el aparato digestivo. En los rumiantes (poligástricos), dicho sistema consta de cuatro compartimientos principales que son: rumen (panza o herbario), retículo (panal, bonete o redcilla), omaso (libro, librillo o salteiro) y el abomaso (cuajar, cuajo o estómago glandular).

Además los rumiantes poseen otras peculiaridades importantes, como es la capacidad de volver a masticar el alimento ya ingerido y también la de retener durante más tiempo los alimentos fibrosos y voluminosos (que forman gran proporción

de su dieta), mientras éstos sufren una serie de modificaciones físicas y químicas durante un proceso llamado fermentación ruminal, que se realiza en el rumen y retículo mediante una acción motora, en donde a través de la acción de enzimas bacterianas, de hongos y protozoarios, el alimento es fraccionado de partículas de mayor tamaño a fragmentos más pequeños, con la finalidad de que se degraden carbohidratos complejos como la celulosa y hemicelulosa, produciendo ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) principalmente, además de otros compuestos que son absorbidos por la lámina epitelial del rumen, retículo y abomaso (Cuadro 1) (1,16,25,46,76,77,79).

CUADRO 1

CLASIFICACION DE LAS BACTERIAS DE ACUERDO
AL SUSTRATO QUE UTILIZAN

GRUPO	CARACTERISTICA FUNCIONAL	PRODUCTOS FINALES
Celulolíticas	Fermentación de celulosa	Acidos grasos volátiles, alta proporción de acético
Amilolíticas	Fermentación de almidón	Acidos grasos volátiles, alta proporción de propiónico
Sacarolíticas	Fermentación de sacarosa	Acidos grasos volátiles, alta proporción de butírico
Lactilíticas	Fermentación de ácido láctico	Acidos grasos volátiles, alta proporción de propiónico
Lipolíticas	Fermentación de grasas	Acidos grasos libres
Proteolíticas	Fermentación de proteínas	Aminoácidos + N-amoniacal
Metanógenas	Fermentación de CH ₄	CH ₄
Ureolíticas	Hidrólisis de urea	N-amoniacal

Church, 1969.

1.5 PROTEINAS

1.5.1 PAPEL BIOLÓGICO DE LAS PROTEINAS

La mayor importancia de las proteínas de los alimentos reside en su función como material constitutivo de los tejidos blandos del organismo, pero al mismo tiempo sirven también como fuente de energía. Son necesarias además para la formación de enzimas, hormonas y hemoglobina (pigmento rojo de la sangre), no debe olvidarse que participan asimismo en la regulación del metabolismo hídrico y del pH de los distintos tejidos y desempeñan un papel decisivo en los procesos relacionados con la inmunidad, es decir, la capacidad de resistencia contra las enfermedades infecciosas (9).

1.5.2 VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEINAS

El valor biológico de las proteínas depende de su contenido de aminoácidos esenciales y de su digestibilidad.

Los aminoácidos esenciales son aquellos que no se pueden sintetizar en el organismo en la proporción que se requiere para un crecimiento normal, éstos son: treonina, arginina, valina, histidina, leucina, fenilalanina, isoleucina, triptofano, lisina y metionina.

En general las mejores proteínas son las animales, que se han tomado como proteínas de referencia por su alto valor nutritivo. Varios estudios han demostrado, que los requerimientos

de aminoácidos esenciales disminuyen al aumentar la edad del individuo (9,10,56,63).

1.5.3 NECESIDADES DE PROTEINA

En el hombre es necesaria la ingestión de un mínimo protéico que se valora entre 2 g/kg de peso de proteína cruda/día (63).

Las necesidades de los niños son considerablemente mayores por hallarse éstos en crecimiento, así los lactantes requieren aproximadamente 3.5 g/kg de peso, los niños de 7 a 12 años 2.5 g/kg de peso y los de 13 a 15 2.5 g/kg de peso, para el aprovechamiento de los aminoácidos esenciales o indispensables (63)

1.5.4 LA LECHE COMO FUENTE DE PROTEINA ANIMAL

La leche desde el punto de vista fisicoquímico está compuesta por: minerales, vitaminas hidrosolubles, azúcares y gases en solución, algunas vitaminas y grasas en emulsión, proteínas, además de enzimas en suspensión coloidal, (Cuadro 2).

De acuerdo con el reglamento de la Ley General de Salud para el control sanitario de la leche, define a la leche para consumo humano, como la secreción natural de la glándula mamaria de vacas sanas y bien alimentadas, excluyendo el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después del mismo o cuando tenga calostro (1,8,75).

1.5.5 VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE

Teniendo en cuenta que los principales requerimientos para el sustento del cuerpo humano, son el agua, las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas, los minerales y las vitaminas, el valor nutritivo de la leche así como el de cualquier otro alimento, depende del contenido de éstos constituyentes así como de su aportación para cubrir las necesidades diarias de un individuo (20).

CUADRO 2

COMPONENTES DE LA LECHE Y APORTES EN UN LITRO PARA UN ADULTO NORMAL MEDIO EN COMPARACION CON LAS NECESIDADES DIARIAS.

Necesidades nutritivas diarias		Propiedades nutritivas que proporciona un litro de leche	
NUTRIMENTO	CANTIDAD	CANTIDAD	%
Calorías	3000 cal	670 cal	22.0
Proteínas	87 g	34 g	39.0
Calcio	0.8 g	1.15 g	143.7
Vitamina A	5000 UI	1500 UI	30.0
Tiamina B1	1.2 mg	0.33 mg	27.5
Riboflavina B2	1.8 mg	1.65 mg	91.6
Ac Ascórbico C	20.0 mg	14.0 mg	70.0
Niacina B3	12.0 mg	0.85 mg	7.0

Comité de la British Medical Association .1991.

1.5.6 LA CARNE COMO FUENTE DE PROTEINA ANIMAL

La carne al igual que la leche es uno de los alimentos que nos aporta una gran cantidad de nutrimentos requeridos en nuestra dieta diaria para mantener un metabolismo adecuado (63).

La baja ingestión de proteínas de origen animal, ha conducido a la población mexicana a una adaptación biológica, que caracteriza al mexicano por su baja estatura, su peso inferior y probablemente reducción de la capacidad psíquica y física, asimismo de la capacidad para defenderse de las agresiones ambientales (13).

La adquisición de productos de origen animal, tiene como limitante su alto costo para personas cuyo poder adquisitivo es bajo y en las que se presenta una economía de subsistencia, como ocurre con un gran número de habitantes de México (63).

1.6 POTENCIAL ALIMENTARIO DE MEXICO

El problema alimentario en México, a lo largo de su historia, nunca ha tenido entre sus causas la falta de recursos naturales para producir la suficiente comida. En efecto, tal vez no haya otro país en el orbe, que posea la cantidad de recursos alimentarios, que tenga una considerable producción per cápita anual de alimentos y al mismo tiempo presente índices de hambre y desnutrición tan elevados (73).

No obstante la gran cantidad de alimentos que produce el país, la nación cuenta con más tierras susceptibles de cultivarse y que se encuentran por diversos motivos "ociosas", cuyo

aprovechamiento traería por lo menos la suficiencia alimentaria de productos básicos (73).

Roldán (73), menciona que la ganadería en México, representa sin duda uno de los aspectos que mayormente han incidido en la conformación y agravamiento del problema alimentario nacional. Esto se debe a que la industria ganadera utiliza grandes superficies entre pastos naturales y pastos mejorados, además de un considerable porcentaje de granos básicos (30%).

Por lo tanto debemos obtener de un modo económico, el máximo provecho de los animales que explotamos, por lo que es necesario alimentarlos eficientemente, para lograr el mayor aprovechamiento de los mismos.

Dentro de este contexto, los alimentos no tradicionales y los nuevos enfoques de producción, mediante sistemas integrales, ofrecen una alternativa con gran potencial para solventar esta problemática en México (36,39,66).

1.7 UTILIZACION DE PLANTAS NO TRADICIONALES PARA LA PRODUCCION DE PROTEINA ANIMAL

En el mundo existen una gran variedad de plantas comestibles que ofrecen enormes posibilidades alimentarias, pero a cuya investigación no se destinan los fondos necesarios, ni son reconocidas por la comunidad agrícola porque se les mantiene en el ostracismo por su condición de "plantas pobres" (12).

Shimada (76), señala que la tendencia futura en la alimentación de los ruminantes será utilizar las características

de la especie, es decir, el consumo y aprovechamiento de subproductos agroindustriales (bagazos, pulpas, etc), desperdicios o desechos pecuarios (estiércol, huesos, plumas, etc.) y alimentos fibrosos como esquilmos agrícolas (pajas, rastrojos, plantas no tradicionales, etc.).

Por otra parte, es necesario investigar nuevos alimentos, además de las mejores y más costeables formas de producirlos (66).

En las zonas tropicales de América Latina, los rumiantes obtienen del 90 al 100% de sus nutrimentos a partir de forrajes, para la producción de leche y carne (50).

En México, como ya se mencionó, existen un gran número de recursos naturales que no son aprovechados o que su aprovechamiento es limitado y que es necesario estudiarlos para lograr un mayor uso de éstos en la alimentación animal, con lo cual se podría reducir el costo de algunos productos de origen animal (13).

Nuestro país es una entidad doblemente privilegiada con sus más de veinte mil especies de plantas vasculares (existen más especies de plantas en México que en Canadá y Estados Unidos juntos), además de que es uno de los lugares donde el conocimiento empírico y la utilización práctica de las plantas alcanza mayores niveles (12).

Existe la urgente necesidad de lograr un manejo adecuado de los recursos disponibles en el país mediante la diversificación de los forrajes, la introducción de toda gama de gramíneas y

leguminosas, además de utilizar las especies nativas de los matorrales del país como potencial forrajero (6.12.56). Sin embargo, para lograr un óptimo aprovechamiento de estas especies nativas, es necesario conocer su valor nutritivo, así como los compuestos tóxicos que puedan contener.

1.8 CONSTITUYENTES TOXICOS DE ORIGEN VEGETAL

Las plantas son una importante fuente de vitaminas, minerales y proteínas entre otros componentes. Sin embargo, gran cantidad de plantas tienen la capacidad de sintetizar una amplia variedad de sustancias químicas, que pueden provocar un efecto dañino cuando son ingeridas por el hombre o por los animales (55).

Existen algunas especies dañinas que al competir con las plantas cultivadas, pueden causar perjuicios a la ganadería, ya que al ser consumidas por el ganado, pueden contener elementos tóxicos (86), sustancias que bajo ciertas condiciones pueden afectar el metabolismo animal y producir efectos adversos (15).

Algunos efectos que pueden presentarse son: mortalidad, reducción en la producción de carne, disminución y/o mal sabor de la leche en los rumiantes, además de presentar efectos residuales. En las intoxicaciones crónicas se presentan alteraciones tales como mutaciones, cáncer y defectos neurológicos e inmunológicos (15).

También se pueden presentar efectos económicos debido a la disminución en la producción y a que la presencia de los

compuestos tóxicos, hace necesario el uso de técnicas costosas para eliminar los efectos residuales en los alimentos (55).

Entre los tóxicos más comunes que pueden contener los alimentos vegetales, se encuentran los glucósidos cianogénicos, alcaloides, taninos, saponinas y hemaglutininas, entre otros (85).

1.8.1 GLUCOSIDOS CIANOGENICOS

Los glucósidos cianogénicos son sustancias químicas complejas, que se desintegran durante la fermentación o al ser tratados con ácidos minerales diluidos, dando lugar a un azúcar y a otros compuestos venenosos. La mayor parte de las plantas que contienen glucósidos elaboran asimismo los fermentos o enzimas necesarios para la descomposición de éstos (35).

Por lo menos se sabe que 21 glucósidos se distribuyen en 250 plantas en forma excesiva y que 1,000 especies más los contienen (15).

Los glucósidos de mayor importancia en la nutrición animal son los siguientes :

a) Diurrinas - Se encuentran en las distintas especies de sorgo para grano y sorgo forrajero.

b) Cinamarina - Este compuesto se halla en el trébol blanco, lino (linaza), mandioca y algunos frijoles.

Los glucósidos más peligrosos producen al descomponerse ácido prúsico (ácido hidrocianico) y reciben el nombre de

glucósidos cianogénicos (15,35).

El ácido hidrocianico es liberado de los glucósidos cianogénicos por acción enzimática, que ocurre cuando la planta se ingiere y es masticada por el animal, a este fenómeno se le conoce como cianogénesis.

La cantidad de agua o sustancias acuosas del rumen determinan la cantidad de ácido hidrocianico liberado, de ahí que muchos animales puedan encontrarse muertos cerca de abrevaderos o acequias, ya que con mayor cantidad de humedad en el rumen se libera mayor cantidad de ácido hidrocianico (81).

La dosis letal en humanos va de 0.3 a 1.5 mg/kg de peso corporal. En ganado bien alimentado puede llegar a tener una tolerancia de 50 mg/kg por día. En el caso de animales mal alimentados, éstos pueden llegar a morir con dosis mucho menores a las mencionadas anteriormente (57).

Una vez que es absorbido el ácido hidrocianico, el ión cianuro produce anoxia aguda del sistema nervioso central por inactivación del sistema enzimático citocromo oxidasa, necesario para la respiración tisular y entorpece la liberación del oxígeno de los glóbulos rojos a los tejidos. Los animales intoxicados severamente mueren de asfixia a nivel celular, ya que no existe interferencia con la inhalación, con la absorción de oxígeno de los pulmones o con el transporte de éste elemento por los eritrocitos. Simplemente el oxígeno fluye a través de la sangre por todo el cuerpo pero en forma inaccesible para los tejidos, a este fenómeno se le conoce como anoxia tisular (35).

Cualquier animal de granja puede intoxicarse, aunque los rumiantes son más susceptibles debido a la descomposición de los alimentos que se lleva a cabo en el rumen-retículo con la ayuda de los microorganismos ahí presentes (81).

Los síntomas de envenenamiento por ácido hidrocianico incluyen debilidad progresiva y tropiezos. En muchas ocasiones los animales jadean con desesperación tratando inútilmente de oxigenar sus tejidos, muchos presentan convulsiones o bien caen muertos, en los rumiantes puede presentarse timpanismo (15).

Al absorberse en cantidades tóxicas el ácido hidrocianico provoca la muerte del animal en un lapso que puede durar desde pocos minutos a una hora (81).

El tratamiento para esta intoxicación se lleva a cabo inoculando nitrito de sodio o tiosulfato de sodio por vía endovenosa. La dosis recomendada es de 150 a 250 ml, para inactivar el HCN absorbido.

Una preparación típica contiene 1.2% de nitrito de sodio y 7.4% de tiosulfato de sodio. El tiosulfato de sodio se puede usar por medio de una sonda gástrica para inactivar el HCN antes de que sea liberado en el rumen en una cantidad letal (35,81).

1.8.2 ALCALOIDES

Los alcaloides son bases nitrogenadas que se presentan en los vegetales en formas orgánicas. Se distribuyen extensamente en el reino vegetal. Se ha calculado que de 15-20% de las plantas vasculares contienen alcaloides. Estos están frecuentemente en

los órganos de crecimiento. Una sola planta puede contener varios alcaloides al mismo tiempo, predominando alguno (15).

En 1803 Derosne (citado por Moreau, 1985), extrajo por primera vez un alcaloide, la morfina del opio, desde entonces son numerosos los alcaloides que se han obtenido hasta la fecha (61).

El papel que juegan dentro de los tejidos casi no se conoce. Algunos de ellos sirven para rechazar los insectos herbívoros y otros más dan un sabor amargo a las plantas que hace que éstas no sean consumidas por los animales. En ciertos casos se han encontrado relaciones ecológicas entre los insectos y los alcaloides. Por ejemplo, algunas polillas en su fase larvaria dependen de la presencia de un alcaloide y sólo depositan sus huevos en las plantas que lo contengan (15).

Cada alcaloide ejerce un efecto específico sobre el organismo animal, muchos son atóxicos pero la acción de otros puede ser mortal.

Generalmente los nombres de los alcaloides acaban en "ina" y guardan relación con los nombres latinos de las plantas a partir de las cuales fueron aislados por primera vez, así :

<u>Atropa belladona</u>	-	Atropina
<u>Nicotina tabacum</u>	-	Nicotina
<u>Strychnos nuxvomica</u>	-	Estrignina

La morfina sin embargo, debe su nombre a Morfeo (el dios del sueño), a quién se dedica la planta que produce este alcaloide

(Papavar somniferum) (35).

La presencia de algunos alcaloides provoca intoxicaciones, trastornos hepáticos y cirrosis, así como problemas respiratorios, circulatorios y alteraciones de conducta (15).

Actualmente la industria química sintetiza artificialmente muchos alcaloides que se destinan a la preparación de medicamentos o a otros usos (35).

1.8.3 HEMAGLUTININAS

Son también llamadas lectinas, se caracterizan por su capacidad de aglutinar las células rojas de la sangre, tanto en humanos como en animales (47).

Las lectinas son proteínas que tienen una alta afinidad por algunas moléculas de azúcar y sus efectos biológicos se deben probablemente a esta característica, ya que hay carbohidratos en las membranas de las células de los animales que se deben unir a las lectinas, alterando sus propiedades de funcionamiento.

Las hemaglutininas se han detectado en muchas familias de plantas, desde líquenes hasta fanerógamas. Además de distintos tipos de frijoles, como el riñón, el pinto y el azul, por mencionar algunos (36,47).

Dentro de los efectos adversos que pueden causar se encuentran la reducción del crecimiento, diarrea, disminución de la absorción de nutrientes y aumento en la incidencia de infecciones bacterianas, ya que su mayor efecto parece localizarse en la mucosa intestinal, debido a que las

hemaglutininas se unen a las células de la pared intestinal y producen una interferencia que causa deficiencia en la absorción de nutrientes, además de afectar al sistema inmune, que conduce a invaciones de la microflora bacteriana (15).

Las lectinas, son destruidas con el calor húmedo, por lo tanto, los frijoles deben de humedecerse antes de cocinarse, para asegurar la penetración de la humedad a la semilla completa para su posterior destrucción (15).

Su toxicidad depende de la especie y raza del animal que los consume, de la naturaleza del alimento y del tipo de hemaglutininas, siendo éstas de los siguientes tipos :

- A. Aglutinan eritrocitos de conejos y eritrocitos tripsinados de vaca.
- B. Aglutinan sólo glóbulos rojos de conejo.
- C. Aglutinan eritrocitos tripsinados de vaca.
- D. No actúan sobre ninguno de los eritrocitos.

(36,47).

1.8.4 FACTORES QUE ALTERAN LA DIGESTION

1.8.4.1 SAPONINAS

El nombre de saponinas proviene del latín sapon que significa jabón. Las saponinas son glucósidos existentes en gran variedad de plantas, están formados por sapogeninas y diversos hidratos de carbono (29). Se caracterizan principalmente por su sabor amargo, por su producción de espuma en soluciones acuosas y por su habilidad para hemolizar las células rojas de la sangre.

No existe paralelismo entre la cantidad de espuma producida y la acción hemolítica. Inhiben la absorción del colesterol y tienen la particularidad de disminuir la tensión superficial (55,85).

Las saponinas pueden interferir con la acción de enzimas digestivas y ello afecta la utilización de nutrimentos y por lo tanto el crecimiento. Normalmente una pequeña parte de esta substancia se absorbe en el intestino, que puede aumentar en casos de inflamación intestinal o por irritación con laxantes fuertes o purgantes (55).

El nivel crítico de las saponinas se presenta a 100 mg/kg de alimento (89).

Se ha reportado la toxicidad de las saponinas sobre los hongos, esto hace suponer que constituyen un mecanismo de las plantas como defensa fungicida, de igual manera sirve contra el ataque de insectos.

1.8.4.2 TANINOS

Los taninos son polifenoles que tienen la capacidad de combinarse con las proteínas y otros polímeros como la celulosa y pectina (19).

Se caracterizan por su sabor astringente, se pueden encontrar tanto en frutas, como en hojas, raíces y semillas.

El ácido tánico es una sustancia que disminuye la disponibilidad de los nutrimentos, ya que destruye enzimáticamente algunos elementos presentes en los alimentos (52).

En el rumen éstos disminuyen el RNA, DNA y ácidos grasos volátiles. Aumentan las proteínas en el flujo ruminal e inhiben el crecimiento bacteriano (34).

Los taninos interfieren en la acción digestiva de la tripsina y de las alfa amilasas. Pueden formar un complejo con la vitamina B12, causando una disminución en la absorción de esta vitamina. Así también disminuyen la absorción de glucosa y metionina en el intestino (36,52).

Los taninos son un importante grupo de metabolitos secundarios involucrados en la defensa de la planta contra el ataque de herbívoros y principalmente contra insectos.

Entre los cereales, ciertos granos contienen altos niveles de taninos concentrados (cerca del 5%) lo cual hace que algunos granos de sorgo y cebada sean resistentes al ataque de los pájaros (52).

1.8.4.3 INHIBIDORES DE PROTEASAS

Existen sustancias que tienen la habilidad de inhibir la actividad de ciertas enzimas (54), estas sustancias son sobre todo inhibidores de tripsina. Es importante analizarlos por su amplia distribución en las plantas.

Los más estudiados son los inhibidores de proteasas de la soya; éstos se agrupan en dos grandes categorías: los de un peso molecular de 20,000 a 25,000 con pocos enlaces disulfuro y con especificidad a la tripsina (inhibidor de Kunitz) y aquellos que poseen un peso molecular de 6,000 a 10,000 con una alta

proporción de enlaces disulfuro y con capacidad de inhibir a la tripsina y a la quimiotripsina en un sitio de unión independiente (inhibidor de Bowman-Birk). En la soya se ha caracterizado al inhibidor de Kunitz, la secuencia completa de aminoácidos de este inhibidor consta de 181 y posee dos enlaces disulfuro, que son esenciales para su actividad, ya que cuando se les reduce, se vuelve completamente inerte (55).

La relación de este inhibidor y la tripsina es estequiométrica, ya que una mol de éste inactiva una mol de tripsina, tratándose de una inhibición de tipo competitiva. El primer paso de la interacción entre el inhibidor y la tripsina consiste en la ruptura del enlace arginina-isoleucina, que se encuentra entre los dos puentes disulfuro del inhibidor (54).

El inhibidor de Bowman-Birk, presente en la soya, tiene una gran actividad antitripsina y puede inhibir también la quimiotripsina; es especialmente en residuos de cisteína y enlaces disulfuro, es muy resistente al calor, ácidos, álcalis y a la pepsina.

Ambos inhibidores se encuentran ampliamente distribuidos en cereales, leguminosas y verduras, se pueden presentar tanto en el endospermo de la semilla, como en hojas y tubérculos (54).

Se ha atribuido hipertrofia pancreática en ratas, pollos y cerdos causada por el inhibidor de tripsina cuando fueron alimentados con pienso de soya (54). Esta hipertrofia se explica como un intento de la glándula para compensar la pérdida de actividad de sus principales proteasas. Se ha demostrado que la

liberación de metionina de la soya cruda es muy retardada, por lo que se absorbe después de los aminoácidos esenciales, debido a ello este aminoácido no se encuentra en el lugar requerido en el momento de la síntesis protéica. El inhibidor de tripsina no sólo entorpece la liberación enzimática de la metionina, sino la de todos los demás aminoácidos esenciales.

La cistina se obtiene sobre todo a partir de la metionina y a ello se debe la relativa carencia de este aminoácido para la síntesis de proteína corporal, por lo tanto el inhibidor de tripsina puede afectar la pérdida de nitrógeno en dos formas distintas: por un lado induce la síntesis excesiva de proteasas en el páncreas, por lo que el organismo pierde cantidades considerables de cistina debido a la destrucción bacteriana en el intestino. Por otro lado, el aumento de síntesis pancreática no es siempre suficiente y puede perderse el nitrógeno porque la hidrólisis de las proteínas en el intestino es incompleta (55).

Existen estudios que indican que el inhibidor de tripsina en la alfalfa aumenta su actividad en el curso de la maduración de la semilla. Otros reportes afirman el concepto de que los inhibidores de proteasas pueden estar envueltos en el mecanismo de defensa de las plantas, en el caso de ataques de microbios e insectos; se ha visto que en las hojas de las plantas después de haber sufrido una trituración mecánica o un ataque por insectos presenta una acumulación de dicho inhibidor, no sólo en el sitio donde fueron dañadas sino también en zonas adjuntas (54).

1.9 GUACIMA (Guazuma ulmifolia Lam)

Entre los diversos recursos naturales con que cuenta México, susceptibles de ser utilizados para la alimentación animal, se encuentra la Guácima (Guazuma ulmifolia Lam), (Cuadro 3).

CUADRO 3
CLASIFICACION TAXONOMICA DE LA GUACIMA

DIVISION	MAGNOLOPHYTA
CLASE	MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE	DILLENIDAE
ORDEN	MALVALES
FAMILIA	STERCULIACEAE
GENERO	Guazuma
ESPECIE	Guazuma ulmifolia

Cronquist, 1981.

1.9.1 DESCRIPCION Y HABITAT

La Guácima (Guazuma ulmifolia) es un árbol de 10 hasta 25 m de altura. Estos árboles o arbustos son pubescentes, de ramas vellosas, hojas cortas pecioladas, impares en la base, oblongadas o anchamente ovadas, agudas y cordadas, oblicuas, aserradas y tormentosas; flores chicas verdoso-amarillentas o blanquecinas.

aromáticas, pedúnculo corto, calix dividido en 2 o 3 partes; 5 pétalos, la corona está doblada y produce frutos en línea bifida; los frutos son ovales, leñosos de 2 a 4 cm, con la superficie cubierta de puntas cortas, contienen semillas pequeñas con endosperma; los estambres son de 5 lóbulos, el lóbulo alterno tiene los pétalos terminados en punta; las anteras están en grupos de 3 en la cavidad; el ovario tiene 5 cavidades con muchas células ovadas; el embrión es ligeramente curvo; los cotiledones son laminados.

Habita en altitudes entre 0 y 1500 m.s.n.m. forma parte de la vegetación sabanoide y de potreros principalmente en México, Inglaterra, Honduras, Panamá, Oeste de la India y Sud América. Se cree que su origen es antillano. Es una de las especies cuya distribución geográfica es ininterrumpida desde Sud América hasta México, las más abundantes corresponden a elementos propios de la vegetación secundaria y de lugares perturbados, en zonas que se han cultivado por mucho tiempo y cuyos suelos sufrieron cambios más profundos.

En nuestro país se distribuye desde Sonora y Tamaulipas hasta Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. Es característico y frecuente en casi toda la tierra caliente de México (trópicos del Atlántico y del Pacífico), aunque suele ser más abundante en las regiones con larga temporada de sequía. Pierde su follaje en esta época, por lo regular durante un corto periodo (11,26,27,62,68,86).

A este árbol se le conoce con diferentes nombres según la región (Díaz J.L., 1976 y Del Amor, R.S. 1979):

Acashti	Lengua totonaca, región del Tajín, Veracruz.
Ajillá	Sinaloa.
Ajya	Idioma mayo, Sonora.
Aquich	Lengua huasteca, sureste de San Luis Potosí.
Aquiche	Sinaloa
Caolote	Región de los chontales, Oaxaca.
Cuahulote	Oaxaca, Guerrero, Morelos, Chiapas, etc.
Cuaulote	Guerrero
Guácima	Sinaloa.
Guarigio	Sinaloa y Sonora.
Guázumo	Sinaloa.
Guázuma	Sinaloa.
Kabal pixoy	Lengua maya, Yucatán.
Majagua de toro	Michoacán.
Nocuana-yana	Lengua zapoteca, Oaxaca.
Palote negro	Michoacán.
Pixoy	Yucatán y Veracruz.
Tzuny	El Real, Chiapas.
Uácima	Veracruz
Uigie	Lengua popoluca, Sayula, Veracruz.
Ya-ana	Lengua zapoteca, Oaxaca.
Yaco granadillo	Oaxaca.
Yaca de venado	Oaxaca.

Es llamado "bay cedar" y "bastard cedar" en Inglaterra y Honduras. En el Salvador es conocido como "chicharrón", "guácimo" y "caca de mico". El nombre guácimo es muy usual en varias partes de América Central.

La planta en general es usada para la medicina doméstica y éstas son algunas de sus formas de empleo (Díaz, J.L., 1977):

EMPLEOS	ADMINISTRACION	PARTE USADA
Antipalúdico	No informada	Tallos (corteza)
Antisifilítico	No informada	Tallos (corteza)
Antitusígeno	Oral	Frutos
Aperitivo	Oral	Frutos
Astringente	No informada	Frutos
Antidiarreico	Oral	Tallos (corteza)
Dermatosis	No informada	Tallos (corteza)
Elefantiasis	Local	Tallos (corteza)
Emoliente	Oral	Tallos y frutos
Lepra	Local	Tallos (corteza)
Pectoral	Local	Tallos (corteza)
Retención de orina	Oral	Tallos (corteza)

Las semillas de este árbol son duras. Se dispersan probablemente por los pájaros y mamíferos y en varios lugares se muelen para fabricar bebidas refrescantes.

Los frutos contienen una pequeña cantidad de pulpa dulce comestible. macerados en agua sueltan una sustancia mucilaginosa que se usa para clarificar jarabes. Los frutos maduros son utilizados para alimentar al ganado bovino, ovino, caprino y equino principalmente, también son consumidos por las personas. Se ha reportado que las flores son productoras de miel de buena calidad.

La savia se emplea algunas veces en soluciones para pintar las paredes. La madera es ligeramente rosácea, sin un olor o color distintivo, de poco peso, pero muy dura y resistente, no se parte con facilidad pero no es durable, tiene una consistencia cercana a la del olmo; es una madera fácil de trabajar, en varias regiones la usan en pequeñas proporciones para hacer trabajos de carpintería y joinería, en la elaboración de mangos de herramientas, construcciones interiores, mangos para empuñaduras de pistolas y es quemada algunas veces para producir carbón. Se menciona que durante la Colonia este carbón se utilizaba para hacer pólvora.

Las hojas y puntas de los tallos son consumidos por algunos animales, sin embargo existe muy poca información referente a su valor nutricional en la alimentación animal y ningún trabajo en el que se haya hecho la caracterización de las diferentes partes de este árbol, que pueden ser usados como recursos forrajeros

para los rumiantes. Tomando en cuenta su abundancia y adaptabilidad, puede ser importante en la alimentación de los rumiantes en el trópico mexicano (26,27,68,84).

1.10 JUSTIFICACION

Nuestro país cuenta con grandes extensiones de tierras, sembradas con pastos nativos e introducidos, pero teniendo en cuenta los distintos tipos de climas que predominan en el mismo, no en todo el territorio nacional se encuentran presentes los forrajes adecuados durante todo el año, para la alimentación de los rumiantes. Este problema se observa principalmente en las regiones con clima árido, semiárido y trópico seco.

Los trópicos presentan muchas posibilidades para el desarrollo de nuevas plantas que tienen un importante valor económico y además se pueden aprovechar para conservar las características climatológicas de la zona, que está siendo alterada por la masiva deforestación de los bosques, lo que ocasiona la extinción de flora y fauna útiles al hombre.

Dentro de las especies que están sufriendo una tala inmoderada encontramos a la Parota (Enterolobium ciclocarpum), el Cocuite (Gliciridia maculata) y la Guácima (Guazuma ulmifolia) por mencionar algunas, que son aprovechadas por el hombre y el ganado.

Sobre algunas de ellas, como la Guácima (Guazuma ulmifolia), no obstante que se encuentra ampliamente distribuida en México y que tanto sus frutos, como hojas y puntas de los tallos son consumidos por algunos animales herbívoros, no existe suficiente información referente a su valor nutricional en la alimentación del ganado, ni se han caracterizado las diferentes partes de este árbol, que puede ser usado como recurso forrajero en la

alimentación de los rumiantes. Por este motivo se propuso la investigación de este árbol, por su gran distribución dentro de los trópicos del país y porque se desconocen tanto las propiedades nutricionales como las antifisiológicas con que pueda contar para que su aprovechamiento sea el óptimo. Tomando en cuenta su abundancia y adaptabilidad en las costas de México, puede ser un recurso importante para la alimentación de los rumiantes en pastoreo (25,38,50).

1.11 HIPOTESIS

Las hojas, puntas de los tallos y frutos maduros de la Guácima (Guazuma ulmifolia) tienen características nutricionales adecuadas para ser usadas en la alimentación de los rumiantes.

1.12 OBJETIVOS

Determinar por medio de diferentes análisis de laboratorio, la composición de los frutos maduros, hojas y puntas de los tallos de la Guácima (Guazuma ulmifolia) para conocer su calidad nutritiva, así como también la presencia de factores antinutricionales que puedan afectar al ganado que los consume, para poderlos utilizar en mayor proporción en raciones para rumiantes.

2. MATERIAL Y METODOS

Este trabajo se realizó en los laboratorios del Departamento de Nutrición Animal, del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán.

2.1 OBTENCION DE LAS MUESTRAS

Los frutos, hojas y tallos de la guácima se recolectaron en la Población de Pinotepa de Don Luís, Jamiltepéc, Oaxaca, durante los meses de Septiembre y Octubre, debido a la abundancia del material a evaluar.

2.2 PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Después de obtener al azar 3 kg de cada una de las partes de la planta a estudiar, en distintos lugares de la población, se transportaron en bolsas de plástico cerradas y se mantuvieron en congelación hasta el momento de deshidratarlas. Para secar las hojas y los tallos se separaron éstos y se colocaron en charolas de aluminio dentro de una estufa de secado a una temperatura de 60 C por 48 horas. Los frutos se partieron manualmente y se sometieron al mismo procedimiento. Después de secados, se molieron por separado los frutos, hojas y puntas de los tallos, en un molino de cuchillas con una malla de 7 mm de diámetro. Posteriormente las muestras se guardaron bien tapadas y etiquetadas durante el tiempo necesario para realizar los diferentes análisis.

Para realizar el análisis de los tallos con hojas, se

mezclaron en una proporción de 50% de tallos con 50% de hojas.

2.3 METODOS DE ANALISIS

Tanto en las hojas, tallos, tallos con hojas y frutos se realizaron las siguientes determinaciones:

2.3.1 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

- Determinación de humedad por el método 14.004 del AOAC (4).
- Determinación de cenizas por incineración. Método 14.006 del AOAC (4).
- Determinación de proteína cruda por el método de Kjeldhal 2.049 del AOAC (4).
- Determinación del extracto etéreo por extracción con solventes. Método 7.045 del AOAC (4).
- Determinación de fibra cruda por hidrólisis ácida y alcalina. Método 7.054 del AOAC (4).
- Determinación del extracto libre de nitrógeno, por diferencia de 100 menos la sumatoria de los porcentajes obtenidos en las determinaciones anteriores.

2.3.2 FACTORES ANTINUTRICIOS

2.3.2.1 FACTORES QUE ALTERAN LA DIGESTION

- Saponinas (60).
- Taninos (3).

2.3.2.2 FACTORES TOXICOS

- Glucósidos cianogénicos (3).
- Alcaloides (88).

2.3.2.3 FACTORES ANTIFISIOLOGICOS

- Hemaglutininas (47).

2.3.3 MINERALES

- Calcio, (3).
- Fósforo, (3).
- Sodio, (3).
- Magnesio, (3).
- Potasio, (3).
- Cobre, (3).
- Hierro, (3).
- Zinc, (3).

2.3.4 FRACCIONES DE FIBRA

- Fibra neutro detergente (37).
- Fibra ácido detergente (37).
- Lignina, celulosa y hemicelulosa (37).

2.3.5 DIGESTIBILIDAD

- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca por el método de Tilley y Terry (83).
- Digestibilidad de la materia seca, calculada por medio de la ecuación sumativa de Van Soest (87).

2.3.6 ENERGIA BRUTA (6).

2.3.7 ANALISIS ESTADISTICO

Las determinaciones se realizaron por triplicado a excepción de los minerales que se hicieron por duplicado.

Los resultados se analizaron por análisis de varianza para un diseño completamente al azar y la diferencia entre medias por medio de la prueba de Tukey (81).

3. RESULTADOS

3.1 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Los resultados del análisis químico proximal de las hojas, tallos, hojas con tallos y frutos de la Guácima, se presentan en el Cuadro 4.

El contenido de materia seca en las hojas (74.72%) fue mayor ($P < 0.05$) que en las hojas con tallos y en los tallos, pero menor que en los frutos. El porcentaje más alto de proteína cruda se observó en las hojas (16.46) al igual que el de extracto etéreo (4.44) y de extracto libre de nitrógeno (41.67), mientras que el de fibra cruda (25.77) fue el más bajo en relación a las otras partes de la planta.

La mezcla de hojas con tallos de la Guácima mostraron un contenido de 61.46% de materia seca, porcentajes elevados de cenizas (13.56) y de fibra cruda (45.14), aunque menores a los valores observados en los frutos. El contenido de proteína cruda (14.46%) fue más elevado que en los frutos y tallos, al igual que el extracto etéreo (3.37%), siendo similar ($P < 0.05$) el porcentaje de extracto libre de nitrógeno (23.46%) que en los frutos, pero menor que en las hojas y en los tallos.

Los frutos contenían el porcentaje más elevado ($P < 0.05$) de materia seca (83.96) y de cenizas (15.88), siendo el contenido de fibra cruda también elevado (49.91%). Por otra parte, en esta parte de la planta se encontró el menor porcentaje de proteína cruda (8.01), mientras que el de extracto etéreo (2.57) fue menor que en las hojas y hojas con tallos, pero mayor que en los

tallos. El extracto libre de nitrógeno (23.62%) fue similar ($P < 0.05$) al de las hojas con tallos y menor al de los tallos y hojas.

Los tallos presentaron el menor porcentaje de materia seca (46.25), así como de cenizas (8.38) y extracto etéreo (1.84), con un contenido similar ($P < 0.05$) de fibra cruda (49.21%) y proteína cruda (10.24%) que los frutos, pero mayor que las hojas y la mezcla de hojas con tallos. El extracto libre de nitrógeno fue mayor (30.31%) que en los frutos y hojas con tallos y menor que en las hojas.

3.2 FACTORES ANTINUTRICIOS

En el Cuadro 5 se presentan los valores obtenidos del análisis de factores antinutricios.

Todas las partes estudiadas de la Guácima resultaron negativas a la presencia de saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides y hemaglutininas.

El mayor ($P < 0.05$) contenido de taninos se encontró en las hojas (0.145 mg/g), seguido por el de las hojas con tallos (0.115 mg/g) y tallos (0.087 mg/g), mientras que en los frutos la presencia de taninos fue negativa.

3.3 MINERALES

Los valores obtenidos del análisis de minerales se presentan en el Cuadro 6.

Las hojas mostraron valores más elevados de calcio (0.107%),

fósforo (0.263%), hierro (0.139%), potasio (0.0006%) y cobre (32.80 ppm), en relación con las otras partes de la planta. No obstante, estos valores sólo fueron significativamente más altos ($P < 0.05$) en el caso del calcio. El contenido de magnesio (0.0137%) fue similar ($P < 0.05$) al de las hojas con tallos, frutos y tallos; el de zinc mayor (0.95 ppm) que en las hojas con tallos y los tallos, pero menor que en los frutos; el de sodio (0.00006 ppm) fue semejante ($P > 0.05$) al de las hojas con tallos y tallos, y también menor al de los frutos.

En el caso de las hojas con tallos se observó un contenido menor ($P < 0.05$) de calcio (0.081%) en relación a las hojas, similar al de los tallos y mayor que el de los frutos. El de fósforo (0.261%) fue semejante a los demás componentes de la guácima, al igual que el magnesio (0.016%). El valor para el hierro (0.131%) sólo fue mayor en relación a los frutos, el de zinc fue el más bajo (0.26 ppm) de todas las partes de la planta, el de potasio (0.0005%) fue menor que en las hojas y tallos y mayor que en los frutos, mientras que el de cobre (28.05 ppm) fue similar a las hojas y tallos y mayor que en los frutos.

En los frutos se encontró el menor ($P < 0.05$) contenido de calcio (0.030%). Los valores de fósforo (0.258%) y magnesio (0.010%) fueron similares al de las hojas, hojas con tallos y tallos. Los de hierro (0.017%), potasio (0.0001%) y cobre (14.41 ppm) fueron los menores y los de zinc (1.4 ppm) y sodio (0.0001%) los más elevados, en relación a las otras partes de la guácima.

El calcio en los tallos mostró un valor semejante ($P < 0.05$)

(0.060%) al de las hojas con tallos. menor que en las hojas y mayor que en los frutos. El contenido de fósforo (0.257%) y magnesio (0.014%) fue similar al encontrado en las demás partes de la planta. Los valores de hierro (0.125%), sodio (0.00006%) y cobre (32.70 ppm) fueron iguales ($P < 0.05$) al de las hojas y hojas con tallos; el contenido de hierro y cobre fue más elevado en relación a los frutos, pero menor el de sodio. El de zinc (0.70 ppm) fue menor que en las hojas y frutos y mayor que en las hojas con tallos. el contenido de potasio (0.0006%) fue igual al de las hojas y menor que en las hojas con tallos y en los frutos.

3.4 FRACCIONES DE FIBRA

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de los análisis de fibra detergente neutro o paredes celulares (FND), fibra detergente ácida (FAD), lignina, celulosa y hemicelulosa, de las diferentes partes de la Guácima.

En las hojas se encontró el menor ($P < 0.05$) porcentaje de lignina (16.91), al igual que el de celulosa (22.69), FND (58.18), FAD (39.61) y el mayor de hemicelulosa (18.57), en relación a los demás componentes estudiados de la planta.

Las hojas con tallos presentaron un contenido más elevado ($P < 0.05$) de FND (59.75%), FAD (47.89%), lignina (19.18%) y celulosa (28.70%), pero menor de hemicelulosa (11.86%) que las hojas. Sin embargo, en relación con los frutos y los tallos, el porcentaje de FND, FAD, lignina y celulosa fue menor y el de hemicelulosa mayor.

El mayor porcentaje ($P < 0.05$) de FND (79.73), FAD (71.49), lignina (25.57) y celulosa (42.92) se encontró en los frutos, mientras que el de hemicelulosa fue menor (8.24) que en las hojas y hojas con tallos, pero mayor que en los tallos.

Los valores de FND (67.80%), FAD (67.64%), lignina (23.24%) y celulosa (44.40%) en los tallos, fueron menores que en los frutos, pero mayores ($P < 0.05$) que en las hojas y hojas con tallos y el de hemicelulosa fue menor (0.16%) para todos los componentes de la guácima.

3.5 DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y ENERGIA BRUTA

Los resultados de energía bruta y digestibilidad de las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos de la Guácima se muestran en el Cuadro 8.

El contenido de energía bruta en las hojas (4.04 kcal/g) fue igual ($P < 0.05$) al de las hojas con tallos (3.59 kcal/g) y al de los frutos (3.37 kcal/g), siendo únicamente mayor que el de los tallos (2.82 kcal/g).

La digestibilidad *in vitro* fue mayor ($P < 0.05$) en las hojas (56.00%) y hojas con tallos (54.84%) que en los tallos (41.12%) y frutos (25.69%). La digestibilidad calculada por la ecuación sumativa de Van Soest (Van Soest, 1982), fue similar ($P < 0.05$) en las hojas (51.32%), hojas con tallos (52.58%) y tallos (51.06%), y menor en los frutos (37.69%).

4. DISCUSION

Al comparar los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados en las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos de la Guácima, con los valores reportados para el heno de alfalfa (*Medicago sativa*), que es una leguminosa comunmente utilizada para la alimentación del ganado, así como con el pasto pangola (*Digitaria decumbens*), que se encuentra ampliamente distribuido en México, encontramos en el caso de las hojas de este árbol que en relación al heno de alfalfa el contenido de fibra cruda en base seca es menor en la guácima (30.1%), al igual que la proteína cruda (17.8%), mientras que el de extracto etéreo (2.6%), extracto libre de nitrógeno (40.8%) y cenizas (9.0%) es más elevado; comparado con el pasto pangola el valor de fibra cruda es menor en las hojas de la guácima que en este pasto (30.0%), así como el extracto libre de nitrógeno (42.7%), siendo mayores los valores de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas en las hojas de la Guácima que en el pangola (15.2, 2.9 y 9.3%, respectivamente) (31).

En comparación con las hojas y tallos de la Guácima, el heno de alfalfa y el pasto pangola resultaron ser inferiores en el contenido de fibra cruda, cenizas y extracto etéreo, siendo mayores en proteína cruda y extracto libre de nitrógeno. Los frutos también tuvieron un valor más elevado de cenizas y fibra cruda que la alfalfa y el pangola y menor de proteína cruda y extracto libre de nitrógeno, mientras que el extracto etéreo tuvo un valor similar.

Los tallos tuvieron un contenido de cenizas y extracto etéreo similar al de la alfalfa y el Pangola, mayor de fibra cruda y menor de proteína cruda y extracto libre de nitrógeno.

Debido a que los valores reportados para fibra cruda, obtenidos del análisis químico proximal, pueden contener errores analíticos, el método de Van Soest (37) para la determinación de las diferentes fracciones de fibra, resulta más adecuado, sobretodo cuando se analizan alimentos para rumiantes. La FND que representa a las paredes celulares de la planta, así como la FAD, que está constituida por celulosa, cutina, nitrógenoindigestible, sílice (87) y también la lignina, fueron más elevadas en las todas las partes estudiadas de la Guácima que en el heno de alfalfa (47.5, 32.6, 6.3%).

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal y de fracciones de fibra nos indican que las hojas son las que aportan un mayor contenido de nutrientes que pueden ser aprovechados por el animal, por su contenido de proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno que resulta comparable con la alfalfa y superior al pangola y menor de FAD y lignina en relación a las otras partes de la planta. En el caso de las hojas con tallos aunque su valor nutritivo de acuerdo a estos análisis resulta menor, el contenido de proteína cruda y extracto etéreo es elevado, siendo menor la FAD y lignina que en los frutos y los tallos, en donde el alto contenido de estas fracciones de fibra pueden limitar su digestibilidad en el rumen así como el consumo por parte de los animales.

En lo referente a minerales, el mayor contenido de calcio se observó en las hojas de guácima, sin embargo éste fue menor al de la alfalfa (1.53%) y al del pasto pangola (1.09%). En el caso del fósforo tanto las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos, tuvieron un porcentaje similar al de la alfalfa (0.22%) pero menor que en el pangola (0.41%). Los valores de sodio en las diferentes partes estudiadas de la guácima fueron muy inferiores en relación a los de la alfalfa (0.15%) y los de pasto pangola (0.14%). El contenido de magnesio fue mucho menor en todas las partes de la guácima en comparación con la alfalfa (0.36%) y el pasto Pangola (0.27%), al igual que el de potasio (2.19% en la alfalfa, 2.34% en el pangola) (31).

En cuanto a los microminerales analizados el contenido de cobre fue en todas las partes de la guácima mayor que en la alfalfa (13.9 ppm) y que en el pasto pangola (9.2 ppm). El contenido de hierro fue mayor en las hojas, hojas con tallos y tallos que en la alfalfa (0.02%) y en el pangola (0.03%) y similar en los frutos al de estos forrajes. El de zinc en las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos fue muy inferior a la alfalfa (16.7 ppm).

Los valores de calcio encontrados en las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos de la guácima, se encuentran por debajo de los valores adecuados (58) para ganado bovino de carne y leche y ganado ovino, al igual que los de magnesio; mientras que los de fósforo se encuentran dentro del rango recomendado. En los que respecta al sodio el rango es de 0.06 a 0.26%, por lo que todas

las partes estudiadas de la guácima resultan deficientes en este mineral. Los valores de potasio, hierro y zinc en todas las partes de la planta son menores, mientras que los de cobre se encuentran por arriba de los recomendados por McDowell y col. (58). También el contenido de microminerales en las diferentes partes estudiadas de la Guácima resultaron inferiores a los de forrajes como el heno de alfalfa y el pasto pangola, al igual que el de zinc, siendo únicamente los valores de cobre y hierro mayores que en estas plantas.

Los datos presentados anteriormente demuestran que las hojas, hojas con tallos, frutos y tallos son en general deficientes en minerales, por lo cual es necesario suplementar con minerales al ganado que se alimenta con Guácima.

El cobre, aunque se encuentra elevado, está por debajo del nivel de tolerancia para ganado vacuno (100 ppm). En ovejas el nivel de tolerancia es de 25 ppm (64), sin embargo existen reportes en los cuales se han suministrado dietas a borregos pelibuey conteniendo 100% de Guácima, sin que se hayan presentado problemas de toxicidad, observándose mayores ganancias de peso en los animales que consumieron Guácima que en los que se alimentaron con pasto estrella de africa (5).

De los factores antinutricios analizados, únicamente se detectó la presencia de taninos en las hojas, hojas con tallos y tallos de la Guácima. Sin embargo, aún en el caso de las hojas en donde se observó el mayor contenido de éstos, la cantidad en que se encontraron es muy pequeña para causar problemas a los

animales que consuman estas partes de la planta (34).

El porcentaje de total de nutrientes digestibles (TND), calculado a partir de los resultados del análisis químico proximal, resultó ser mayor en las hojas (74.18), hojas con tallos (63.51), frutos (58.60) y tallos (64.80) que el reportado para la alfalfa (56.00). Comparado con el pangola (59.00%) (31), el TND fue mayor en las hojas, hojas con tallos y tallos que en este pasto.

Entre los factores que pueden afectar la digestibilidad de un forraje se encuentra la proporción de lignina presente en éste, la digestibilidad *in vitro* de las hojas y hojas con tallos (Cuadro 8) fue mayor que la reportada para la alfalfa en México (50.3.3%) (33), siendo menor en el caso de los frutos y los tallos, debido posiblemente a su alto contenido de lignina.

Al calcular la digestibilidad por medio de la ecuación sumativa de Van Soest (87) (Cuadro 8), los valores calculados para las hojas y hojas con tallos fueron muy parecidos a los encontrados *in vitro*. En los frutos y tallos las digestibilidades calculadas fueron las más bajas, aunque con valores mayores a los observados *in vitro*.

Los resultados de pruebas de digestibilidad *in vitro* son más precisos, debido a que los microorganismos y enzimas son sensibles a factores que afectan la velocidad y grado de digestión de un alimento (87). Sin embargo, los resultados de digestibilidad tanto *in vitro* como calculados, obtenidos en este estudio, muestran un alto grado de correlación (85.16%), lo que

indica que cuando no es posible realizar pruebas *in vitro*, es posible calcularla por medio de la ecuación sumativa de Van Soest (87), teniendo resultados muy cercanos a los que se observan con pruebas de digestibilidad *in vitro*.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación se puede concluir que las hojas, por su contenido de proteína cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno que resulta comparable a la alfalfa, superior al pasto pangola y por su menor contenido de fibra ácido detergente y lignina en relación a las otras partes de la planta estudiadas, son las que aportan un mayor contenido de nutrientes que pueden ser aprovechados por los rumiantes.

Los frutos y los tallos, a pesar de su contenido de fibra ácido detergente y lignina, que son una limitante para el consumo animal, pueden ser considerados como una alternativa alimentaria para el ganado en pastoreo, cuando hay escasez de otro tipo de forrajes.

El contenido de minerales en las diferentes partes estudiadas de este árbol es deficiente, por lo cual debe darse una suplementación de éstos a los animales que consuman Guácima.

De los factores antinutricios estudiados, los únicos que se detectaron fueron taninos, en las hojas, hojas con tallos y tallos, pero en una concentración baja que es tolerable por los rumiantes.

La digestibilidad de las hojas y hojas con tallos de la Guácima es similar a la de la alfalfa, así como su contenido de TND, lo cual hace que estas partes de la planta sean comparables a un forraje de buena calidad.

Ya que algunas partes de la Guácima, como son las hojas y

las hojas con tallos. presentan características nutritivas que pueden cubrir los requerimientos nutricionales del rumiante, es necesario realizar otros estudios sobre esta planta, llevando a cabo pruebas de comportamiento animal, como son consumo, digestibilidad *in vivo*. ganancia de peso, etc., para que se conozca su aprovechamiento por parte de estos animales y se utilice en forma más adecuada este recurso forrajero que se encuentra ampliamente distribuido en nuestro país.

LITERATURA CITADA

1. Alais, C. : Science Du Lait. Principes des techniques laitieres. 1a. edición en español de la 2a. edición en francés. SEPIC. París. 1970.
2. Annison, E.F. y Lewis, D.M.: El metabolismo en el rumen. UTHEA. México. 1981.
3. AOAC: Official Methods of Analysis. 14 ed., Association of Analytical Chemist. Washington. D. C. 1984.
4. AOAC: Official Methods of Analysis. 15 ed., Association of Analytical Chemist. Washington. D. C. 1990.
5. Avila, J.M., J.C. Vinary., H.P. Román.: Utilización de diferentes niveles de Guácima (Guazuma ulmifolia) en sustitución de zacate estrella africana (Cynodon plectostachyus). en la alimentación de borrego pelibuey. Reunión de Investigación Pecuaria en México. INIP-UNAM. pp 72. 1984.
6. Barnell, H.R.: La Biología y la Industria Alimentaria. Ed. Omega. Barcelona. España. 1976.
7. Bateman, J.V.: Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Editorial Herrero. México. 1990.
8. Berenguer, I.F.: Industrialización de la Leche.. Vol. I. Sistema de Universidad Abierta. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 1982.
9. Bressani, R.: Complementary Amino Acids Patterns. In: P. L. White and D. C. Fletcher, Eds. Nutrients in Processed Food Proteins. Published for the AMA by Publishing Sciences

- Group, Inc. Acton. MMSS. USA. 1974.
- 10.. Bressani, R., Viteri, F. and Elías, L.G.: The Usefulness of Results with Human Beings in Standarizing Rat Assays. In: J. W. G. Porter and B. A. Rolls Eds. Protein in Human Nutrition. Academic Press. New York and London. 1973.
 11. Bressani, R., González J.M. y Breenes R.G.: Evaluación del fruto Cuahulote (Guazuma ulmifolia Lam) en la alimentación de terneros. Turrialba 131:281-285, 1981.
 12. Carbajal, R. y Vergara, J.M.: Síntesis del Simposium La alimentación del futuro. Instituto de Investigaciones de Matemáticas Aplicadas y Sistemas. IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México. 1982.
 13. Castro, M.M.G.: La desnutrición, su conceptualización y su situación en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 1984.
 14. Chávez, A.: La alimentación y los problemas nutricionales. Publicación 239. División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición. México. 1982.
 15. Cheeke, R.P. and Shull, R.L.: Natural toxicants in feed and poisons plants. Avi, Westport. Connecticut. 1985.
 16. Church, D.C.: Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol II. 2nd ed. O&B Books. Corvallis. Oregon. 1979.
 17. Church, D.C.: Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Animales. Limusa. México. 1987.
 18. Church, D.C. and Pond, W.C.: Basic Animal Nutrition and

Feeding. 3rd. ed. O&B, Books. USA. 1975.

19. Claven, J.: Removal of tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking alcali. J. Food. Sci. 44:1319, 1979.
20. Comisión Nacional para el Fomento de la Producción y el Aprovechamiento de la Leche. Vol. I. Congreso Panamericano de la Leche. Organó Oficial de la Comisión Nacional para el Fomento de la Producción y Aprovechamiento de la Leche. A. C. México. 1991.
21. Conn, E.E.: Cyanogenetic glycosides. In: Toxicants occurring naturally in foods. National Academic of Science. 2nd ed. Washington. 1973.
22. Conn, E.D. y Stump P.K.: Bioquímica Fundamental. 3a ed. Ed. Limusa. 1982.
23. Cronquist, A.: An integasted system of clasification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1981.
24. Davies, D.G.: Bioquímica Vegetal. Ed. Omega. España. 1970.
25. De Alba, J.: Alimentación del ganado en América Latina. 2a. ed. Ed. Fournier. México, D. F. 1974.
26. Del Amor, R. S.: Plantas medicinales del Estado de Veracruz. Instituto Nacional Sobre Investigaciones Bióticas. Xalapa. Veracruz. 1979.
27. Díaz, J.L.: Indices y sinonimias de las plantas medicinales de México. Monografías Científicas I. Instituto Mexicano

- para el Estudio de las Plantas Medicinales, A. C. México. 1976.
28. Díaz, J.L.: Uso de las plantas medicinales de México. Monografías Científicas II. Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales A.C. México. 1977.
 29. Domínguez, X.A.: Métodos de la investigación fitoquímica. Ed. Limusa. México. 1979.
 30. Dreher, L.M.: Handbook of dietary fiber. Ed. Marell-Dekker. New York. 1987.
 31. Esminger, M.E.: Alimentos y nutrición de los animales. Ed. El Ateneo. Argentina. 1983.
 32. Esminger, M.E. y Olentine, C.G..Jr.: Feeds and Nutrition-Complete. The Esminger Publishing Company. USA. 1980.
 33. Estrada, J. y Zorrilla, R.J.: Estudio de Técnicas de Laboratorio en Nutrición Animal. Vol. I. Comparación del Coeficiente de Digestibilidad Aparente, determinado en forma directa y por métodos indirectos. Memorias de la Reunión Pecuaria en México. INIP - SARH. pp 532-534. México. 1982.
 34. Fernández, M.J.: Cuantificación de taninos en muestras de sorgo (Sorghum vulgare) procedentes de varios Estados de la República Mexicana. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica. UNAM. México. 1983.
 35. Forsyth, A.A.: Iniciación a la toxicología vegetal. MRCVS. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 1968.
 36. García, M.M.: Algunos aspectos sobre el valor nutritivo.

- Evaluación biológica y factores toxicológicos de la chaya (Cnidosculus chayamansa) para la alimentación humana. Tesis de Licenciatura. Facultad de Nutrición. Universidad Veracruzana. Veracruz, Veracruz. 1984.
37. Goering, H. and Soest Van P.J.: Forage fiber analysis. USDA. Agric. Handbook. No. 379. Agric. Res. Ser. USA. 1970.
 38. Guía de la planeación y control de las actividades pecuarias. Secretaría de Educación Pública. Fondo de Cultura Económica de México. 1980.
 39. Hagman, S.: La alimentación de los bovinos, como conseguir la máxima rentabilidad. Ed. De Verchi. S. A. Barcelona. 1982.
 40. Harkin. J.M.: Lignin. In: Chemistry and biochemistry of herbage. Academic Press. New York. pp 213. 1973.
 41. Harper, A.F.: Amino Acids. General Requirements. In: H.L. Greene, M.A. Holliday and H.N. Munro Eds. Clinical Nutrition Update: Amino Acids. American Medical Association. Chicago. USA. 1977.
 42. Hegnaues, R.: Comparative Phytochemistry of Alkaloids. Academic Press. London. 1966.
 43. Hodson, H.E. y Read, D.E.: Manual de lechería para la América Tropical. Traducido y publicado por el Servicio de Lenguas Extranjeras. México.
 44. Hughes, D.G.: Alkaloids. Phytochemistry. Vol. II. Ed. Miller. New York. USA. 1973.
 45. Hungate, R.E.: La Celulosa en la Nutrición Animal.

- Ed. Continental. S.A. México. 1975.
46. Hungate, R.E.: The Rumen and its Microbes. Academic Press. USA. 1966.
47. Jaffé, L.A. and Wernner, G.: Hemagglutinins. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. 2nd. ed. Academic Press. USA. pp 73-98. 1980.
48. Jaffé, L.A., Werner, G. and González, I.: Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. Phytochem. 13:2685-2693, 1974.
49. Kakade, M.L., Rackis, J.J. and Puski, G.: Determination of trypsin inhibitors activity of soy products. A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 51: 376-382, 1974.
50. Kenneth, L.T. y Crowder, V.L.: Desarrollo rural en la América Tropical. Ed. Robles. 1970.
51. Lenhinger, A.L.: Bioquímica, las bases moleculares de las estructuras y función celular. 2a. ed. Ed. Omega. Barcelona, España. 1978.
52. Lienner, I.I.: Tanins. In: Toxic constituents of plant foodstuff. 2a. ed. Academic Press. USA. pp 453-457. 1980.
53. Lienner, I.I.: Seed Hemagglutinins. Eco. Bot. 18:27-33. 1964.
54. Lienner, I.I. and Kakade, M.L.: Proteasa Inhibitors. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. 2nd. ed. Academic Press. USA. pp 7-57. 1980.
55. Lindner, E.: Toxicología de los Alimentos. Ed. Acribia.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- España. 1978.
56. Maynard, L.A., Loosli, J.K. y Hintz, H.F.: *Nutrición Animal*. Ed. Mc Graw Hill. México. 1981.
 57. Montgomery, L.D.: *Cyanogenics*. In: *Toxic constituents of plant foodstuffs*. 2nd. ed. Academic Press. New York. pp 143-157. 1980.
 58. Mc Dowell, L., J.H. Conrad y F.G. Hembry.: *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales 1993*. Universidad de Florida, Gainesville. 1993.
 59. *Memorias del Simposium del XXV Aniversario del Hospital Infantil de México. La magnitud del problema nutricional en México*. México. 1968.
 60. Monroe, E.E. and Rolland, M.L.: *Detection and estimation of steroidal sapogenins of plant tissue*. Anal. Chem. 8:1337-1345. 1952.
 61. Moreau, F.: *Alcaloides y Plantas Alcaloideas*. Ed. Orbiss. España. 1985.
 62. Niembro, R.A.: *Arboles y arbustos útiles en México*. 1a. ed. Ed. Limusa y Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo. 1990.
 63. Niirivara, F.P. y Antila, P.: *El valor de la carne*. Ed. Asribia. Zaragoza. España. 1973.
 64. N.R.C.: *Mineral tolerance of domestic animals*. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington. D.C. 1980.
 65. Norman, N.P.: *La ciencia de los alimentos*. Ed. Edutex.

1973.

66. Olgín, D.E.: Producción de alimentos no convencionales para el consumo animal. Prospectiva de la biotecnología en México. Fundación Javier Barros Sierra, CONASIN. México. 1985.
67. Pearson, D.: The Chemical Analysis of Food. E.A.S. and Churchill Eds. London. 1975.
68. Pennintong, T.D. y Sarukán, J.: Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. 1968. .
69. Percival, E.: The Natural distribution of plant polysacharids. In: Comparative Phytochemistry. Academic Press, Swain T. Eds. New York. pp 140-143. 1966.
70. Pro, M.A. y Sosa, E.: Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Colegio de Postgraduados. México. 1979.
71. Ramos, E.J.: Insectos como recurso actual y potencial en: Seminario de Alimentación en México. Instituto de Geografía, UNAM. México. 1984.
72. Reyna T.T.: Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía. UNAM. 1984.
73. Roldán, A.J.A.: Hambre y riqueza alimentaria en la historia contemporánea de México. Serie historia del hambre en México, anexo 1. publicación L-71 de la División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador

- Zubirán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 1986.
74. Rzedowski, J.: Vegetación de México. Noruega Ed. México. 1981.
75. Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades. Establecimientos. Productos y Servicios. Publicados en el Diario Oficial de la Federación el 18 de enero de 1988. México D. F.
76. Shimada, A.: Fundamentos de nutrición animal comparativa. Asociación Americana de la Soya. México. 1983.
77. Sisson, S. y Grossman J.D.: Anatomía de los animales domésticos. 4a. ed. Salvat. España. 1959.
78. Standley, C.P. and Steyermark, A.J.: Botany, Flora of Guatemala. Vol. 24, part. VI. Chicago Natural History Museum. 1949.
79. Stanley, H.: La alimentación de los bovinos, como conseguir la máxima rentabilidad. Ed. De Vecchi. S. A. Barcelona. España. 1982.
80. Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2a. ed. McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de C.V. México. 1988.
81. Stuart, G.E.A.: Plantas Tóxicas para el Ganado. Editorial Limusa. México. 1989.
82. Swenson, M. J.: Dukes Physiology of Domestic Animals. 4th ed. Constock Cornell University Press. U S A. 1977.

83. Tilley, J. and Terry, R. A.: Two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18:104-111. 1963.
84. Trujillo, R.T.: Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía. UNAM. 1984.
85. Valle, V.D.: Toxicología de los alimentos. Centro Panamericano de la Salud. México. 1986.
86. Villegas y De Gante, M.: Malezas de la cuenca de México. Publicación No. 5. Instituto de Ecología. UNAM. México. pp 9-25. 1979.
87. Van Soest, P.J.: Nutritional Ecology of the Ruminant. O and B Books, Inc. USA. 1982.
88. Webb, L.J.: An Australian Phytochemical Survey. In: Alkaloids and Cyanogenetic compounds in Queensland plant. Boletín 241. CSIRO. Melbourne. 1949.
89. Yehudith, B.: Saponins. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. 2nd ed. Academic Press. USA. 1980.

Cuadro 4
Análisis químico proximal de hojas, hojas con tallos,
tallos y frutos de la Guázcima (*Guazuma ulmifolia* Lam)*

%	Hojas	Hojas con Tallos	Frutos	Tallos	ESM
Materia seca	74.72 ^a	61.46 ^b	83.96 ^c	96.25 ^d	0.017
Cenizas	11.65 ^a	13.56 ^b	15.88 ^c	8.38 ^d	0.606
Fibra cruda	25.77 ^a	45.14 ^b	49.91 ^c	49.21 ^c	0.308
Proteína cruda (Nx6.25)	16.46 ^a	14.46 ^b	8.01 ^c	10.24 ^d	0.186
Extracto etéreo	4.44 ^a	3.37 ^b	2.57 ^c	1.84 ^d	0.067
Extracto libre de nitrógeno	41.67 ^a	23.46 ^b	23.62 ^b	30.31 ^c	1.098

* Datos reportados en base seca.

a.b.c.d: cifras en la misma línea con distintas literales son diferentes (P<0.05).

Cuadro 5
 Contenido de factores antinutricios en la Guácima
 (Guazuma ulmifolia Lam)*

	Hojas	Hojas con Tallos	Frutos	Tallos	ESM
Taninos (mg/g)	0.145 ^a	0.115 ^{ab}	0.000 ^b	0.087 ^b	0.0205
Saponinas	Neg	Neg	Neg	Neg	_____
Glucósidos cianogénicos	Neg	Neg	Neg	Neg	_____
Alcaloides	Neg	Neg	Neg	Neg	_____
Hemaglutininas	Neg	Neg	Neg	Neg	_____

* Datos reportados en base seca.

a,b: cifras en la misma línea con distintas literales son diferentes (P<0.05).

Cuadro 6
 Contenido de minerales en las hojas, hojas con tallos
 frutos y tallos de la Guácima (*Guazuma ulmifolia* Lam)*

	Hojas	Hojas con Tallos	Frutos	Tallos	ESM
Calcio (%)	0.107 ^a	0.081 ^b	0.030 ^c	0.060 ^d	0.041
Fósforo (%)	0.263 ^a	0.261 ^a	0.258 ^a	0.257 ^a	0.017
Sodio (%)	0.00008 ^d	0.00004 ^a	0.0001 ^b	0.00006 ^a	0.000009
Magnesio (%)	0.0137 ^a	0.0166 ^d	0.0105 ^a	0.0149 ^a	0.0016
Potasio (%)	0.0006 ^a	0.0005 ^b	0.0001 ^c	0.0006 ^a	0
Cobre (ppm)	32.80 ^d	28.05 ^a	14.41 ^b	32.70 ^d	1.68
Hierro (%)	0.139 ^a	0.131 ^a	0.017 ^b	0.125 ^d	0.0032
Zinc (ppm)	0.95 ^a	0.26 ^b	1.40 ^c	0.70 ^d	0.010

* Datos reportados en base seca.

a,b: cifras en la misma línea con distintas literales son diferentes (P<0.05).

Cuadro 7

Porcentaje de fibra detergente neutra (FND), fibra detergente ácida (FAD), lignina, celulosa y hemicelulosa de hojas, hojas con tallos, frutos y tallos de la Guácima (Guazuma ulmifolia Lam) *

%	Hojas	Hojas con Tallos	Frutos	Tallos	ESM
FND	58.18 ^a	59.75 ^b	79.73 ^c	67.80 ^d	0.013
FAD	39.61 ^a	47.85 ^b	71.49 ^c	67.64 ^d	1.963
Lignina	16.91 ^d	19.18 ^d	25.57 ^b	23.24 ^b	1.382
Celulosa	22.69 ^a	28.70 ^b	45.92 ^c	44.40 ^c	2.750
Hemicelulosa	18.57 ^a	11.80 ^b	8.24 ^b	0.16 ^c	1.998

* Datos reportados en base seca.

a,b,c,d: cifras en la misma línea con distintas literales son diferentes (P<0.05).