

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red dress and white headscarf, holding a staff. Above her is a golden crown with a cross. To the left and right are golden lions. Below the central figure is a landscape with green hills and a white path. The Latin motto "CETERAS URBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**EVALUACIÓN DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE CAULOTE  
(*Guazuma ulmifolia*), COMO ALIMENTO PARA HUMANOS**

Médico Veterinario Hugo René Pérez Noriega

Maestría en Alimentación y Nutrición –MANA–

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure of a man in a red and white robe, holding a book. The shield is surrounded by various heraldic symbols, including a crown at the top, a lion on the right, and a castle on the left. The Latin motto "CETERASORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**EVALUACIÓN DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE CAULOTE  
(*Guazuma ulmifolia*) COMO ALIMENTO PARA HUMANOS**

Trabajo de Graduación Presentado por  
Médico Veterinario Hugo René Pérez Noriega

Previo a optar al título de  
Maestría en Nutrición y Alimentación

Guatemala, noviembre de 2010

JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO Ph.D	DECANO
Lic. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A.	SECRETARIO
Licda. LILIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN	VOCAL I
Licda. LILIANA VIDES DE URIZAR	VOCAL II
Lic. LUIS ANTONIO GÁLVEZ SANCHINELLI	VOCAL III
Br. MARÍA ESTUARDO GUERRA VALLE	VOCAL IV
Br. BERTA ALEJANDRA MORALES MÉRIDA	VOCAL V

CONSEJO ACADÉMICO  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO Ph.D  
Licda. ANNE MARIE LIERE DE GODOY, MSc.  
Dr. JORGE LUIS DE LEÓN ARANA  
Dr. JORGE ERWIN LÓPEZ GUTIERREZ  
Lic. FÉLIX RICARDO VÉLIZ FUENTES, MSc.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Pues reconozco que toda buena dádiva y todo don perfecto descende de él.

### **A MIS PADRES:**

José Alejandro Pérez (+) y Silvestra Noriega. (+) a quienes amaré toda la vida.

### **AL AMOR DE MI VIDA:**

Jenny Contreras, por luchar a mi lado día a día, apoyándome y animándome en todo momento.

### **A MIS HIJAS:**

Verónica y Renata por el cariño y paciencia en todos los fines de semana que no pude compartir con ellas. Las amo.

### **A MIS HIJOS:**

Anna y Johannes, con amor.

### **A MIS HERMANOS:**

Otto Juan, Thelma y María del Carmen, con todo mi amor.

### **A MIS SUEGROS:**

Edgar y Betty Contreras. Gracias por su amor e interés por mí.

### **A MIS CUÑADOS:**

Lily y Edgar por todas las opiniones y los momentos que compartimos juntos.  
Gracias por su apoyo.

### **A MIS COMAÑEROS DE PROMOCIÓN:**

Por brindarme dos años de buenas experiencias, aprendizaje y formación personal.  
¡Adelante!

### **A MI FAMILIA:**

Por haberme dado a cada momento su amor, apoyo y ánimo en los momentos que lo necesité. Que Dios los bendiga.

### **A MIS AMIGOS**

Por el apoyo recibido en todo este tiempo.

### **A MIS CATEDRÁTICOS:**

Por haber transmitido sus valiosos conocimientos para mi desarrollo profesional.

### **A MIS ASESORES**

Por el tiempo, el esfuerzo y la dedicación que me brindaron para alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, Ser Supremo, fuente infinita de sabiduría y amor.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

Al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Al Laboratorio de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía.

Instituciones que apoyaron este proyecto.

Al Doctor Ricardo Bressani.

Al Licenciado Zootecnista Miguel Ángel Rodenas Argueta.

A las licenciadas: Clara Aurora García, Ernestina Ardón, y Julieta Salazar de Ariza.

Al MSc M. V. Federico A. Villatoro Paz.

Al señor Víctor Manuel Chajón Patzán.

A mi amiga Dámaris Veliz.

Porque gracias al esfuerzo y colaboración de cada uno de ellos y ellas fue posible la realización de este trabajo para alcanzar esta meta.

# ÍNDICE

I. RESUMEN EJECUTIVO .....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. MARCO TEÓRICO .....	5
A. CAULOTE ( <i>G. ulmifolia</i> ) .....	5
1. Taxonomía .....	5
2. Descripción .....	5
3. Sistemas de finca .....	6
4. Semilla .....	7
5. Utilización en alimentación animal .....	7
6. Utilización de los frutos de caulote ( <i>G. ulmifolia</i> ) en alimentación animal ...	11
7. Otros usos .....	12
8. Composición .....	14
9. Factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras .....	14
B. PRUEBAS DE TOXICIDAD .....	14
C. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA.....	15
D. CALIDAD DE LA PROTEÍNA.....	16
E. ANÁLISIS SENSORIAL.....	18
VI. OBJETIVOS.....	20
A. OBJETIVO GENERAL .....	20
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
VII. HIPÓTESIS .....	20
VIII. ÁREAS INVESTIGADAS.....	20
IX. MÉTODOS, MATERIALES Y TÉCNICAS EMPLEADAS .....	21
A. MÉTODOS.....	21
B. ESTUDIO DE TOXICIDAD .....	21
C. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	22
1. Descriptores sensoriales de la hoja de caulote ( <i>G. ulmifolia</i> ).....	22
2. Selección del grupo de evaluadores .....	22
3. Prueba hedónica dirigida a consumidores .....	23

X.	RESULTADOS .....	24
A.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HOJA DE CAULOTE (G. ULMIFOLIA) .....	24
B.	RESULTADOS DEL BIOENSAYO EN RATAS.....	25
C.	DESCRIPTORES SENSORIALES DE LA HOJA DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) ..	28
D.	PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA DE PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE LA HOJA DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) .....	28
XI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
A.	COMPOSICIÓN DE LA HOJA DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) .....	30
B.	BIOENSAYO EN RATAS WISTAR .....	31
C.	DESCRIPTORES SENSORIALES DE LA HOJA DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) ..	32
D.	PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA DE PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE LA HOJA DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) .....	32
XII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
A.	CONCLUSIONES.....	34
B.	RECOMENDACIONES .....	34
XIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	36
XIV.	ANEXOS .....	39
A.	RECETAS DE PRODUCTOS ELABORADOS CON HOJAS DE CAULOTE .....	39
B.	REGISTRO DEL CRECIMIENTO DE RATAS – BIOTERIO DEL INCAP- .....	41
C.	DESCRIPTORES SENSORIALES DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> Lam) .....	41
D.	FOTOGRAFÍAS DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE CAULOTE (G. <i>ulmifolia</i> ) .....	42
E.	FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA ....	43
F.	FOTOGRAFÍAS DEL BIOENSAYO EN RATAS .....	43
G.	AUMENTO DE PESO, EN GRAMOS, EN LAS RATAS, SEGÚN LA DIETA ADMINISTRADA .....	44
H.	CONSUMO DE ALIMENTO EN GRAMOS, EN LAS RATAS, SEGÚN LA DIETA ADMINISTRADA .....	44

## I. RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de determinar la composición nutricional de la hoja de caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam), la toxicidad en humanos y la aceptabilidad y preferencia de dos preparaciones elaboradas con dicha hoja, se colectaron hojas de caulote (*G. ulmifolia*) en el municipio de Atescatempa, Jutiapa; se deshidrataron y molieron.

Se aplicó el sistema de Weende del análisis químico proximal, para determinar que la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) tiene un alto contenido de humedad, fibra y proteína, aunque menor cantidad de proteína que otras hojas utilizadas en la alimentación humana. El perfil de minerales indica que dicha hoja presenta un alto contenido de calcio, hierro y magnesio. El contenido de calcio y magnesio duplica lo reportado en otras hojas como el macuy (*Solanum sp*), el bleo (*Amaranthus sp*) y el chipilín (*Crotalaria longirostrata*).

El estudio de toxicidad realizado en ratas albinas de la cepa Wistar, indica que la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) no es tóxica para el consumo humano.

La descripción sensorial de las hojas de caulote (*G. ulmifolia*) realizada por tres jueces sensoriales entrenadas, indica que la textura de la hoja es áspera y ligosa, lo que produce una sensación de raspado al consumirla; lo ligoso, recuerda la pectina cítrica utilizada en la elaboración de jaleas y mermeladas.

La prueba de aceptabilidad realizada con 89 consumidores, quienes degustaron tamalitos de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) y sopa de hojas de caulote (*G. ulmifolia*), y los evaluaron con una escala de 1 a 5, siendo cinco la aceptación total del producto y uno el rechazo total del mismo, indica que el promedio de aceptabilidad fue de 4.31 para el tamalito y 2.96 para la sopa de hierbas; esta diferencia en aceptabilidad, es significativa.

En el mismo grupo de jueces se evaluó la preferencia hacia estos dos productos, el resultado demuestra que 88% prefirió la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) en la presentación de tamalito de maíz. El contenido de hoja de caulote (*G. ulmifolia*) en el tamalito y en la sopa fue similar.

Los resultados obtenidos demuestran que la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) es apta para el consumo humano debido a que no es tóxica y la aceptación del tamalito elaborado con hoja de caulote (*G. ulmifolia*), es alta.

## II. INTRODUCCIÓN

En Guatemala las deficiencias nutricionales son un problema que afecta a un porcentaje considerable de la población; por lo tanto, es necesario buscar nuevas alternativas alimentario-nutricionales con alimentos no tradicionales que ayuden a alcanzar las metas del milenio relacionadas con la alimentación.

Los vegetales son fuente de micronutrientes, fibra dietética y proteína vegetal; por lo tanto, la hoja del caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam) podría ser una alternativa potencial para el consumo humano y así, incrementar la disponibilidad de alimentos de bajo coste que son fuente de algunos de los nutrientes deficitarios en la dieta de la población guatemalteca.

Considerando que el follaje del caulote (*G. ulmifolia*) no se ha utilizado para consumo humano, en el presente trabajo se espera determinar si es apto para el mismo, no sólo en cuanto a toxicidad, sino también en cuanto a cantidad de macro y micronutrientes y las características sensoriales del follaje.

Este estudio se dividió en dos fases. En la primera fase se realizó un análisis químico proximal de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) incluyendo la determinación de fibra neutro detergente, y fibra ácido detergente, así como de minerales, seguido de un bioensayo con ratas en condiciones controladas para determinar la toxicidad de dos niveles de inclusión, 25% y 50%. En la segunda fase se determinaron los descriptores sensoriales y se evaluó la aceptabilidad y preferencia de tamalitos y sopa elaborados a base de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*).

### III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Según los resultados del tercer censo poblacional realizado en Guatemala en el año 2008, el porcentaje de desnutrición crónica es de 45.6 %. Hay deficiencia proteico-calórica en la población guatemalteca, sobre todo en el área rural, siendo los niños menores de cinco años los más afectados. Además, los alimentos complementarios de proteína tienen un costo elevado lo que limita el acceso a los mismos.

La utilización de sistemas silvopastoriles en la alimentación animal, ha impulsado el estudio de especies arbóreas cuyo follaje tiene un alto contenido proteico, que estimula la evaluación de su potencial como alternativa de alimentos no convencionales que pueden aportar proteína a bajo precio.

Al observar las cualidades nutricionales del caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam) en la alimentación animal, se hace obligatoria la siguiente pregunta: ¿Se puede utilizar el caulote en la alimentación humana sin ningún riesgo para la salud de las/los consumidores?

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Por un lado, en la población guatemalteca se observan deficiencias en las condiciones sociales, alimentario-nutricionales, ambientales y de salud, que causan una baja utilización biológica de los alimentos, lo cual conlleva alto riesgo de sufrir enfermedades y desnutrición, afectando su condición de vida. Aunado a estos factores, el desempleo, el bajo poder adquisitivo, el alto coste de vida, predisponen a la población guatemalteca, especialmente en el área rural y áreas marginales, a un inadecuado estado nutricional y un alto índice de deficiencia proteica y de micronutrientes.

Por otro lado, Guatemala cuenta con un alto potencial para la producción de cultivos tropicales y subtropicales propios de la región o introducidos en su territorio; sobre todo, por la presencia de gran diversidad de gramíneas y leguminosas.

La reducción de las zonas ganaderas ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas en la nutrición animal, introduciendo los cultivos silvopastoriles como fuente de proteína. Dentro de estos árboles se encuentra el caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam), que puede ser una buena opción como fuente de proteína no convencional y de bajo costo.

Con este estudio se espera aportar información fundamental sobre la toxicidad, la composición de macronutrientes y los descriptores sensoriales del follaje del caulote (*G. ulmifolia*), así como la aceptabilidad y la preferencia de productos elaborados con esta hoja.

## V. MARCO TEÓRICO

### A. CAULOTE (*G. ulmifolia*)

#### 1. Taxonomía

- a) **Nombre científico:** *Guazuma ulmifolia* Lam.
- b) **Sinónimos:** *Guazuma guazuma* (L.) Cockerell; *Guazuma invira* (Willdenow) G. Don; *Guazuma polybotrya* cav.; *Guazuma tomentosa* Kunth; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentella* K. Schum; *Guazuma ulmifolia* Lam. *Bubroma guazuma* (L.) Willd.; *Diuroglossum rufescens* Turcz.; *Guazuma coriacea* Rusby; *Guazuma utilis* Poepp.; *Theobroma guazuma* L. (6, 23)
- c) **Nombres comunes:** Guácima, guácimo, cuaulote, cuauolotl (lengua náhuatl); cablote; caca de mico; contamal; chicharrón; guacimillo; guácimo; guácimo blanco; guácimo caulote; guácimo de ternero; pixoy; tapaculo.(6, 15, 23)
- d) **Información Taxonómica: (23)**
- |                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| Reino               | Plantae                               |
| Phylum              | Magnoliophyta                         |
| Clase               | Magnoliopsida                         |
| Orden               | Malvales                              |
| Familia             | Sterculiaceae                         |
| Género              | Guazuma                               |
| Epíteto específico: | Ulmifolia                             |
| Nombre Científico:  | <i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam., 1789) |

#### 2. Descripción

El guácimo es un árbol de porte pequeño a mediano y puede alcanzar hasta 15 m de altura. La copa es redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas. Sus flores pequeñas y amarillas se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Crece bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24°C, de 700 a 1500 mm de precipitación/año y desde el nivel del mar a los 1200 msnm. Se da en suelos de texturas livianas y pesadas, con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5.5. (10, 15)

El Caulote es un árbol que tiene una gran variedad de usos. Produce leña de alta calidad, carbón y forraje, así como madera para carpintería general y construcción rural. Es un árbol importante en sistemas silvopastoriles ya que el forraje y los frutos son altamente nutritivos y apetecidos por el ganado. La madera tiene un amplio rango de usos: es ligera (0.45 - 0.60), fácil de trabajar y se puede usar para construcción rural, muebles, duelas de barril, cajas y embalaje, mangos de herramientas, hormas para zapato, y carbón para la fabricación de pólvora. También se usa para postes de cerca y construcciones rurales, pero no es duradera y necesita tratamiento químico si se usa para cercas. Es particularmente susceptible a termitas. (10, 15)

Su uso más extendido en América Central es para leña, la cual es de excelente calidad, fácil de rajar y secar; quema bien, con buenas brasas, bastante calor y poco humo. Se comercializa en muchos lugares. (15)

La hoja es lanceolada, 2 - 16 cm de largo, con borde serrado. El haz es liso y verde oscuro, el envés verde pálido y vellosos, con venas abultadas. Los grupos de pequeñas flores amarillas se agrupan en panículas de hasta 3 cm de largo. Los frutos son cápsulas redondas, de 1.6 - 2.4 cm de largo, muy verrugosas. Oscurecen y endurecen al madurar, y se abren regularmente por muchos poros pequeños, aunque sin liberar la semilla. Dentro hay cinco celdas con numerosas semillas blancas de 3 mm envueltas en una pulpa dulce. (6, 11, 15)

Se reportan ataques de larvas de insectos en los frutos. Las plantas jóvenes son atacadas por un escarabajo cerambícido (*Cerambix* sp) que anilla y corta la madera de tallos y ramas de hasta 3 cm de diámetro. Las hojas son atacadas por áfidos. (6)

### **3. Sistemas de finca**

Es una especie típica de pastos, orillas de carreteras y barbechos debido a que regenera fácilmente en áreas abiertas. En barbechos puede dominar la vegetación. En pastos proporciona forraje y sombra. (6)

Aunque normalmente se le encuentra como “individuos aislados” o grupos en pastos, también es plantada habitualmente en cercas vivas. A veces se

planta en plantaciones puras para leña o forraje. También en linderos y a lo largo de las carreteras y pendientes para estabilización de los suelos. (6)

#### **4. Semilla**

Los frutos maduros pueden recolectarse del árbol y ponerse a secar al sol, o también del suelo si están sanos. Se maceran para extraer la semilla, la cual una vez lavada y seca puede ser almacenada en envases herméticos a 5°C por hasta más de un año. No se conserva bien a temperatura ambiente. Cada fruto contiene de 40 a 80 semillas y hay alrededor de 150000 semillas por kg. La viabilidad de las semillas frescas es de 25 %. (6)

Las semillas están cubiertas por una capa mucilaginosa que se cree impide la germinación, y debe eliminarse como parte del pretratamiento. Un tratamiento consiste en sumergirlas en agua a 80°C por 1 o 2 minutos, después en agua fría corriente por 24 horas y luego lavarlas a mano para eliminar el mucílago. Con este tratamiento se alcanza hasta 80 % de germinación. Otro tratamiento posible con semillas secas es sumergirlas en agua hirviendo por 30 segundos para romper la cubierta. (6)

#### **5. Utilización en alimentación animal**

Las primeras investigaciones documentadas sobre la utilización de árboles en sistemas ganaderos en Guatemala son relativamente recientes. Estas se inician a finales de la década de los 70 y principios de los 80. Los trabajos realizados durante dicho proyecto básicamente persiguieron seleccionar un árbol que tuviera como características el producir forraje de alto nivel proteico y leña para la cocina. El sistema agroforestal propuesto fue el del banco forrajero, ya que lo prioritario era obtener alimento de buena calidad para la época seca. Se investigaron algunas especies tanto a nivel agronómico como a nivel de la respuesta animal, entre ellas; *Leucaena* (*L. leucocephala*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y Madre Cacao (*Gliricidia sepium*). (10)

En el cuadro número uno se presenta la densidad de árboles por hectárea y la producción de forraje de caulote, en diferentes fincas de Pinto Magdalena. (10)

### Cuadro 1

#### Densidad de árboles y producción de forraje de guácimo, en varias fincas de Pinto, Magdalena, Colombia\*

Parámetro	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
No. de Árboles/Ha	20	12	10	10
Prod. Forraje (kg MS/Ha)**	1224	734	612	536

\*Muestras 20, cada uno de 1 Ha. \*\*Promedio de tres árboles. Fuente: <http://www.fao.org> (10)

En esos estudios también se determinó la producción de biomasa del caulote (*G. ulmifolia*), según el tamaño del árbol; los resultados que se presentan en el cuadro siguiente. (10)

### Cuadro 2

#### Producción de biomasa de árboles de Guácimo, de distintos tamaños, Pinto, Magdalena, Colombia.

Tamaño árbol* MS/árbol	Kg follaje/árbol	M.S. (%)	Kg
Grande (Fuste mayor 2.35 m.)	169	44	74
Mediano (Fuste entre 1.2-2.35 m.)	106	46	49
Pequeño (Fuste menor 1.2 m.)	4.5	38	1.7

\*Número árboles muestreados tres. Fuente: <http://www.fao.org> (10)

En estudios realizados en Costa Rica, se determinó el contenido de fibra, en las fracciones FDN (Fibra Neutro Detergente, que comprende carbohidratos estructurales: celulosa, hemicelulosa y lignina), FDA (Fibra Acido Detergente, que comprende los carbohidratos presentes en el interior de la célula, como almidones, azúcares y pectina), proteína cruda y el consumo de materia seca, resultados que se observan en el cuadro 3. (10)

### Cuadro 3

**Composición química, fraccionamiento de la fibra y consumo de forrajes de tres árboles en sistemas silvopastoriles, Costa Rica.**

Variable	Leucaena	Matarratón	Guácimo
Proteína Cruda (%)	25.0	25.8	14.7
FDN (%)	47.8	43.5	49.5
FDA (%)	28.5	26.2	31.4
Consumo MS (% peso vivo)	0.512b	0.868a	0.709 <sup>a</sup>

Medias con letra distinta son diferentes ( $P < 0.05$ ) Fuente: Adaptado de Pezo *et al.*, 1990 (16)

La fibra representada en el grupo de carbohidratos, como aquellos presentes en la estructura de las membranas celulares del forraje de guácimo (FD o fibra propiamente dicha), conocidos como carbohidratos estructurales, muestra valores menores a los reportados para forrajes de gramíneas en climas cálidos (por encima de 65 % de FDN); los que se localizan en el protoplasma de la planta (FDA), nombrados como carbohidratos solubles, presentes en el interior de la célula, muestran valores relativamente adecuados en las tres densidades de árboles en Sistemas Silvopastoriles, (cuadro 4). (10)

Se realizaron estudios del valor nutritivo del fruto del caulote (*G.ulmifolia*) por medio de análisis químicos, de pruebas de digestibilidad en conejos, y de utilización en raciones para pollos como sustituto del maíz en concentrados alimenticios para aves. (15)

#### Cuadro 4

**Contenido de FDA y FDN del guácimo en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades y áreas de copa de los árboles, Pinto Magdalena, Colombia.**

DENSIDAD DE ÁRBOLES	FDA		FDN	
	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Alta (3667a)	41.71a	48.84a	45.88a	42.98 <sup>a</sup>
Testigo (2795b)	44.99a	41.96a	52.28a	44.68 <sup>a</sup>
Baja (1546c)	45.94a	33.56a	9.62a	37.77 <sup>a</sup>

Entre paréntesis área de la copa de los árboles (m<sup>2</sup>). Letras iguales no difieren (P<0.05).  
Fuente: Adaptado de Botero *et al.*, 1995 (2)

Los porcentajes de digestibilidad de los nutrimentos que lo componen fueron más bajos que los del maíz, sobre todo en lo que se refiere a la fibra cruda. El caulote (*G. ulmifolia*) puede substituir al maíz en un 12 % en las dietas de uso práctico para la alimentación de aves de corral sin perjuicio de su crecimiento y sin que esto altere la eficiencia de utilización de la ración en forma significativa. (3)

Es probable que el efecto depresor observado en el crecimiento de los pollos al utilizar cantidades mayores del 12 % se deba al alto contenido de fibra cruda del material. (3)

En otros estudios se agregó hasta 48 % de caulote en la dieta, sin que esta adición produjera mortalidad en los animales de experimentación, lo que podría ser una indicación de que éste no contiene materiales tóxicos. (3)

Estudios realizados en animales rumiantes demostraron que sus hojas y frutos son palatables y comestibles para el ganado. (3)

En El Sauce (Nicaragua) se utilizan hojas secas, molidas a mano y mezcladas con sorgo para suplemento de proteína a gallinas. Comparado con la dieta tradicional de sorgo, se notó un aumento en la producción diaria de huevos. (6)

El follaje de guácima es consumido de buena gana por las vacas, los caballos, los pecaríes de collar y los tapires y ha sido usado para alimentar

orugas de seda Durante los períodos de sequía, los animales consumen incluso las hojas caídas. (6, 9)

## **6. Utilización de los frutos de caulote (*G. ulmifolia*) en alimentación animal**

### **a) Recolección de los frutos**

Cuando los frutos están maduros (color negro), del árbol o del suelo, se colectan normalmente de 3 a 4 veces a la semana durante la época de maduración. Se guardan bajo sombra en un lugar seco, sobre una base (Ej. plástico) que evita que se pudran. Normalmente se suministran el mismo día/semana de recolección. Se puede guardar el excedente hasta por 6 meses, aunque pierde valor nutritivo si no se protege de la humedad y de altas temperaturas. (6)

### **b) Preparación de los frutos**

Como los frutos son duros, se recomienda molerlos o triturarlos. Para cantidades grandes se usa un hueco en el suelo (0.5m ancho, 0.5- 1m profundo) con la base y bordes cubiertos de cemento para evitar contaminación con tierra. Para triturarlos se golpean en el hueco con un mazo. Para animales mayores de un año, se trituran en pedazos pequeños (menores de 1cm diámetro) para que no se atoren en la garganta. Para terneros jóvenes es mejor molerlos. (6)

### **c) Cantidad recomendada**

Animales mayores de 1 año: 2.5 kg/animal/día. Para adaptar el animal al suplemento empezar con 1.5 kg/animal/día aumentando 0.5 kg durante 3 días.

Terneros mayores de 3 meses: empezar con 0.2 kg/animal/día, aumentar 0.2 kg por día hasta llegar a la ración completa (1 - 1.5 kg/animal/día). Para vacas lecheras se suministra una vez al día, después del ordeño, con lo cual pueden producir 6 kg de leche al día. Se puede dar solo o combinado, en cantidades menores (Ej. 2 kg), con otros suplementos (pulimento de arroz, caña). (6)

**d) Ventajas**

Ayuda a mantener la producción de leche en la época seca. Mejora el estado físico, desarrollo y reproducción de los animales (mayor frecuencia de celo, porcentaje de preñez, aumento en peso). Los frutos contienen cantidades importantes de proteínas y carbohidratos para aumentar la producción de leche. En las fincas los frutos abundan en la época cuando el pasto es escaso y de baja calidad. Según los productores, es más económico que comprar concentrados. (6)

**e) Desventajas**

Se requiere mano de obra permanente para recolectar y procesar los frutos. Si no hay árboles suficientes para suplir la demanda de los animales deberá conseguirlos de fincas cercanas o priorizar su uso con vacas en producción y sementales. (6)

**7. Otros usos**

**a) Artesanal (madera). Artículos torneados y decorativos e instrumentos musicales** (violines y tapas de guitarra). (5, 11)

**b) Comestible (fruto, dulces, bebidas) (semilla, fruto, flor).** El fruto verde mucilaginoso es dulce y se come crudo, molido o seco; los niños los comen como golosina. Con las semillas y frutos maduros se preparan tortillas, atole y pinole. Se puede preparar una bebida machacando el fruto en el agua. Flor comestible. (11)

**c) Fibras (tallo joven, corteza, hoja).** Producen fibras fuertes que se usan para hacer sogas y cordeles. (11)

**d) Industrializable (corteza, fruto).** El cocimiento de la corteza, el jugo o los frutos macerados en agua, se utilizan para clarificar jarabes en la manufactura del azúcar de caña, cuando se hace la melaza. Se usa para limpiar el guarapo de la caña, al hacer la melaza. (11)

**e) Medicinal (fruto, flor, corteza, hoja, raíz)** Propiedades y acciones: astringente, emoliente, refrigerante, sudorífica, estomáquica, antiulcerogénica, antioxidante, depurativa, diaforética, citotóxica, pectoral, antifúngica, antiamebiana, antibacteriana e hipocolesterolémica.

Frutos: se usan contra las inflamaciones, disentería, erupciones cutáneas, diarrea (con sangre) y enfermedades del riñón (cistitis). Mucilago (untado): contusiones. Hojas, corteza: antiespasmódico, retención de orina, afecciones pectorales, catarro, antipirético, dolor de abdomen, antibiótico, antidiabético, antiinflamatorio, antiséptico, astringente, caída de cabello, purgante. Uno de los remedios más populares contra los padecimientos gastrointestinales. Corteza, hojas, brotes tiernos, raíz y frutos: para curar llagas, retención de orina, sífilis, tos, paludismo, inapetencia y afecciones epiteliales. Se usa también para contrarrestar la fiebre, gripa, vómito, diabetes, gastritis, reumatismo, elefantiasis y como desinfectante. A nivel cutáneo en erupciones, dermatitis, heridas leves y cuero cabelludo se utiliza la infusión de esta planta como té o aplicando directamente la savia. En Belice, la corteza hervida por 10 minutos se bebe para la disentería y la diarrea, ayuda en los problemas de próstata y se usa como un estimulante uterino para acelerar el parto. (11)

Externamente el té es usado para llagas, infecciones y salpullido. En Brasil el té de corteza es considerado diaforético y se usa para fiebres, resfriados, bronquitis, asma, neumonía y problemas del hígado. En Perú, la corteza y las hojas en infusión son empleadas para desordenes del hígado y riñón y contra la disentería. (11)

Planta: alopecia, asma, bronquitis, erisipela, dermatitis, heridas, hongos en la piel, elefantiasis, fiebre, hepatitis, lepra, malaria, nefritis, pulmonosis, gonorrea y sífilis.

Extractos de hoja y corteza han demostrado clínicamente actividad antibacterial y antifúngica contra numerosos patógenos. (11)

- f) Saborizante (semilla, fruto).** La semilla molida se usa para saborizar el chocolate. También se consume tostada como el café. Las semillas contienen 50 % de aceite no secante muy apropiado para la industria alimentaria. En grandes cantidades produce obstrucción intestinal. (11)

## 8. Composición

Las hojas poseen cerca de 17 % de proteína bruta, con una digestibilidad *in vitro* de 40 a 60 %. La fruta verde seca de América Central obtuvo 8.4 % de humedad, 30.4 % de fibra cruda, 7.9 % de proteína, 3.5 % de grasas y 5.0 % de ceniza. El material dio un resultado de 40.4 % de nutrimentos digeribles y los amino ácidos principales fueron el ácido glutámico y el ácido aspártico. Otro análisis de las frutas (presumiblemente maduras), procedente de Panamá, mostró 20.0 % de humedad, 6.1 % de proteína, 1.2 % de grasas, 32.2 % de fibra cruda y 6.0 % de ceniza. Las hojas tienen un contenido impresionante de nutrimentos. Haciendo los cálculos en base al peso seco, una muestra procedente de América Central obtuvo 17 % de proteína, 26 % de fibra y 9 % de ceniza. (9)

## 9. Factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras

Los Factores Antinutricionales (FAN), son sustancias presentes en las semillas de leguminosas que en determinadas proporciones pueden afectar negativamente la utilización nutritiva del alimento. No están presentes en todas ellas y las concentraciones varían mucho entre especies vegetales de interés. (20)

Los FAN más frecuentes en plantas forrajeras son: fenoles, tóxicos nitrogenados, esteroides y terpenos. Estos compuestos tienen la función de defensa contra la herbivoría y pueden tener efectos negativos en los mamíferos, como reducción de la palatabilidad, consumo voluntario y digestibilidad de la materia seca y proteína. (13)

## B. PRUEBAS DE TOXICIDAD

Se define como toxicidad “el estudio cualitativo y cuantitativo de los efectos deletéreos ocasionados por agentes químicos y físicos sobre la estructura y función de los sistemas vivos y la aplicación de estos estudios para la evaluación de la seguridad y la prevención de daños al hombre y a las formas de vida útiles” (18)

En cuanto a términos, cualitativo se refiere al tipo de órgano afectado, mientras que cuantitativo se refiere a la relación dosis- respuesta. Únicamente la dosis

determina la toxicidad. Los ensayos de toxicidad aguda están referidos a los efectos de corto plazo. El objetivo de los mismos es evaluar el riesgo o el peligro potencial que un agente químico o físico puede ocasionar sobre la salud humana cuando es objeto de exposiciones agudas o crónicas. (18)

Los estudios de toxicidad aguda, también conocida como dosis única o Dosis Letal 50 (DL<sub>50</sub>) consisten en administrar el compuesto sólo una vez (ensayo de 24 horas) y control de sobrevivientes durante 7 – 15 días, a dos especies (normalmente ratas y ratones); dos vías de administración (una es oral y la otra parenteral), en animales de una especie en particular, cepa, edad y peso que son mantenidos bajo condiciones controladas de dieta, jaulas, temperatura, humedad relativa y tiempo de dosificación, tal como se muestra en el cuadro 5. (18)

### Cuadro 5

#### Factores que influyen en los ensayos de DL<sub>50</sub>

Factores a considerar	Descripción
Especies	Diferencias metabólicas
Cepas	Diferencias enzimáticas
Sexo	Nivel hormonal, preñez
Edad, peso	Hígado, Función renal, actividad microsomal enzimática
Medio ambiente	Alojamiento, manejo de la humedad relativa, temperatura, actividad
Dieta	Proteínas, grasas, proporción
Modo de administración	Ruta, velocidad de administración
Formulación	Vehículo, volumen, pH, osmolaridad

Fuente: Rivera-Huerta et al. 2006 (18)

Por razones prácticas y económicas las especies convencionales para este tipo de estudio son los roedores, ya que son animales monogástricos como los cerdos y los humanos; por razones éticas se recomienda trabajar con un pequeño número de animales para cada dosis. (18)

### C. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA

La digestibilidad de la proteína se refiere a la capacidad del organismo de extraer los aminoácidos y el nitrógeno contenidos en la proteína para que puedan ser absorbidos por el intestino. La digestibilidad se mide por diferencia entre el nitrógeno que se ingiere en la dieta y el excretado en las heces: (Nitrógeno alimentario – nitrógeno fecal/nitrógeno alimentario); ésta se conoce

como “digestibilidad aparente”. Sin embargo, en el nitrógeno fecal hay una parte que proviene de pérdidas obligatorias del intestino por lo que es más exacto calcular la “digestibilidad verdadera” –DV- de una proteína de la siguiente forma: (25)

$$DV = \frac{N \text{ alimentario} - (N \text{ fecal} - N \text{ por pérdidas obligatorias})}{N \text{ alimentario}} * 100$$

La digestibilidad será igual a 100 cuando el nitrógeno ingerido sea totalmente absorbido; ese, es el ideal. El contenido en nitrógeno en las heces representa la cantidad no absorbida, es decir la proporción de proteínas que por sus características físicas o propiedades químicas resistieron el ataque de las enzimas proteolíticas. Parte de estas pérdidas fecales representan las pérdidas obligatorias de nitrógeno que provienen de las secreciones endógenas. (24)

La digestibilidad proteica de una dieta puede variar por las causas siguientes:

- Características intrínsecas de sus proteínas, por ejemplo, las proteínas de origen animal tienen mejor digestibilidad que las de origen vegetal;
- La existencia de componentes que interfieran con la digestión, por ejemplo fibra alimentaria, polifenoles e inhibidores de tripsina;
- Alteraciones en el proceso de liberación de los aminoácidos por ejemplo, cuando se forman complejos de proteínas o aminoácidos con otros componentes de la dieta. (25)

Tomando en cuenta estos factores, se ha asignado porcentajes estándar de digestibilidad según la composición de las dietas: 75- 90 % para dietas mixtas o que incluyen todos los alimentos mencionados anteriormente. (25)

#### **D. CALIDAD DE LA PROTEÍNA**

Además de conocer la cantidad de proteína en un alimento, la composición de aminoácidos de esa proteína, su digestibilidad y biodisponibilidad, es necesario conocer la capacidad de la misma de satisfacer los requerimientos nutricionales de las personas de diferentes edades y promover un crecimiento adecuado o sea, la calidad de la proteína. Los métodos biológicos más empleados para evaluar la calidad de la proteína son razón de eficiencia proteica (REP), razón de

proteína neta (RPN), utilización de proteína neta (UPN), valor biológico y utilización de proteínas por hígado (UPH). (4, 25)

Para estudios de la calidad de proteína, el animal más utilizado es la rata albina, machos preferiblemente, recién destetados con un peso inicial de 64 – 68 g. Las cepas más utilizadas son Wistar y Sprague Dawley. (4, 25)

Los animales deben de estar en jaulas individuales anticoprofágicas, que permiten cuantificar el alimento ingerido y coleccionar las heces y la orina. La habitación debe de tener una temperatura de 22 – 24°C y humedad relativa de 50 a 65 %. Las dietas utilizadas deben contener todos los nutrimentos en las cantidades que cubran el requerimiento diario. Las dietas de control que se utilizan con mayor frecuencia son aquellas cuya fuente proteica es caseína suplementada con metionina o una dieta libre de nitrógeno con 4 % de proteína de huevo, comparándolas con la dieta proteica que se desea evaluar. A continuación se describen los métodos más empleados y con más pertinencia para evaluar la calidad de proteína. (4, 25)

### **1. Razón de eficiencia proteica (REP)**

También llamada índice de eficiencia proteica (PER). Esta prueba consiste en alimentar ratas durante 14 a 28 días con una dieta que contiene la proteína en estudio en una concentración de 9.1 %. Se relaciona la ganancia de peso obtenida con la cantidad de proteína ingerida por medio de la siguiente ecuación: (4, 14)

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{Cantidad de proteína ingerida (G)}}$$

### **2. Razón de proteína neta (RPN)**

Expresa la relación entre el peso corporal ganado y la ingesta de nitrógeno por el animal experimental, medida durante aproximadamente 14 días. (4)

### **3. Utilización de proteína neta (UPN)**

Este toma en cuenta las pérdidas de nitrógeno durante la digestión y expresa la proporción de nitrógeno ingerido que fue retenido en el organismo. La utilización proteica neta también se puede calcular a partir del valor biológico multiplicado por la digestibilidad. (14)

#### 4. Valor biológico

Consiste en calcular la proporción de nitrógeno absorbido que se retiene para el crecimiento y mantenimiento de la estructura tisular. La ecuación que se usa es la siguiente: (4, 25)

$$VB = \frac{N \text{ retenido} * 100}{N \text{ absorbido}}$$

$$\frac{N \text{ absorbido} - (N \text{ urinario} - N \text{ urinario obligatorio}) * 100}{N \text{ alimentario} - (N \text{ fecal} - N \text{ fecal obligatorio})}$$

#### E. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales. (27)

El análisis sensorial es una herramienta útil en el mejoramiento de productos, en control de calidad, en estudios de almacenamiento y en desarrollo de procesos. Toda prueba que incluya paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de pruebas y análisis estadísticos apropiados. Solamente de esta manera, el análisis sensorial podrá producir resultados consistentes y reproducibles. El análisis sensorial de alimentos se divide en dos tipos: pruebas orientadas al producto y pruebas orientadas al consumidor. (27)

##### 1. Pruebas orientadas al producto

Son pruebas que se utilizan para obtener información sobre características sensoriales, como olor, color, sabor, textura y apariencia de productos similares. Se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Estos se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares. Por lo general, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial. (27)

Los panelistas o jueces semi-entrenados, llamados también jueces de laboratorio, poseen un entrenamiento teórico similar a los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente

habilidad como parte de grupos de panelistas; son necesarias entre 3 y 4 repeticiones por juez. (27)

## **2. Pruebas orientadas al consumidor**

Son pruebas que permiten obtener información sobre el nivel de agrado o la preferencia de consumidores hacia los alimentos. Se selecciona una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios. (26)

Por lo general en este tipo de pruebas se entrevistan de 100 a 500 personas. Las pruebas pueden realizarse en un lugar central tal como un mercado, una escuela, centro comercial, centro comunitario o también en los hogares de los consumidores. (26)

## **3. Pruebas de preferencia**

Las pruebas de preferencia permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada. Las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia. Los resultados obtenidos en la prueba se analizan utilizando una prueba binomial de dos extremos. (1, 26)

## **4. Pruebas de aceptabilidad**

Se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo). (1, 26)

En esta prueba se pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas, en base a su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta la más aceptada. (26)

## **VI. OBJETIVOS**

### **A. OBJETIVO GENERAL**

Generar información sobre el uso de la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*) como alternativa para alimentación humana.

### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la composición bromatológica y mineral de la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*).
2. Evaluar la toxicidad de dos niveles de inclusión de la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*).
3. Evaluar la aceptabilidad de la hoja de caulote (*Guazuma ulmifolia*) en fresco.

## **VII. HIPÓTESIS**

- A. La inclusión de la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*) como alimento, no causa toxicidad en ninguno de los grupos de ratones evaluados.
- B. La aceptabilidad de la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*), es similar a la de otras hojas utilizadas en la alimentación humana.

## **VIII. ÁREAS INVESTIGADAS**

La evaluación de la toxicidad se realizó *in vivo* utilizando ratas (Wistar) como animal experimental y hojas deshidratadas crudas de caulote (*Guazuma ulmifolia*).

La respuesta de las/los consumidores se determinó en el estudio de aceptabilidad y preferencia, que se realizó en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **IX. MÉTODOS, MATERIALES Y TÉCNICAS EMPLEADAS**

### **A. MÉTODOS**

Para la elaboración de este trabajo se colectaron aproximadamente 25 Kg. de hojas de caulote, se colocaron en bolsas plásticas dentro de una hielera con hielo en cubos para evitar la pérdida de humedad y fueron transportadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde fueron secadas a 60°C durante 48 horas.

Se les realizó el análisis químico proximal, utilizando el método Weende (12) para determinar la composición química: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y se calculó el extracto libre de nitrógeno. Posteriormente, se determinó la fibra neutro detergente y fibra ácido detergente. Se seleccionaron 100g de la muestra y se enviaron al Laboratorio de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, para determinar el contenido de los minerales siguientes: Calcio, Fósforo, Magnesio, Sodio, Nitrógeno, Potasio, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc.

El resto de la muestra se utilizó para las pruebas de toxicidad, la cual se realizó en el bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP.

Se hizo una prueba de aceptabilidad de “tamalitos con hojas de caulote” y “sopa de caulote” con un grupo de jueces consumidores; además, se evaluó la preferencia entre estos productos.

### **B. ESTUDIO DE TOXICIDAD**

El estudio de toxicidad se realizó en el bioterio del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Se utilizaron 16 ratas, machos y hembras de 6 semanas de edad. Las ratas fueron pesadas y se dividieron en dos grupos de 8 animales cada uno, cuatro hembras y cuatro machos. Los animales fueron alimentados con dos dietas que contenían diferente cantidad de hojas de caulote (*G. ulmifolia*).

Con estas dietas, en la harina de hojas de caulote (*G. ulmifolia*) las ratas del grupo uno recibieron 5.18 gramos de proteína y 4.95 gramos de fibra; las ratas del grupo dos, 10.36 gramos de proteína y 9.9 gramos de fibra.

La composición de las dietas se observa en el cuadro 6.

**Cuadro 6**

**Composición porcentual de las dietas administradas a las ratas, en el estudio de toxicidad aguda. Guatemala, octubre 2010**

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1 gramos</b>	<b>Dieta 2 gramos</b>
Harina de hoja de caulote	25	50
Harina de soya	14	12
Harina de maíz	32	28
Minerales	4	1
Vitaminas	1	4
Aceite	5	5
Celulosa	5	0
Almidón	14	0
Total	100	100

Fuente: Primaria, Pérez N. 2010

## **C. EVALUACIÓN SENSORIAL**

### **1. Descriptores sensoriales de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*)**

Para determinar los descriptores sensoriales se cocieron hojas de caulote durante 20 minutos. Únicamente se utilizó agua y sal. La evaluación fue realizada en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por tres jueces entrenadas.

### **2. Selección del grupo de evaluadores**

Se llevaron a cabo pruebas sensoriales para determinar la aceptabilidad de los tamalitos y la sopa de caulote con un grupo de 89 personas, 47 mujeres y 42 hombres, en el rango de edad de 18 a 31 años, con un promedio de edad de 22 años, procedentes de la ciudad capital. Las personas seleccionadas fueron las que informaron que consumían dentro de su dieta otras preparaciones con hojas, como tamalitos de chipilín, tamalitos de loroco,

sopa de hojas de bledo, sopa de chipilín, sopa de puntas de güisquil u otras sopas que incluyen hojas.

### **3. Prueba hedónica dirigida a consumidores**

Cada muestra se codificó previamente con números de tres dígitos utilizando la tabla de números aleatorios y cada participante degustó cada una de las muestras que se le presentaron y la calificó en una escala hedónica de cinco puntos.

A cada persona se le entregó una muestra del tamalito de caulote, de aproximadamente 60g y una muestra de sopa de caulote, de aproximadamente 50g. Además, se les entregó una boleta (ver anexo C.2) para que, después de probar la muestra, calificaran cada uno de los productos en cuanto a su aceptación. Todos los jueces recibieron instrucciones verbales y escritas de cómo realizar la evaluación y cómo anotar sus resultados.

Los resultados de aceptación de las muestras se analizaron con estadística descriptiva, y se comparó la diferencia de aceptabilidad de tamalitos y sopa por medio de un análisis de varianza para determinar si hay diferencia significativa en la aceptación de uno de los dos productos evaluados. De la misma forma, se comparó la preferencia por una de las dos preparaciones. Se evaluó si significativamente más de la mitad de los jueces (a 95% de confianza) prefirió una de las presentaciones mediante una prueba de  $\chi^2$ .

## X. RESULTADOS

### A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ULMIFOLIA*)

En los cuadros 7 y 8 se presenta el valor nutricional de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) fresca, en base húmeda y en base seca.

Los minerales que se encuentran en mayor cantidad se expresan como g por ciento y los que se encontraron con menor concentración se reportan como mg por ciento.

Como es característico en otras hojas comestibles, el contenido de humedad y fibra neutro y ácido detergente, es alto en la hoja de caulote (*G. ulmifolia*).

#### Cuadro 7

**Análisis químico proximal y fracciones de la fibra de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*).**

**Guatemala, julio de 2010.**

Análisis	Base Húmeda	Base Seca
<b>Humedad (%)</b>	75.73	---
<b>Materia Seca (%)</b>	24.27	---
<b>Proteína cruda (%)</b>	5.03	20.71
<b>Fibra cruda (%)</b>	4.81	19.80
<b>Extracto etéreo (%)</b>	0.34	1.42
<b>Ceniza (%)</b>	3.59	14.78
<b>Extracto Libre de Nitrógeno (%)</b>	10.50	43.29
<b>Fibra Neutro Detergente (%)</b>	15.58	64.19
<b>Fibra Ácido Detergente</b>	4.47	18.40

Fuente: Primaria, Pérez N. 2010

### Cuadro 8

Contenido de minerales de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*).  
Guatemala, julio de 2010.

Mineral	Base Húmeda	Base Seca
Nitrógeno (g/100 g)	0.67	2.75
Calcio (g/100 g)	0.52	2.13
Fósforo (g/100 g)	0.04	0.18
Potasio (g/100 g)	0.46	1.88
Magnesio (g/100 g)	0.11	0.44
Sodio (mg/100g)	11.04	45.0
Hierro (mg/100 g)	3.28	13.5
Zinc (mg/100 g)	0.61	2.5
Cobre (mg/100 g)	0.24	1.0
Manganeso (mg/100 g)	1.33	5.5

Fuente: Primaria, Pérez N. 2010

La cantidad de proteína, calcio y hierro también es relativamente alta; sin embargo, se debe considerar que la biodisponibilidad del calcio y hierro es baja por ser de origen vegetal.

## B. RESULTADOS DEL BIOENSAYO EN RATAS

### 1. Toxicidad aguda de la hoja de Caulote (*G. ulmifolia*)

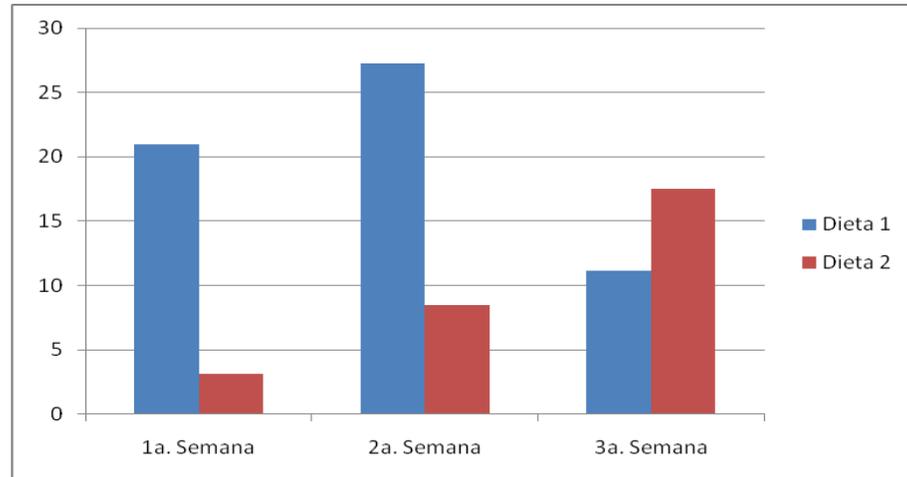
En los 18 días que duró el estudio, ninguna de las ratas murió. No se presentó indicio de toxicidad como: caída del pelo, agresividad o aislamiento; todas las ratas crecieron normalmente, por lo que el resultado de la prueba de toxicidad aguda se considera negativo.

#### a) Aumento de peso

En la figura 1 se observan los resultados promedio del aumento de peso en las ratas al consumir dietas con diferentes porcentajes de proteína proveniente de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*). En el anexo G se encuentra la tabla de estos datos.

Figura 1

**Aumento de peso promedio en las ratas, según el porcentaje de proteína de harina de hoja de caulote, administrada en la dieta. Guatemala, octubre de 2010.**



Fuente: Primaria, Pérez N. 2010

Se observa que el aumento de peso de las ratas, durante los 18 días de duración del experimento, fue constante. Los animales alimentados con la dieta No. 1 (25% de harina de hoja de caulote), aumentaron más peso que las ratas alimentadas con la dieta No. 2 (50% de harina de hoja de caulote). Los datos correspondientes a la tercera semana, únicamente incluyen tres días.

#### **b) Alimento consumido**

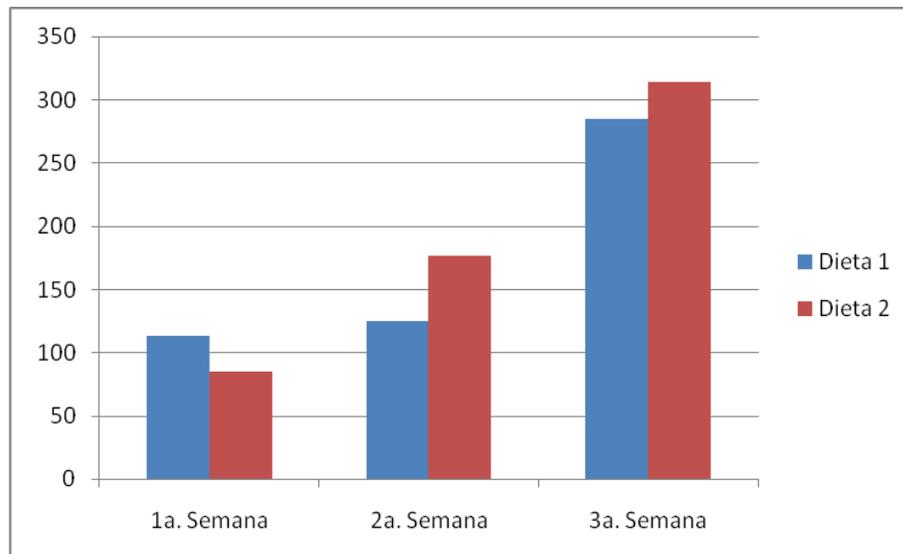
En la figura 2 se observan los resultados del promedio de peso de alimento consumido según el porcentaje de harina de hoja de caulote (*G. ulmifolia*) en la dieta.

De la misma forma que el aumento de peso, el consumo de alimento fue constante, aumentando cada semana la cantidad de alimento consumido en relación a la ganancia de peso. Los datos de la tercera semana corresponden a tres días de consumo; proporcionalmente aumentan si se proyecta a una semana.

**Figura 2**

**Cantidad de alimento consumido, según porcentaje de proteína en la dieta.**

**Guatemala, octubre de 2010.**



**Fuente: Primaria, Pérez N. 2010**

En el siguiente cuadro se presenta la composición nutricional de las dietas ofrecidas a cada uno de los grupos en estudio.

**Cuadro 9**

**Composición nutricional, como alimento y en base seca, de las dietas ofrecidas a los animales en estudio.**

**Guatemala, octubre 2010.**

Análisis	Dieta 1		Dieta 2	
	Como alimento	Base seca	Como alimento	Base seca
Agua (%)	10.91	---	10.70	---
Materia Seca (%)	89.09	---	89.30	---
Extracto etéreo (%)	11.80	13.25	7.50	8.40
Fibra cruda (%)	9.39	10.53	14.20	15.90
Proteína cruda (%)	13.10	14.70	16.55	18.53
Cenizas (%)	7.47	8.38	9.84	11.01
Carbohidratos (%)	---	53.14	---	46.15

**Fuente: Primaria, Pérez N. 2010**

### C. DESCRIPTORES SENSORIALES DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)

En el cuadro 10 se presentan los descriptores sensoriales consensuados por 3 jueces entrenadas.

Resalta en la descripción lo ligoso y rasposo de esta hoja, lo cual la hace especial. Lo rasposo puede ser desagradable y al comparar las hojas tiernas con las sazonas, parece que las sazonas son más rasposas y tienden a “ahogar” al tragarlas. Lo viscoso del agua y de la hoja es interesante porque recuerda la característica de la pectina.

#### Cuadro 10

Resultados de los descriptores sensoriales de la hoja del árbol de caulote (*G. ulmifolia*).

Guatemala, octubre de 2010.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN ESTABLECIDA
<b>OLOR</b>	A hierba cocida; recuerda el olor a tuza cocida
<b>COLOR</b>	Hoja: verde intenso, pardo Agua de cocción: Amarillo ámbar
<b>SABOR</b>	Neutro
<b>TEXTURA</b>	Hoja suave, ligosa, rasposa

### D. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA DE PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)

#### 1. Prueba de aceptabilidad

En una escala de 1 a 5 (1 menos aceptable, 5 más aceptable), el promedio de aceptabilidad del tamalito de la hoja del árbol de caulote (*G. ulmifolia*) fue de 4.31.

Utilizando la misma escala, la aceptabilidad de la sopa de la hoja del árbol de caulote (*G. ulmifolia*) fue de 2.96. El análisis de varianza indica que la diferencia de aceptabilidad es estadísticamente significativa  $P < 0.001$ .

## 2. Prueba de preferencia

El tamalito de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) fue preferido por 88% de los consumidores; en el caso de la sopa de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) la preferencia fue 12 %.

En cuanto a la prueba de preferencia, 78 jueces prefirieron el tamalito, lo cual es significativamente mayor de 50% ( $\chi^2=50.4$ ,  $P<0.05$ ).

## XI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### A. COMPOSICIÓN DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)

Los valores bromatológicos de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) en cuanto a macronutrientes son similares a los reportados por Francis en 1995; sin embargo, los valores de la proteína se encuentran un poco más altos y los de fibra más bajos. Estos cambios pueden deberse a factores como: la edad de la hoja al momento de la recolección, época del año y tipo de suelo donde se encuentra plantado el árbol.

Al comparar la cantidad de macronutrientes con el reportado para otras hojas de consumo humano, se observa que la hoja de caulote tiene menor cantidad de proteína, mayor cantidad de fibra y cenizas, como se observa en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11**

**Contenido de proteína, fibra y cenizas, base seca, de diferentes hojas utilizadas para el consumo humano (g/100g)**

HOJA	PROTEÍNA	FIBRA	CENIZA
<b>Caulote (<i>G. ulmifolia</i>)</b>	20.71	19.80	14.78
<b>Maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>)</b>	24.00	16.70	9.80
<b>Espinaca (<i>Spinacea oleracea</i>)</b>	25.00	----	----
<b>Macuy (<i>Solanum sp</i>)</b>	27.29	2.72	10.06
<b>Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>)</b>	34.20	5.74	5.74
<b>Berro (<i>Nasturtium officinale</i>)</b>	15.59, 32.30	----	----
<b>Bledo (<i>Amaranthus sp</i>)</b>	23.80, 33.54	6.01	13.86

Salazar de Ariza, 2008 (21), Elías, Bates y Bressani, 1969 (7)

El contenido de minerales en las hojas de caulote es similar a la concentración de minerales en otras hojas comestibles; sin embargo, llama la atención el alto contenido de calcio y magnesio, el cual es el doble de lo

reportado para hojas de bledo (*Amaranthus sp*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y macuy (*Solanum sp*). (21)

La concentración de hierro es de 135 partes por millón, equivalente a 13.5 mg%, en base seca. Este hierro no es tipo hem y generalmente se encuentra unido a la fibra o a oxalatos por ser hierro inorgánico; por lo tanto, la biodisponibilidad del hierro es considerablemente baja. Si se combina con vitamina C o frutos con alto contenido de esta vitamina, como los cítricos, la biodisponibilidad del hierro puede elevarse.

Los otros minerales: sodio, potasio, cobre, zinc y manganeso, se encuentran en las concentraciones esperadas en este tipo de muestras.

## **B. BIOENSAYO EN RATAS WISTAR**

### **1. Prueba de toxicidad**

Con los resultados de la prueba de toxicidad se puede decir que la hoja de Caulote (*Guazuma ulmifolia*), no es tóxica para humanos. Sin embargo, llama la atención que en las ratas alimentadas con 50% de harina de hojas de caulote, la forma y la cantidad de heces producidas fue mayor en cantidad y tamaño. Es importante realizar estudios posteriores para determinar cómo el organismo humano puede aprovechar los nutrientes de Caulote (*Guazuma ulmifolia*), ya que el alto contenido de fibra en humanos podría aumentar el peristaltismo intestinal y disminuir la absorción de nutrientes.

### **2. Ganancia de peso y consumo de alimento**

El promedio de aumento de peso observado, refleja aspectos positivos. Los machos de los dos grupos fueron los que más peso ganaron. La ganancia de peso en las hembras fue menor y en el grupo número dos, dos de las hembras perdieron 1 y 5 gramos de peso corporal. En la segunda y tercera semana todos los animales ganaron peso.

El crecimiento de las ratas del primer grupo se considera normal. Los animales del segundo grupo, con mayor porcentaje de hoja de caulote, recibieron mayor cantidad de proteínas y mayor cantidad de fibra. En este grupo, la ganancia de peso fue menor, a pesar de que el consumo de

alimento también fue mayor. Esta situación se debe a que las ratas recibieron mayor cantidad de fibra que lo requerido por ellas, lo que favorece que el tiempo de pasaje del contenido gastrointestinal se acelere, afectando la digestión de los nutrimentos.

El consumo de alimento fue en aumento, estando en concordancia con el crecimiento de los animales. Las ratas del grupo número dos consumieron poco alimento durante la primera semana del experimento; sin embargo, en la segunda semana de experimentación, el consumo de alimento se duplicó y se mantuvo en aumento durante la tercera semana. En el grupo número uno, el consumo de alimento fue constante a través de los 18 días que duró la investigación.

#### **C. DESCRIPTORES SENSORIALES DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)**

La característica que más destaca de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*), es su textura fibrosa que da la sensación de raspar y también lo ligoso. Los jueces detectan rápidamente esta característica que puede deberse a la madurez de la hoja o al tiempo de cocción de únicamente 20 minutos. Cabe destacar que las muestras en evaluación no fueron seleccionadas; por lo tanto, había hojas tiernas y hojas muy maduras, con una textura mucho más firme.

Sin embargo, la característica rasposa de la hoja se mantiene aún cuando se preparó la sopa, la cual fue elaborada con hojas tiernas y a las cuales se les dio un tiempo de cocción mayor a una hora, por lo que lo rasposo debe atribuirse a la característica de la fibra.

Es importante mencionar que dentro de todas las hojas de consumo humano, no hay ninguna que supere los 30 minutos de cocción para obtener una textura suave, por lo que prolongar la cocción de la hoja de caulote para eliminar la característica de rasposa, no tiene sentido.

#### **D. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA DE PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE LA HOJA DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)**

Para evaluar la aceptabilidad y la preferencia de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) se elaboraron tamalitos y sopa. Esta determinación se basó en que en

la cultura gastronómica guatemalteca, las personas aprecian los tamalitos y las sopas. No se comparó con productos que tuvieran otro ingrediente porque interesaba saber si la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) sería aceptada en estas presentaciones, como una alternativa de alimentación.

Los tamalitos fueron elaborados con un peso aproximado de dos onzas, para que cada porción fuera suficiente para poder ser degustada varias veces si fuera necesario. La porción de sopa fue de aproximadamente 1.5 onzas fluida, con el mismo propósito.

La aceptabilidad del tamalito de hojas de caulote (*G. ulmifolia*) fue estadísticamente mayor a la aceptabilidad de la sopa conteniendo las mismas hojas. Aunque la mayoría de las/los jueces prefirieron el tamalito y verbalmente preguntaban si había para llevar, expresaron en sus comentarios que la hoja se siente rasposa, pero que tiene buen sabor. Algunos preguntaron si era chipilín, que es el tamalito más conocido.

Con respecto a la sopa, solamente 7 personas le dieron el mayor puntaje (me gusta mucho) y la prefirieron al tamalito.

Tanto la aceptabilidad como la preferencia de los/las jueces hacia los tamalitos puede deberse a lo tosco de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) que da la sensación de raspar. Esta característica de la hoja de caulote tiende a pasar desapercibida en el tamalito, por la consistencia de la masa y otros ingredientes, no así en la sopa. Además, la sopa fue elaborada únicamente con hojas de caulote (*G. ulmifolia*), sal y agua, agregándole cebolla, tomate y ajo. Estos ingredientes fueron sofritos en aceite vegetal y agregados a la sopa. No se utilizaron otros ingredientes como consomé, sopas comerciales de pollo o res o aderezos, para evitar que el sabor de éstos influyera en la aceptación de la sopa y quedara enmascarado lo rasposo de la hoja.

La segunda hipótesis sobre la aceptabilidad de la hoja del árbol de Caulote (*G. ulmifolia*), se comprueba porque fue similar a la de otras hojas: Berro (*Nasturtium officinale*), Macuy (*Solanum sp*), Bledo (*Amaranthus sp*), Chipilín (*Crotalaria longirostrata*), Espinaca (*Spinacea oleracea*) y Maní forrajero (*Arachis pintoi*), especialmente cuando se prepara en forma de tamalito.

## **XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **A. CONCLUSIONES**

En función de los objetivos que se plantearon al principio de este estudio, al considerar los resultados obtenidos, comprobar las hipótesis y comparar con la bibliografía consultada, se presentan las conclusiones relacionadas al análisis químico nutricional y evaluación de la toxicidad de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) y la evaluación de aceptabilidad y preferencia de los tamalitos y sopa elaborados con la misma:

1. La hoja de caulote (*G. ulmifolia*) no es toxica; por lo tanto, puede ser consumida por humanos.
2. En la composición nutricional de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) sobresale su alto contenido de proteína, aunque inferior a otras hojas utilizadas en alimentación de humanos. El contenido de fibra y cenizas es superior al contenido en otras hojas comestibles.
3. La composición mineral de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) se caracteriza por su alto contenido de calcio y magnesio siendo el doble al reportado en otras hojas de consumo humano; el contenido de hierro es alto pero inferior al reportado en otras hojas.
4. Entre los descriptores sensoriales de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) destaca la textura ligosa y fibrosa, que produce una sensación de raspado, la cual es desagradable para el consumidor.
5. La aceptabilidad de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) incluida en el tamalito, es estadísticamente significativa superior a la aceptabilidad de la hoja en forma de sopa de hierbas, por la sensación de raspado que produce la hoja de caulote en la sopa.
6. 88% de los consumidores prefirió la hoja de caulote incluida en el tamalito de maíz, a la hoja de caulote incluida en la sopa de hierbas.

### **B. RECOMENDACIONES**

1. Lo viscoso del agua de cocción y de la hoja sugieren la presencia de pectina, por lo que se recomienda continuar con los estudios de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*), para determinar la cantidad de pectina presente en la hoja.

2. Continuar con los estudios de aceptabilidad y preferencia con otras preparaciones elaboradas a base de harina de hoja de caulote (*G. ulmifolia*).
3. Evaluar la utilización de la harina de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) como fuente natural de fibra en productos elaborados a base de la misma.
4. Promover la utilización de la hoja de caulote (*G. ulmifolia*) en los lugares donde hay plantaciones de este árbol.

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa-Morales, A. 1994. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. México, Universidad autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas. Pp. 69 - 90.
2. Botero, J., David, P., y Saldarriaga, J. 1995. **Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril situado en bosque seco tropical**. Colombia. 125 p. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
3. Bressani, R., Navarrete, D. 1959. **Composición química y digestibilidad del fruto de caulote o guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam) y su uso en raciones para polluelos**. 12(6) Turrialba. (en línea). Consultado el 5 de junio 2010. Disponible <http://www.metabase.net/docs/incap/08672.html>
4. Bressani, R. 1976. **Valor nutritivo de mezclas vegetales**. INTERCIENCIA (GT). 1(1):26-30
5. CATIE. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1986. **Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central**. Informe Técnico No. 86. Costa Rica, Turrialba, CATIE. (s.p.) (Serie Técnica).
6. ————. 1991. ***Guazuma Ulmifolia* (Lam) Sterculiaceae. Un árbol de uso múltiple**. Colección Materiales de Extensión. (en línea). Consultado el 7 de junio de 2010. Disponible [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/guazuma\\_ulmifolia.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/guazuma_ulmifolia.pdf)
7. Elías, L., Bates, R. y Bressani, R. 1969. **Mezclas vegetales para consumo humano: XVIII Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas**. Arch. Lat. Nutrición (GT) 2(XIX):109-112.
8. Figueroa, L. 2009. **Maní forrajero (*Arachis pintoii*) como alternativa para alimentación humana**. Guatemala. 73 p. Tesis Licenciada Nutricionista. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud.
9. Francis, J.K. 1995. **Guazuma ulmifolia Lam. Guácima Sterculiaceae Familia del cacao**. (en línea). Consultado el 20 de junio de 2010. Disponible <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Guazumaulmifolia.pdf>
10. Giraldo, L. 2000. **Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistema silvopastoriles**. (en línea) Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 29 de enero 2010. Disponible <http://www.fao.org/ag/Aga/agap/FRG/.../Girald13.htm>

11. *Guazuma ulmifolia lam.* (1789). **Sterculiaceae**. Publicado en: Encyclopédie Méthodique, Botanique **3**: 52. 1789. (en línea). Consultado el 8 de junio 2010. Disponible [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles\\_doctos/66-sterc1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles_doctos/66-sterc1m.pdf)
12. Kirchgessner, M. 1987. **Tierernährung**. Alemania, Technischen Universität München, Institut für Ernährungsphysiologie. Pp. 21 -24
13. López H., et al. 2008. **Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo**. Técnica Pecuaria del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP, MX). 46(2): 205-215. México. (en línea). Consultado el 3 de junio de 2010. Disponible <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/613/61346208.pdf>
14. Pellett, P. y Young, V. 1980. **Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Programa Mundial Contra el Hambre**. Guatemala, INCAP, Universidad de las Naciones Unidas. (s.p.)
15. Petit, J. 1994. **Árboles y arbustos forrajeros**. Venezuela, Instituto Forestal Latinoamericano. 174 p.
16. Pezo, D. et al. 1990. **Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Shrubs and tree fodders for farm animals**. Otowa, Canadá, Proceeding of a Workshop. pp. 163-175.
17. Plantas de Viñales. **Guía ilustrada de hojas**. (en línea) Cuba. Consultado el 7 de junio de 2010. Disponible <http://www.cybertruffle.org.uk/vinales/esp/guazumaulmifolia.htm>
18. Rivera-Huerta, M. et al. 2006. **toxicidad aguda en rata y ratón de la Casiopeína II (gli)**. 2°. Congreso Nacional de Química Médica. Rev. Salud Pública y Nutrición. Vol. 7 No. 2 Abril – Junio 2006. Querétaro. México. (en línea) Consultado el 7 de junio de 2010. Disponible [http://www.google.com.gt/search?hl=es&rlz=1R2RNTNesGT375&q=Rivera++huerta+%2B+toxicidad+aguda+en+rata+y+raton&btnG=Buscar&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\\_rfai=](http://www.google.com.gt/search?hl=es&rlz=1R2RNTNesGT375&q=Rivera++huerta+%2B+toxicidad+aguda+en+rata+y+raton&btnG=Buscar&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)
19. Rubio, J. 2000. **Potencial forrajero de los bosques secundarios para la alimentación de caprinos estabulados dentro de la biosfera maya, en el municipio de San Andrés, Petén**. Guatemala. 24 p. Tesis Licenciado Zootecnista. Universidad de San Carlos de Guatemala/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

20. Rubio, L., y Brenes, A. 1995 **Utilización de leguminosas – grano en nutrición animal: Problemas y perspectivas**. Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición Animal (FEDNA) y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETISIA), Madrid, España. (en línea). Consultado el 9 de junio de 2010. Disponible [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP\\_X.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP_X.pdf)
21. Salazar de Ariza, J. 2008. **Aprovechamiento de especies arvenses para consumo humano en comunidades de Jalapa**. Guatemala, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 70 p. (Proyecto FODECYT No. 33-2006)
22. SIINSAN. (Sistema de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, GT). **Prevalencia (%) de desnutrición crónica**. Segundo (2002) y Tercer (2008) censo de talla realizado en Guatemala. (en línea). Consultado el 8 de junio de 2010. Disponible <http://www.siinsan.Gob.gt/DesnutriciónCrónica/tabid/66/Default.aspx>
23. SIRE-Paquetes Tecnológicos. *Guazuma Ulmifolia Lam.* (en línea). Consultado el 8 de junio de 2010. Disponible <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Técnicas/Guazuma%20ulmiolia.pdf>
24. Suárez, M., Kizlansky. A. y López. L. 2006. **Evaluación de la calidad de proteína en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregidos por digestibilidad**. Rev. Digital. Nutrición Hospitalaria. 21(1):47-51. (en línea). Consultado el 10 de junio de 2010. Disponible <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21n1/original7.pdf>
25. Torún, B. 1985. **Proteínas: química, metabolismo y requerimientos nutricionales**. En Nutrición clínica en la infancia, New York, Nestlé nutrition. pp. 99-119.
26. Watts, B. et al. 1992 **Métodos sensoriales para la evaluación de alimentos**. Uruguay, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. 170 p.
27. Wittig, E. 2001. **Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos**. (en línea). Consultado el 10 de junio de 2010. Disponible <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/cienciasquimicasyfarmaceuticas/wittinge01/index.html>

## **XIV. ANEXOS**

### **A. RECETAS DE PRODUCTOS ELABORADOS CON HOJAS DE CAULOTE**

#### **1. Preparación del tamalito de Caulote (*Guazuma ulmifolia Lam*)**

##### **a) Ingredientes**

- 1 libra de hojas tiernas de caulote (*G. ulmifolia Lam*)
- 3 libras de harina de maíz (Maseca)
- 6 Cucharaditas de queso crema
- ½ vaso de aceite vegetal
- ½ vaso de crema dulce
- 2 litros de agua potable
- 3 cucharadas de sal gruesa
- Dobladores (hoja seca de maíz –tusa)

##### **b) Procedimiento**

- Lavar las hojas de caulote (*G. ulmifolia Lam*) y secarlas, seleccionar las hojas tiernas, quitar la vena central y picar las hojas en cuadros.
- Mezcle la harina de maíz y la sal con agua potable hasta conseguir una masa uniforme en textura.
- Agregar el resto de los ingredientes y amasar vigorosamente, hasta que quede uniforme.
- Remojar las hojas de doblador en agua caliente por unos minutos para que se suavicen. Luego sacarlas y secarlas
- Colocar la bola de masa en el centro del doblador y amarrarlo (tamaño aproximado de 4 onzas)
- Cocinarlos al vapor por 40 minutos.
- Servir caliente.

## 2. Preparación de la sopa de Caulote (*G. ulmifolia Lam*)

### a) Ingredientes

- 1 libra de hojas tiernas de caulote (*G. ulmifolia Lam*)
- ½ libra de tomate en trozos
- ½ libra de cebolla en trozos
- 2 dientes de ajo
- 6 cucharadas de aceite vegetal
- 3 cucharadas de sal

### b) Procedimiento

- Lavar las hojas de caulote (*G. ulmifolia Lam*) y secarlas, seleccionar las hojas tiernas, quitar la vena central y picar las hojas en cuadros.
- Se pica la cebolla fina agregando la sal, se pone a sofreír con el aceite a fuego lento
- Agregar el ajo picado
- Cuando se empieza a dorar la cebolla y el ajo, agregar el tomate además del resto de la sal: se le da vueltas rápidas para que no se queme
- En una olla grande agregar las hojas de caulote hasta que se ablande, seguir calentándolo por aproximadamente 20 minutos.
- Agregar todos los ingredientes y mezclar. Seguir calentando por aproximadamente 30 minutos más.
- Servir caliente

**B. REGISTRO DEL CRECIMIENTO DE RATAS – BIOTERIO DEL INCAP-**

REGISTRO DEL CRECIMIENTO DE RATAS

Pág. No. \_\_\_\_\_

TÍTULO \_\_\_\_\_ Fecha de iniciación. \_\_\_\_\_

PROYECTO No. \_\_\_\_\_ Fecha de terminación \_\_\_\_\_

Rata No.	Sexo								Total
Fecha									
Peso									
Aumento de peso									
Alimento dado									
Alimento sobrante									
Alimento ingerido									
Observaciones									

**C. DESCRIPTORES SENSORIALES DE CAULOTE (*G. ulmifolia Lam*)**

**1. Descriptores sensoriales**

Juez: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones; Escriba todas las palabras que, a su criterio, describan cada una de las características sensoriales de la muestra que se le presenta.

CARACTERÍSTICA	OPINIÓN INDIVIDUAL	OPINIÓN DISCUTIDA
OLOR		
COLOR		
SABOR		
TEXTURA		

## 2. Boleta del test de aceptabilidad y preferencia

### EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES:

Evalúe las muestras que se le presentan a continuación, marcando con una X en la escala correspondiente.

Escala	Producto 369	Producto 711
Me gusta mucho		
Me gusta		
Ni gusta ni disgusta		
No me gusta		
No me gusta en absoluto		
Preferencia		

De los dos productos evaluados, ¿Cuál prefiere? \_\_\_\_\_

Observaciones:

---



---

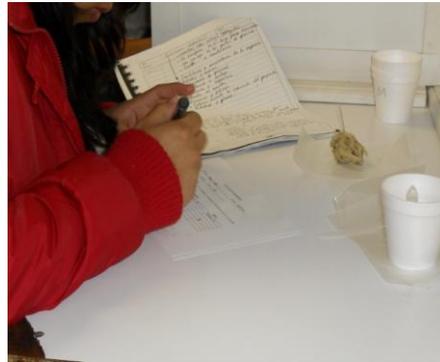
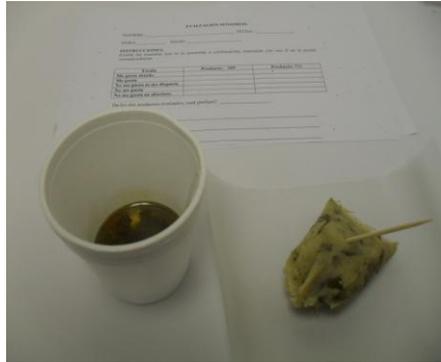


---

#### D. FOTOGRAFÍAS DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE CAULOTE (*G. ulmifolia*)



## E. FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD Y PREFERENCIA



## F. FOTOGRAFÍAS DEL BIOENSAYO EN RATAS



**G. AUMENTO DE PESO, EN GRAMOS, EN LAS RATAS, SEGÚN LA  
DIETA ADMINISTRADA**

No. de rata	Peso inicial	Peso día 7	Aumento de peso	Peso día 15	Aumento de peso	Peso día 18	Aumento de peso	Aumento de peso total
1	113	133	20	165	32	187	22	74
2	98	112	14	143	31	174	31	76
3	98	125	27	160	35	170	10	72
4	96	119	23	160	41	164	4	68
5	104	119	15	136	17	138	2	34
6	96	129	33	146	17	161	15	65
7	94	112	18	128	16	131	3	37
8	88	106	18	135	29	137	2	49
9	110	115	5	116	1	137	21	27
10	105	116	11	115	-1	141	26	36
11	96	103	7	130	27	139	9	43
12	96	104	8	110	6	127	17	31
13	100	99	-1	106	7	118	12	18
14	100	95	-5	101	6	118	17	18
15	94	95	1	100	5	121	21	27
16	94	93	-1	110	17	127	17	33

**H. CONSUMO DE ALIMENTO EN GRAMOS, EN LAS RATAS, SEGÚN  
LA DIETA ADMINISTRADA**

No. de Rata	Cantidad ofrecida	Alimento rechazado	Consumo 1a. Semana	Alimento rechazado	Consumo 2a. Semana	Alimento rechazado	Consumo 3a. Semana	Consumo total
1	120	1	119	1	120	28	62	301
2	120	0	120	0	120	32	58	298
3	120	3	117	14	106	40	50	273
4	120	4	116	2	118	42	48	282
5	120	4	116	29	91	47	43	250
6	140	1	139	1	139	42	48	326
7	120	16	104	36	84	35	35	223
8	120	12	108	17	103	41	34	245
9	120	20	100	1	179	45	55	334
10	120	14	106	0	180	42	58	344
11	120	38	82	10	170	49	51	303
12	120	26	94	2	178	42	58	330
13	120	24	96	3	177	48	58	331
14	120	46	74	1	179	45	55	308
15	120	31	89	1	179	46	54	322
16	120	47	73	3	177	45	55	305

MÉDICO VETERINARIO HUGO RENÉ PÉREZ NORIEGA

AUTOR

Licda. M. A. JULIETA SALAZAR DE ARIZA

ASESORA

M.V. MSc. FEDERICO JOAQUÍN VILLATORO PAZ

REVISOR

Lcda. ANNE MARIE LIERE DE GODOY, MSc.

DIRECTORA ESCUELA DE POSTGRADO

OSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, PhD

DECANO