

---



---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---



---

FACULTAD DE AGRONOMIA



DIGESTIBILIDAD " in vitro " DEL CONGUERAN *Phytolacca ecosandra*, TEPAME *Acacia cornigera*, GUAZIMA *Guazuma ulmifolia* Y *Leucaena leucocephala*

---



---

TESIS PROFESIONAL  
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
 INGENIERO AGRONOMO  
 P R E S E N T A  
 JOSE OROZCO GONZALEZ  
 JOSE MARTINEZ ROMERO  
 GUADALAJARA JALISCO, OCTUBRE 1993

---



---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**COMITE DE TITULACION**  
**SOLICITUD Y DICTAMEN**

SECCION COM. DE TIT  
PRESENTE  
NUMERO OF182001/93  
0EAB4001/93

**SOLICITUD**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.  
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.  
PRESENTE.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

DIGESTIBILIDAD "in vitro" DEL CONGUERAN *Phytolacca ecosandra*,  
TEPAME *Acacia cornigera*, GUAZIMA *Guazuma ulmifolia* Y LEUCAENA *Leucocephala*

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual ( ) Colectiva (X).

Nombre del Estudiante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Estudiante
JOSE OROZCO GONZALEZ	07138218	1977-1982	FITOTECNIA	
JOSE MARTINEZ ROMERO	079058475	1979-1984	EXT. AGRIC.	

Fecha de Solicitud: 7 DE JUNIO DE 1993

**DICTAMEN**

APROBADO (X) NO APROBADO ( ) CLAVE: OF182001/93

0EAB4001/93

DIRECTOR: M.C. JOAN RUIZ MONTES

ASESOR: M.C. MANUEL GALINDO TORRES

ASESOR: M.V.Z. ROBERTO ALCOCER GRANADOS

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

**AUTORIZACION DE IMPRESION**

M.C. JOAN RUIZ MONTES

DIRECTOR

M.C. MANUEL GALINDO TORRES

ASESOR

M.V.Z. ROBERTO ALCOCER GRANADOS

ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA  
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

FECHA: 8 de octubre de 1993

Original: Subordinada. Copia: Comité de Titulación.

man

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. JOSE MARTINEZ GARCIA  
SRA. RITA ROMERO DE M.

Agradezco el ser que me dieron, y por ello, tener la oportunidad de ser lo que soy.

A JORGE Y ANA:

Cuñado y hermana. Por el apoyo incondicional que recibí de ellos, en toda mi etapa de preparación.

A TODOS MIS HERMANOS:

Por el valioso apoyo moral que me brindaron.

A MI ESPOSA:

Por la confianza y apoyo que me ha dado, para lograr mi meta como profesionalista.

A MIS HIJOS:

Por sentirme amado por ellos, aún en la necesidad de la distancia.

A MIS MAESTROS:

Por la enseñanza que recibí de ellos.

AL M.C. JUAN RUIZ MONTES:

Director de tesis. Por brindarme su ayuda, confianza y apoyo, para realizar mi tesis.

AL M.C. MANUEL GALINDO TORRES Y  
M.V.Z. NORBERTO ALCOCER GRANADOS:

Por el asesoramiento de esta tesis.

A JOSE OROZCO GONZALEZ:

Compañero de tesis. Por su confianza y ánimo.

JOSE MARTINEZ ROMERO

## I N D I C E

RESUMEN .....		I
1	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
	1.1 Importancia y Justificación .....	2
	1.2 Objetivos .....	2
2	<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
	2.1 Características Generales de las Especies en Estudio .....	3
	2.1.1 Congueran .....	3
	2.1.1.1 Clasificación botánica .....	3
	2.1.1.2 Descripción .....	3
	2.1.2 Leucaena .....	4
	2.1.2.1 Clasificación botánica .....	4
	2.1.2.2 Descripción .....	4
	2.1.2.3 Sustancias presentes .....	6
	2.1.2.4 Usos .....	8
	2.1.3 Tepame .....	12
	2.1.3.1 Clasificación botánica .....	12
	2.1.3.2 Descripción .....	12
	2.1.3.3 Importancia del género .....	13
	2.1.3.4 Distribución .....	14
	2.1.3.5 Propiedades forrajeras .....	15
	2.1.3.6 Usos .....	15
	2.1.4 Guazuma .....	16
	2.1.4.1 Clasificación botánica .....	16
	2.1.4.2 Descripción .....	16
	2.1.4.3 Ecología y distribución .....	18
	2.1.4.4 Usos .....	19
	2.2 Factores que afectan la digestibilidad .....	20
	2.3 Digestibilidad .....	22
3	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	28
	3.1 Localización del Experimento .....	28
	3.2 Material Físico y/o Biológico .....	28
	3.2.1 Material físico .....	28
	3.2.2 Material biológico .....	29
	3.3 Tratamientos Estudiados .....	29
	3.4 Métodos .....	30
	3.4.1 Metodología experimental .....	30
	3.4.2 Desarrollo del experimento .....	30
	3.4.3 Variable a medir .....	33
4	<b>RESULTADOS</b> .....	34
	4.1 Digestibilidad <u>in vitro</u> .....	34
5	<b>DISCUSION</b> .....	44
6	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	46
7	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	48

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Bioingeniería, del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal.

Para el presente estudio se utilizó un molino Willey, tamiz 2 mm de espesor, bolsas de plástico, fistula ruminal, manguera, baño maría, tubos de ensayo, termo y laboratorio, así como un torete para la extracción del líquido ruminal.

Se evaluaron cuatro materiales, que fueron: Congueran, Leucaena, Tepame y Guazuma; los cuales se sometieron a cuatro tiempos de exposición: 6-18-30-42 hrs, respectivamente, utilizando tres repeticiones por tratamiento.

Para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se utilizó un arreglo factorial 4x4 (4 tiempos de fermentación, 4 especies), bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento.

Los materiales recolectados utilizados, fueron: Guazuma y Leucaena, en La Huerta, Jalisco; Congueran y Tepame en Zapotlanejo, Jalisco.

Los resultados obtenidos nos indican que hubo diferencia estadística significativa al 0.05 y al 0.01% entre

especies, tiempo y ext. (cuadro No. 2); asimismo, tenemos que el Congueran fue el que nos presentó una digestibilidad mayor, con respecto a las demás materias primas (cuadro No. 3). De igual manera, tomando en consideración el análisis químico (cuadro No. 5) se recomienda el uso de estos ingredientes para la alimentación en rumiantes y no en monogástricos; sin embargo, si queremos eficientar estos productos estudiados, es necesario combinarlos debidamente con otros para formar dietas equilibradas.

## 1. INTRODUCCION

La búsqueda de nuevas fuentes proteicas se hace necesaria, con el objeto de incrementar la producción de alimentos de origen animal: carne, leche, huevo, etc. Esto nos lleva a modificar actitudes y procedimientos para la producción, ya que las fuentes disponibles de alimentos proteicos para los rumiantes, en los países en desarrollo, son de naturaleza diferente a aquellos utilizados tradicionalmente en los países desarrollados. De ahí la búsqueda de nuevas fuentes de proteína alternante por parte de técnicos e investigadores en el área de la nutrición animal, por lo que la investigación de nuevas especies como fuentes de proteínas se basan en cultivos regionales y sus subproductos, al buscar aquellos alimentos que tengan un potencial proteínico y energético.

Los bovinos forman parte del grupo de animales llamados rumiantes, y una importante característica de estos animales, es la de su capacidad de convertir materiales no utilizados por el hombre para su alimentación, en productos de alta calidad nutritiva para el consumo humano. Si no fuera por esta propiedad, millones de hectáreas de terreno estarían cubiertas de pasto, y miles de toneladas de subproductos no serían utilizados

para la producción de alimentos para el hombre. Sin embargo, se hace necesario el conocimiento químico y su digestibilidad que nos permite saber su utilización en forma racional.

### 1.1 Importancia y Justificación

Las fuentes de alimentos disponibles para la producción de rumiantes en los países en vías de desarrollo, son de naturaleza diferente a aquellos utilizados tradicionalmente en los países desarrollados. De ahí, la búsqueda de nuevas fuentes de proteína alternante por parte de técnicos e investigadores en el área de la nutrición animal. Por lo que la investigación de nuevas especies como fuentes de proteínas, se basan en cultivos regionales y sus subproductos, al buscar aquellos alimentos que tengan un potencial como alimento.

### 1.2 Objetivos

Es determinar la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIMS), de los siguientes ingredientes: Congueran, Tepame, Guazuma y Leucaena.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Características Generales de las Especies en Estudio

#### 2.1.1 Congueran

##### 2.1.1.1 Clasificación botánica

Reino.....	Vegetal
Clase.....	Angiosperma
Subclase.....	Dicotiledonea
Orden.....	Centrospermae
Familia.....	Phytolaca
Especie.....	octandra (27)

##### 2.1.1.2 Descripción

Planta herbácea o subarborescente de 1-2 mt de altura, de hojas ovadas, alternas; flores blanco-verdosas, en racimos; fruto redondo comprimido de unos 8 cm, rojizo obscuro, con unas 10 divisiones.

La raíz es gruesa y carnosa. Es una planta común en todo el país (15).

## 2.1.2 *Leucaena*

### 2.1.2.1 Clasificación botánica

Clase.....	Angiosperma
Subclase.....	Dicotiledonea
Orden.....	Rosales
Familia.....	Leguminosa
Subfamilia.....	Mimosoidea
Género.....	<i>Leucaena</i>
Especie.....	<i>esculenta</i>

### 2.1.2.2 Descripción

La *Leucaena esculenta* se encuentra ampliamente distribuida en casi todo el país, aunque con mayor abundancia en los Estados de Puebla, Chiapas, Guerrero, Jalisco y Oaxaca (11).

Es un árbol de 6 hasta 15 mts de altura, hojas compuestas bipinadas de aproximadamente 40 cm de largo, lampiñas, los folíolos de 3 a 4 mm; las flores son blancas, agrupadas en racimos; el fruto de 12 a 25 cm de longitud por 2 a 3 cm de ancho, es de color rojo púrpura (7).

Generalmente se encuentra asociada a una vegetación de matorral subtropical. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta 1,500 mts; en estos lugares resiste heladas

moderadas, pero su producción es más baja.

Prefiere suelos secos, cálidos y áridos, es sensible a los suelos muy alcalinos o muy ácidos y no soporta los suelos inundados. Se adapta a precipitaciones de 1,100 a 1,500 mm anuales, a lugares donde sea prolongada la temperatura de sequía.

En este mismo género hay 55 especies sumamente parecidas, por ejemplo: L. microcarpa, L. pulverulenta, L. glauca, L. leucocephala, etc.

La propagación se puede efectuar por semilla, para forraje se prefiere esta siembra. Se puede igualmente hacer un vivero y se trasplantan las plantitas, o bien, utilizando estacas que deben tener 3 cm de diámetro, ésta es la menos recomendable porque tiene menos raíces. Si la siembra es invadida por malezas, es necesario su control con herbicidas o con machetes. Una vez que la planta se establece bien y alcanza una altura adecuada, ya no le afectan las malezas.

En Hawai y Filipinas, lugares donde según parece se ha propagado más esta planta, así como en Australia, existen tres formas de plantación:

- Árboles dispersos.
- Sembrados para protección de otros cultivos.
- Mezclados con pastizales en forma de setos vivos.

La última forma de plantación es la más recomendable,

y en México prácticamente la única que se ha trabajado.

Además de la variedad de la *Leucaena*, la frecuencia del corte es la variable más importante sobre los rendimientos y la calidad de la cosecha. Cuando la planta se corta estando de mayor tamaño, los rendimientos en kilogramos aumentan, pero las ramas gruesas que se cortan es necesario picarlas con máquinas especiales, para que la pueda consumir el ganado; además, aumenta su contenido en fibra cruda.

La proporción de tallos gruesos depende de la edad y altura a que se corte la planta, al estado verde los tallos gruesos pueden formar un 10%, o bien, un 23-25% de la materia seca.

El contenido de P.C. está de acuerdo, además, con la frecuencia con que se efectúan los cortes.

Parece ser que algunas pueden cruzarse en forma natural (*Leucaena leucocephala* y *pulverulenta*), lo cual abre amplias perspectivas para la obtención de híbridos (7).

### 2.1.2.3 Sustancias presentes

La *Leucaena esculenta* contiene un alto índice de carotenos, así como un excelente colorante en la piel de pollos y la yema de los huevos; además, es una fuente muy rica de vitamina K.

Se señala como limitante en el consumo su contenido de mimosina, alcaloide tóxico para los animales; sobre todo a los no rumiantes, a los cuales les produce caída de pelo, disminución en el crecimiento y de la fecundidad. Altos consumos pueden afectar también a los rumiantes, incluso, puede usarse como trasquila química en borregos.

Consumida adecuadamente (mezcla de gramíneas y leguminosas), las bacterias del rumen destruyen el alcaloide. Un consumo de más del 25% de la dieta de materia seca de esta planta, puede dar origen a intoxicaciones en rumiantes; en aves no debe pasar del 15%, mayores niveles reducen la postura.

El contenido de mimosina se reduce en el secamiento natural de las hojas y más aún si se aplica calor (60°C); se puede igualmente precipitar con preparaciones de humedad con bajos niveles de sulfato de Hierro, o adicionando este compuesto a la dieta.

El contenido de mimosina varía con las especies. La L. leucocephala es de las que presentan mayores contenidos (11).

En la Escuela de Agricultura en Hawai, se observó un síntoma en caballos, mulas, asnos, cerdos y conejos. La caída de pelo y experimentos similares se han trabajado en ratas, en donde se han observado síntomas iguales en que llegan hasta la muerte.

Después de haber comprobado este síntoma de la *Leucaena*, se pensó, primero, que es debido a una intoxicación a causa del contenido de Selenio, pero ésto se redujo al mínimo, haciendo un potencial de utilidad del guaje determinando el contenido de mimosina mediante varios métodos, en la que se inactivó y se destruyó (13).

El análisis de hojas secas de 72 muestras, provenientes de 31 países, reveló el contenido de mimosina, que oscilaba entre 2 y 5%. Se obtuvieron líneas con bajos contenidos de mimosina. El cruzamiento con especies colombianas y con la especie *Leucaena pulverulenta*, permitió obtener variedades con bajos contenidos de este alcaloide llamado mimosina (25).

#### 2.1.2.4 Usos

USO DE LA LEUCAENA EN BOVINOS.- La *Leucaena* es un magnífico alimento para el ganado bovino. En una prueba que duró 3 años, el lote que consumió *Leucaena* como forraje verde, produjo 3,865 lts de leche en lactancia, rectificadas a 305 días; el lote testigo produjo 3,581 lts, éste comía como forraje verde, zacate elefante (11).

En Jamaica se utilizó la combinación de *Leucaena leucocephala* con el pasto pangola para la alimentación de bovinos, observó buenos resultados en donde los animales

pastaban, y a la vez, los árboles les servían de protección contra el sol durante el día.

En Hawai los ganaderos lo cultivan en grandes extensiones, donde crecen en combinación con distintas gramíneas y poblaciones casi puras de *Leucaena*, para la engorda de novillos.

Un productor lechero de Hawai que practica el pastoreo en una plantación, ha podido observar que el arbusto soporta una rotación de 7.5 animales, por hectárea, durante un año. Se mantiene la altura de las plantas jóvenes que quedan fuera del alcance del ganado y se evita así, que las vacas rocen sus ubres contra las plantas.

Es obvio que este método requiere cierta cantidad de mano de obra (4).

USO DE LA LEUCAENA EN POLLOS.- La alimentación con harina de hoja de *Leucaena leucocephala* pudo observarse que afectaba adversamente la salud y la reproducción de los pollos, cuando se utilizaban altas concentraciones; pero, a concentraciones menores era perfectamente tolerada y no producía efectos nocivos.

En pollos alimentados con un 7.5% de esta harina, el ritmo de crecimiento disminuía apreciablemente, pero si se le proporcionaba un 5% los pollos crecían al mismo ritmo que con raciones de 5 a 7.5% de harina de alfalfa. No se observaron diferencias en el plumaje de pollos

alimentados con Leucaena leucocephala y con harina de alfalfa. Las aves llegaron a la madurez sexual a la misma edad, con las dos dietas.

Sin embargo, las aves del lote alimentadas con Leucaena leucocephala mostraron una pigmentación mayor y la yema de sus huevos fue más oscura que las del grupo alimentado con alfalfa. El contenido de carotenos y de vitamina A fue menor en los huevos de las aves que consumieron alfalfa (25).

USO DE LA LEUCAENA EN CERDOS.- Los cerdos comen bien la Leucaena, sobre todo fresca (11).

Se reportó un estudio hecho en las islas Filipinas, que alimentando a los verracos con Leucaena en cantidades grandes de esta proteína, puede afectar su habilidad para reproducirse.

Este estudio, además de darle una comida comercial a un verraco, se le dieron de las mejores hojas frescas recién cortadas, desde el destete hasta la edad de procrear.

Todas las primerizas y cerdas que fueron servidas por el verraco que comió las hojas de Leucaena, repitieron calor después de los 18 a 26 días. Cuando se les volvió a aparear con otro verraco, quedaron preñadas y parieron camadas normales.

En una serie por separado de experimentos, se estudiaron los efectos de la alimentación continua suministrada

a cerdas preñadas y se encontró que esta alimentación, durante la mitad del embarazo, o después de la cuarta semana del mismo, no afectó la fertilidad. Por lo tanto, los lechones de cerdas alimentadas con hojas estaban más pesados y sanos en el destete, que aquellos lechones de las cerdas alimentadas con sorgo.

También se destetaron más lechones de las cerdas alimentadas con hojas, que los de control con otro tipo de alimento (12).

OTROS USOS DE LA LEUCAENA.- Sus frutos son objeto de comercio y sus semillas, a pesar de su sabor desagradable, han venido siendo usadas por los indígenas, quienes le atribuyen propiedades afrodisiacas. Las comen crudas, generalmente con sal.

Si hasta ahora no se ha difundido más el consumo alimenticio de las semillas de Leucaena esculenta, pese a su gran valor nutricional, es debido -tal vez- al olor desagradable que despiden. Sin embargo, éste desaparece en gran parte por el cocimiento. Generalmente la gente del campo elimina dos veces el agua, después de haber dejado hervir durante quince minutos.

La madera es dura, se usa para construcciones y combustible (7).

### 2.1.3 Tepame

#### 2.1.3.1 Clasificación botánica

Clase.....	Angiosperma
Subclase.....	Dicotiledonea
Orden.....	Rosales
Familia.....	Leguminosae
Género.....	Acacia
Especie.....	pennatula (27)

#### 2.1.3.2 Descripción

El nombre científico de la Acacia proviene del griego AKAKIE=espina.

El Tepame (Acacia pennatula), es una planta que se presenta como árbol, generalmente de 5-8 m de altura; aunque hay individuos excepcionalmente desarrollados que pueden llegar a medir de 12 a 14 m de altura. Su tronco es corto y las ramas extendidas (3).

Los tepames son de crecimiento rápido y empiezan a producir flores y frutos desde el cuarto año de vida, las inflorescencias capitadas empiezan a aparecer por cientos, al inicio de la época seca. Durante los meses de abril y mayo, alcanzan su máxima floración y durante este tiempo son visitadas y polinizadas por una diversidad

de insectos. En realidad, cada inflorescencia es una agrupación de 40 a 50 pequeñísimas flores, las cuales tienen un cáliz campalunifome y pentabulado, una corola igual, de la que salen gran cantidad de estambres exertos con anteras de color amarillo; en medio de los estambres sobresale el estilo filiforme (3).

Los árboles ya desarrollados poseen de 3 a 9 mil flores, las cuales se fecundan y dan fruto. Estos empiezan a aparecer a mediados de junio y tienen un período muy largo de crecimiento, pues alcanzan su madurez y caen hasta la época de sequía del siguiente año (3).

Cada vaina posee de 6 a 14 semillas, lo que da un promedio aproximado de 100,000 semillas por individuo; las semillas son pequeñas, de forma ovoide, de 6 mm de largo por 4 mm de ancho, con una cicatriz en forma de U llamada pleurograma (3).

#### 2.1.3.3 Importancia del género

No obstante, la gran importancia ecológica y socioeconómica que tienen las Acacias en México, no existía un estudio ecológico profundo, hasta el trabajo hecho por (3) en el Estado de Veracruz. Anteriormente habían sido tratadas desde el punto de vista taxonómico y su distribución en el norte del país, sus posibilidades como productores de aceites esenciales para la perfumería, su control

químico o mencionado en trabajos florísticos regionales (3).

Este género tiene gran importancia ecológica, ya que es una planta invasora en regiones perturbadas por el hombre. En la época de sequía las vainas empiezan a caer al suelo y son ingeridas por rumiantes; por lo general, en el rumen se digiere la parte carnosa de la vaina, pero las semillas por poseer una gruesa, dura y lignificada testa, salen en las heces fecales 3 o 4 días después de ser ingeridas. La materia fecal se deshidrata, quedando la semilla latente hasta la época de lluvias, que es cuando las plantas enraizan en el suelo.

La preocupación estriba en que si las acacias, por ser altamente invasoras se les debe erradicar o se les debe utilizar, la segunda alternativa exige responder sobre la mejor forma de uso y manejo, sentando las bases para una explotación óptima de este abundante recurso (3).

#### 2.1.3.4 Distribución

Se encuentra en toda la zona cálida del país, en regiones que tienen de 800 a 900 mm de precipitación pluvial anual y hasta 2,000 m de altitud; formando parte de la vegetación secundaria de la Selva Baja Caducifolia inerme o espinosa y matorrales espinosos. Puede

presentarse en una gran variedad de suelos desde muy arcillosos hasta muy arenosos (21).

#### 2.1.3.5 Propiedades forrajeras

En los lugares donde abunda este recurso, es consumido por el ganado bovino, caprino y equino; y según la gente del campo los animales que consumen este recurso presentan un aspecto más vigoroso que los que consumen rastrojo.

La calidad de las vainas para la alimentación animal queda manifiesta en el cuadro No. 5, ya que tiene un contenido considerable de proteína cruda (3).

#### 2.1.3.6 Usos

RAMAS.- Leña de excelente calidad para combustión. Carbón de buena calidad, postes para cercar potreros y como horcones para estructuras de casas rústicas.

ARBOLES.- Pueden servir de sombra para el cafeto y para el ganado.

FLORES.- Apreciadas por sus propiedades melíferas, posibilidad en la extracción de aceites esenciales para perfumería.

FOLLAJE.- Sirve de abono al suelo; lo ramonea el

ganado bovino y caprino.

FRUTOS.- Las vainas constituyen un excelente forraje.

RAICES.- Por ser extendidas y superficiales, evitan la erosión (3).

#### 2.1.4 Guazuma

##### 2.1.4.1 Clasificación botánica

Clase.....Angiosperma  
 Subclase.....Dicotiledonea  
 Orden.....Malvales  
 Familia.....Sterculiaceae  
 Género.....Guazuma  
 Especie.....ulmifolia (27)

##### 2.1.4.2 Descripción

Arbol o arbusto de la familia de las Esterculiáceas, que alcanza de 4 a 15 mts de altura; las hojas son oblongas u ovales, con peciolo corto de 5 a 15 cm de largo, agudas o acuminadas, serruladas, lisas en el haz; generalmente tomentosas en el envés, con pelos estrellados (8).

CORTEZA.- Externa: ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisáceo. Interna: de color

amarillento, cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa dulce a ligeramente astringente; grosor total de la corteza de 5 a 10 mm.

MADERA.- Albura de color crema amarillento, vasos grandes y rayos delgados.

RAMAS JOVENES.- Verdes a pardo verdosas, con abundantes pelos estrellados, especialmente en las partes más jóvenes.

FLORES.- En panículas de 2 a 5 cm de largo, estrellado-pubescentes; pedicelos de 2 a 4 mm de largo; flores con olor dulce, actinomorfas de 5 mm de diámetro; sépalos verdosos, de 2 a 3 mm de largo o desiguales, elípticos, densamente estrellados-pubescentes en la superficie externa; pétalos de color crema, de 3 a 5 mm de largo, anchamente elípticos, cuculados, hirsutos en la superficie externa, terminados en un apéndice con dos ramas lineares torcidas; tubo estaminal rojo de 2 a 2.5 mm de largo, terminados en 5 pequeñas ramas con 3 estambres cada una, los manojos de estambres alternados con un apéndice agudo; ovario súpero, 5 locular; estigma simple. Florece casi todo el año, especialmente de abril a octubre.

FRUTOS.- Cápsula hasta de 10 cm, ovoide, 5-valvulada, abriéndose tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está totalmente madura, de olor y sabor dulce; contiene numerosas semillas de 2 a 2.5 mm de largo, redondeadas,

pardas; maduran casi todo el año, especialmente de septiembre a abril y permanecen por largo tiempo en el árbol (21).

#### 2.1.4.3 Ecología y distribución

Especie muy abundante en la vegetación secundaria, especialmente en zonas con la temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, o potreros en casi toda el área cálido-húmeda. Puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de Selvas Medianas Subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario.

Se desarrolla indiferentemente en suelos de origen volcánico o sedentario (21).

Gracias a la información proporcionada por el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, se describe en qué regiones y lugares de Jalisco se han encontrado ejemplares de Guazuma ulmifolia:

La Huerta, Zacoalco de Torres, San Cristobal, Acatlán de Juárez, Ameca, Cocula, Ixtlahuacán del Río, Villa Corona, Zapopan, Tamazula, Juchitlán, Melaque, Barranca de Huentitán, Barranca de Oblatos, Barranca de Ibarra y Tuxcueca.

#### 2.1.4.4 Usos

La corteza tierna es fibrosa y se usa para hacer cuerdas; la madera es ligera, resistente, tosca y fibrosa, grisácea y contiene tintes rojos y rosados; su peso específico es de 0.48 a 0.58. fuerte y resistente; se emplea para hacer muebles, bastones, aros de barriles, cajas, mangos de herramientas, hormas de zapatos, vigas para pequeñas embarcaciones y carbonizada, también se utiliza en la preparación de pólvora.

El jugo se emplea para clarificar las melazas en la manufactura del azúcar; se utiliza también en lavativas contra la disentería y para contrarrestar las quemaduras del guao; los tallos jóvenes proporcionan una fibra que se usa en la elaboración de sogas; las hojas y los renuevos se aplican como alimento para el gusano de seda y como forraje. El fruto cocido sirve contra la tos; es comestible tanto crudo como cocido; su pulpa es mucilaginoso y tiene sabor dulce; los antiguos mexicanos preparaban una bebida nutritiva poniendo a remojar previamente los frutos.

La corteza se emplea en la medicina popular para el tratamiento de las siguientes enfermedades: el paludismo, las enfermedades de la piel, la lepra, la sífilis y la elefantitis; así como enfermedades del riñón, poniendo sus frutos en agua y dejándoles un cocimiento a las mismas,

para después ingerirlo, o bien, untárselo (21).

## 2.2 Factores que afectan la digestibilidad

Digestibilidad es la proporción de alimento que no es excretado por las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. Esta a su vez se ve afectada por varios factores, como son: composición de la ración que nos dice que la digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición, sino también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo. Este efecto asociativo de los alimentos es un obstáculo para determinar la digestibilidad. Por ejemplo, la digestibilidad de una cebada puede variar según haya sido consumida por heno o con ensilado, o bien, la cebada dada con el heno puede alterar la digestibilidad del propio heno.

Otro factor sería la preparación de los alimentos que nos explica que los alimentos antes de ser administrados sean sometidos a tratamientos comunes, como son: trocearlos, aplastarlos, molerlos, triturarlos y la cocción. Por ejemplo: para obtener la digestibilidad máxima, los granos de cereales han de ser triturados para el ganado vacuno y molidos para los cerdos, de lo contrario, tal vez, pasen por el intestino sin ser atacados. Los voluminosos son sometidos a varios procesos como el aplastado que

tiene poco efecto sobre su digestibilidad, el molido fino seguido a menudo de granulación, atraviesan el rumen con mayor velocidad que los materiales largos o troceados y sus componentes fibrosos pueden no fermentar por completo; por lo tanto, el molido de los voluminosos disminuye la digestibilidad de su fibra bruta y materia seca (19).

Comparando la digestibilidad en vivo y la DIMS, el análisis de regresión mostró un factor de corrección que puede ser aplicado en estimaciones in vitro, para que sea más aproximado a los valores de digestibilidad (29).

(18) mencionan tres métodos para determinar DIMS en varios pastos. Encontraron que el método de Van Soest y Wine tuvo un error de precisión de más o menos 3.9; el de Edwards tuvo un error de precisión de 4.5; el de Christian más o menos de 2.4; y, comparado con el de Trilley y Terry, más o menos 2.1.

(2) determinaron la DIMS de 6 muestras de ensilado de maíz molido, preparado por tres métodos: congelado con Nitrógeno líquido, secado en refrigerador y secado en estufa. Debido a la pérdida de componentes volátiles de las muestras secadas en refrigerador y estufa, la composición química fue diferente al ensilado original. La DIMS de las muestras secadas en estufa y refrigerador fueron significativamente más bajas que las congeladas

en Nitrógeno líquido, debido a la pérdida de los componentes volátiles.

### 2.3 Digestibilidad

En trabajos desarrollados por (1) se postuló que el bagazo de la caña de azúcar posee un arreglo de los carbohidratos estructurales, similar al existente en la madera seca. Por tal motivo, se espera que al ser empleado en la alimentación animal se obtenga un aprovechamiento energético similar al desprendimiento calórico al ser incinerada la madera. En otro trabajo (28) trataron el bagazo de caña con ácido clorhídrico a diferentes concentraciones y a diferentes lapsos de tiempo de reacción. Los resultados indican que en la hidrólisis efectuada se observó poco desgaste mecánico de las fibras celulósicas; se determinó, además, que en los regímenes de hidrólisis que se efectuaron por su carácter benigno y selectivo, constituyen una degradación parcial de la celulosa inicial.

(30) trataron el bagazo de caña con vapor y alta presión, con lo que teóricamente alcanzaba su máximo valor alimenticio. Este bagazo era mezclado con urea y melaza y se ofreció a un grupo de vacas en producción y gestación. Los resultados indican que es posible cubrir los requerimientos de mantenimiento y reproducción; más

no así los de producción de leche ni los de crecimiento, necesitándose en ambos casos la suplementación, sobre todo de energía. Un trabajo similar fue el desarrollado por (20) quienes trataron el bagazo de caña a alta presión, con lo que aumentaron su digestibilidad debido a la ruptura por hidrólisis de las hexosanas y pentosanas a azúcares solubles. El bagazo así obtenido se utilizó en cuatro tratamientos:

- a) Bagazo más miel, urea y minerales.
- b) Bagazo más miel, urea, minerales y harina de pescado.
- c) Bagazo más miel, urea, minerales y harina de maíz.
- d) Bagazo más miel, urea, minerales, harina de pescado y harina de maíz.

Los resultados ponen de manifiesto el efecto positivo de la suplementación, tanto protéica como energética, sobre la conversión alimenticia.

(14) utilizaron el bagazo de caña en cinco diferentes tratamientos:

- a) Bagazo más concentrado rico en proteínas.
- b) Bagazo más miel, urea y pasta de cacahuete.
- c) Bagazo más miel, urea, maíz y torta de cacahuete.
- d) Bagazo más miel, urea y maíz.
- e) Bagazo más pasta de cacahuete.

f) Hierba fresca como control.

El tratamiento control fue inferior, significativamente, a los tratamientos de bagazo y suplementos protéicos, pero no existieron diferencias entre ellos.

(5) utilizaron pulpa de madera con aditivo de tiosulfato de Amonio y probaron su digestibilidad en novillos y en vaquillas preñadas. Se encontró que la celulosa de la pulpa de la madera tenía una digestibilidad de 92.8% y la proteína cruda de la parte del alimento de la pulpa, poseía una digestibilidad de 61.4%. En estudios subsecuentes se ofreció una dieta a un grupo de novillos consistente en un 75% de pulpa y se comparó con otra dieta que contenía un 75% de pasto henificado. Los novillos alimentados con pulpa tuvieron un pH ruminal más bajo, así como una concentración mayor de ácidos grasos volátiles, que los alimentados a base de pasto henificado. Los mismos investigadores encontraron que al ser proporcionadas las dos raciones diferentes, a dos grupos de vaquillas preñadas, no existieron diferencias en ganancias de peso, peso al nacer y problemas al parto. No se presentó ningún problema en los animales alimentados con pulpa de madera.

(22) utilizaron diferentes tratamientos de punta y tallo de caña para analizar su digestibilidad, siendo éstos:

a) Tallo de caña suplementada con urea, minerales

y pulidura de arroz.

- b) Tallo de caña más urea y minerales.
- c) Punta de caña picada más urea, minerales y pulidura de arroz.
- d) Punta de caña más urea y minerales.

Los resultados demuestran que la pulidura de arroz aumentó significativamente el consumo voluntario, pero no la digestibilidad de la caña en ningún caso.

(10) analizaron el efecto de diferentes proporciones de tallo y punta, respecto al comportamiento animal. Todos los niveles fueron suplementados con pulidura de arroz, urea, minerales y miel final. Los resultados obtenidos indican que hubo una menor digestibilidad para punta que para tallo; no obstante, hubo una mejor respuesta con una mayor proporción de punta sobre el tallo, tanto en conversión como en ganancia diaria.

(26) evaluaron diferentes formas de suministrar la punta de caña, siendo proporcionada a los animales en los siguientes tratamientos:

- a) Punta de caña picada con machete.
- b) Punta de caña molida.
- c) Punta picada con machete más tallo rociado con solución agua/urea.
- d) Punta molida más tallo rociado con solución agua/urea.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que no existieron diferencias significativas entre los animales de los diferentes tratamientos, aunque se observó un mejor consumo con punta cortada con machete, que en la punta molida.

(17) observaron el efecto del tamaño de la partícula del tallo de caña, usando para picarlo una máquina de alta velocidad y un machete, con lo que se obtenían partículas de 4 y 20 mm, respectivamente. A los animales empleados se les suministró la misma cantidad de nutrientes suplementarios. Al final se observó que ni el consumo voluntario ni la digestibilidad de la materia seca mostraron diferencias significativas atribuibles al tamaño de la partícula.

(16) postularon que la corteza por ser la parte más lignificada de la caña de azúcar, impedía índices más altos de digestibilidad, por lo que al eliminarla se incrementaría la digestibilidad y habría un mejor comportamiento animal, hecho que no se demostró del todo, pues aunque la digestibilidad se incrementó en un 18%, el consumo de materia seca disminuyó en la misma proporción y el comportamiento animal no fue el esperado.

(22) utilizaron diferentes niveles de miel final con urea al 2.5%. Los niveles empleados fueron, 0, 10, 20 y 30% de la ración, complementada ésta con caña de

azúcar integral picada. Todos los animales recibieron suplemento protéico y mineral. Los resultados indican que la digestibilidad de la materia seca se incrementó significativamente al incrementarse el nivel de miel; lo mismo sucedió con el índice de consumo voluntario.

(9) analizaron la digestibilidad de la caña madura e inmadura. Además de la caña, los animales recibieron urea y pulidura de arroz. Los resultados ponen de manifiesto la superioridad de la caña madura sobre la inmadura en términos de ganancias de peso y conversión alimenticia.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del Experimento

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Bioingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel, de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. Con una latitud de 20°14' Norte, y 103°20' longitud Oeste; a una altura de 1500 msnm; con una temperatura de 30°C como máxima y una mínima de 5.5°C, con una media de 18°C (6).

#### 3.2 Material Físico y/o Biológico

##### 3.2.1 Material físico

Se utilizó un molino Willey, con un tamiz de 2 mm de espesor, con el objeto de moler y tamizar las muestras en estudio. Bolsas de plástico, fistula ruminal, manguera de 2 mts de longitud, baño maría, tubos de ensayo; así como uso de laboratorio, muestras en estudio y termo.

### 3.2.2 Material biológico

Se utilizó un torete fistulado para la extracción del líquido ruminal, propiedad de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de Guadalajara.

### 3.3 Tratamientos Estudiados

Se evaluaron cuatro materiales, que fueron: Congueran, Tepame, Guazuma y Leucaena, los cuales se sometieron a cuatro tratamientos, con tres repeticiones esquematizadas de la siguiente forma:

CUADRO No. 1 TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

REPETICIONES	M				U				E				S				T				R				A				S			
	CONGUERAN				TEPAME				GUAZUMA				LEUCAENA																			
	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42	6	18	30	42
R1	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
R2	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
R3	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

### 3.4 Métodos

#### 3.4.1 Metodología experimental

Para el análisis e interpretación de los datos, se utilizó un arreglo factorial 4x4 (4 tiempos de fermentación, 4 especies), bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, el cual se representó bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = M + B_i + E_{tj} + e_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Representa el valor de cualquier observación.

$M$  = Indica un efecto promedio común a todas las observaciones.

$B_i$  = Indica el efecto de la especie  $i$ -ésima.

$E_{tj}$  = Indica el efecto del tiempo  $j$ -iésima especie, con el  $j$ -iésimo tiempo.

$e_{ijk}$  = Indica el efecto del error experimental.

#### 3.4.2 Desarrollo del experimento

Los materiales utilizados que se recolectaron, fueron: Guazuma y Leucaena, en La Huerta, Jalisco; Congue-ran y Tepame, en Zapotlanejo, Jalisco

Se tomaron muestras representativas de cada uno de los materiales trabajados, en forma individual, los

cuales fueron secados a una temperatura de 80°C, durante 48 horas en la estufa. Una vez secados, se procedió a molerlos, utilizando un molino Willey de cuchillas, con un tamiz de 2 mm de espesor del poro. Las muestras se guardaron en bolsas de plástico, herméticamente cerradas, para su posterior utilización.

Para determinar la DIMS, se utilizó el método descrito por (28) en su primera etapa, siendo los tiempos de fermentación 6, 18, 30 y 42 horas.

Para la inoculación, el líquido ruminal se extrajo de un torete, aproximadamente de 300 kg de peso vivo, alimentado con concentrado y silo de maíz. El líquido ruminal se extrajo a través de la fistula ruminal, con una manguera de 2 mts de longitud; se removió el líquido ruminal, con el objeto de que éste fuera más uniforme al ser extraído; y, posteriormente, se depositó en un termo.

El líquido se llevó al laboratorio e inmediatamente se filtró con mucelina y se conservó en baño maría, a una temperatura de 39°C, similar a la que se encontraba en el animal, adicionándole CO<sub>2</sub>, para mantener las condiciones anaeróbicas.

Posteriormente se procedió a preparar la solución de Mc Dougal's, ajustando el pH a 6.9, adicionándole permanentemente CO<sub>2</sub>. Se tomaron 0.30 grs de cada una

de las muestras en estudio, adicionando a cada tubo 17 cc de solución Buffer de Mc Dougalls y 17 cc de líquido ruminal y  $\text{CO}_2$  durante 30 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas. Luego, se pusieron a incubar en baño maría a  $39^\circ\text{C}$  con agitación longitudinal, respecto al tubo. Se pusieron muestras por triplicado; dos muestras contenían sólo líquido ruminal y saliva de Mc Dougalls, llamados blancos; dos tubos testigos con alfalfa de digestibilidad conocida, sólo para corroborar la actividad del líquido ruminal. Al término de cada tiempo de fermentación, las muestras fueron centrifugadas a 2500 revoluciones por minuto, durante 10 minutos. El residuo de esta primera centrifugada se lavó 3 veces con las mismas revoluciones y el mismo tiempo. Después de cada centrifugada se descontaba el líquido sobrenadante, y los residuos fueron secados en la estufa a  $100^\circ\text{C}$ , por espacio de 48 horas.

Los llamados tubos blancos fueron usados como factor de corrección de la materia seca, que contiene el líquido ruminal.

La fórmula usada para el cálculo del porcentaje de DIMS, fue la siguiente:

$$\text{DIMS} = \frac{\text{Muestra inicial} - (\text{Residuo} - \text{Residuo blanco})}{\text{Muestra inicial}} 100$$

El experimento tuvo una duración de 15 días, aproximadamente, y se llevó a cabo en Mayo de 1992.

## 4. RESULTADOS

4.1 Digestibilidad in vitro

En el cuadro No. 2 se muestran los resultados del análisis de varianza de la digestibilidad de los materiales utilizados, encontrándose diferencias significativas al 0.05 y 0.01, tanto en especies tiempo y especie por tiempo.

CUADRO No. 2 ANALISIS DE VARIANZA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS ESTUDIADAS

FV	GL	SC	CM	FC	FT 0.05	FT 0.01
ESPECIE	3	12,140.8	4,046.6	296.17	2.92	4.51**
TIEMPO	3	2,007.0	669.0	48.96	2.92	4.51**
EXT.	9	588.6	65.4	4.79	2.21	3.07**
ERROR	32	437.2	13.6			
TOTAL	47	15,173.0				

En el cuadro No. 3 se muestran los porcentajes de digestibilidad, de las diferentes materias primas estudiadas.

CUADRO No. 3 PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS ESTUDIADAS

ESPECIE	6 HRS	18 HRS	30 HRS	42 HRS
CONGUERAN	46.41	71.16	68.81	69.41
LEUCAENA	21.86	29.05	27.18	32.29
TEPAME	16.81	19.89	28.77	36.20
GUAZUMA	19.68	30.94	30.18	36.15

Podemos observar que en el caso del Congueran, el mayor porcentaje de digestibilidad fue a las 18 horas, con un 71.16%, decreciendo a las 30 y 42 hrs, respectivamente. Con el objeto de observar más claramente lo anterior, ver Gráfica No. 1.

En el caso de Leucaena, los porcentajes de digestibilidad, fue mayor a las 42 hrs con 32.39%, siendo ligeramente menor a las 30 y 18 hrs, respectivamente (ver Gráfica No. 2). En cuanto al Tepame, observamos que hubo un incremento de la digestibilidad; conforme el número de horas se incrementó, siendo el porcentaje mayor a las 42 hrs, con un 36.20% (ver Gráfica No. 3). Finalmente observamos la Guazuma, donde también, como en el caso del Tepame, hubo un incremento en la digestibilidad, a medida que el número de horas se incrementó, donde podemos observar que a las 42 hrs hubo un 36.15% de

CUADRO No. 4 PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS ESTUDIADAS, DONDE SE OBSERVAN LOS PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD POR REPETICION DE CADA MATERIA PRIMA UTILIZADA, EXPUESTAS-A DIFERENTES HORAS

MATERIAL	CONGUERAN				LEUCAENA				TEPAME				GUAZUMA			
	6 hrs	18 hrs	30 hrs	42 hrs	6 hrs	18 hrs	30 hrs	42 hrs	6 hrs	18 hrs	30 hrs	42 hrs	6 hrs	18 hrs	30 hrs	42 hrs
R1	46.25	71.05	68.00	69.00	21.70	30.00	25.12	32.80	16.50	20.60	28.76	37.00	18.40	30.64	31.00	35.50
R2	46.00	71.23	69.00	68.60	22.00	28.00	27.32	31.80	17.54	19.20	28.20	35.92	19.20	31.50	29.80	36.77
R3	47.00	71.22	69.45	70.64	21.88	29.15	28.12	32.27	16.40	19.88	29.35	35.70	18.44	30.70	29.75	36.20
$\Sigma$	139.25	213.50	206.45	208.24	65.58	87.15	81.56	96.87	50.44	59.68	86.31	108.62	56.04	92.84	90.55	108.47
$\bar{x}$	46.41	71.16	68.81	69.41	21.86	29.05	27.18	32.29	16.81	19.89	28.77	36.20	18.68	30.94	30.18	36.15

CUADRO No. 5 COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS ESTUDIADAS

CONCEPTO	CONGUERAN	LEUCAENA	TEPAME	GUAZUMA
Humedad	20.0	6.0	12.8	16.2
Cenizas	8.6	6.9	11.1	4.3
Proteína cruda %	8.7	17.3	8.9	9.2
Fibra cruda %	17.9	18.8	37.7	36.6
Extracto etéreo %	6.8	4.9	0.6	1.8
Extracto no Nitrogenado %	38.0	51.3	28.9	31.9
Materia seca %	80.0	94.0	87.2	83.8

Se presentan los resultados del análisis bromatológico de los diferentes materiales estudiados, observando que los de mayor contenido de fibra bruta son: Tepame y Guazuma; y menor, siendo prácticamente similares: Congueran y Leucaena. En cuanto a proteína, vemos a Leucaena con el porcentaje mayor, siendo Congueran, Tepame y Guazuma muy similares. El extracto no nitrogenado con un 51.3% es Leucaena, siendo menores los restantes.

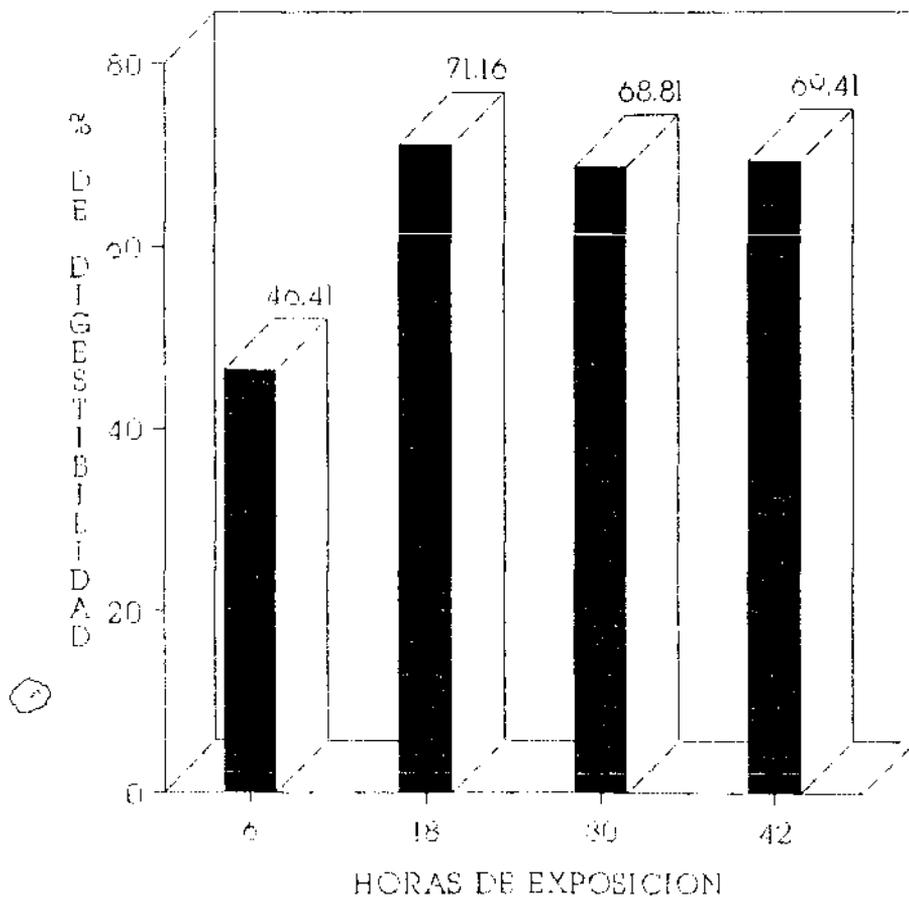
De acuerdo a este análisis bromatológico, podría pensarse que Leucaena hubiera sido la de mayor digestibilidad; sin embargo, nuestro estudio muestra lo contrario.

CUADRO No. 6 PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACION. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD

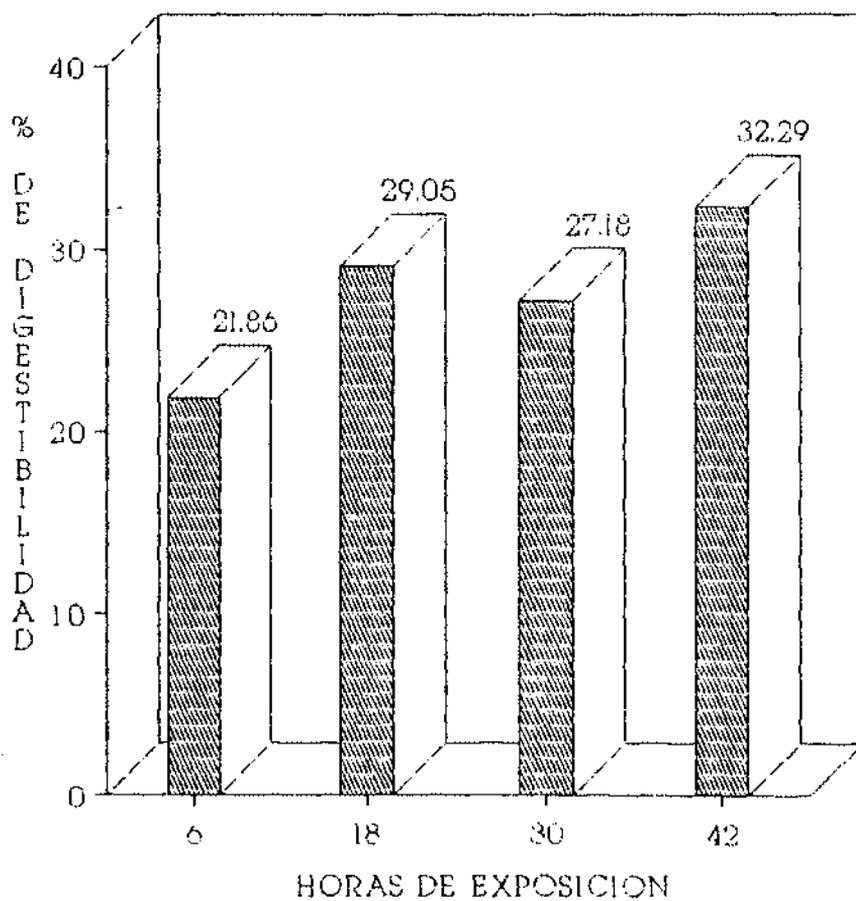
HORAS DE EXPOSICION												
	6			18			30			42		
CONGUERAN	A	41.41	a	A	71.16	a	A	68.81	a	A	69.41	a
LEUCAENA	B	21.86	b	D	30.94	b	D	30.18	b	C	36.20	b
TEPAME	D	18.68	b	B	29.05	b	C	28.77	b	D	36.15	b
GUAZUMA	C	16.81	b	C	19.89	c	B	27.18	b	B	32.29	b

Letras iguales, significa que no hay diferencia significativa, por lo que se establece que a las 6 horas de exposición y especie A con respecto a B, D y C, existen diferencias altamente significativas; a las 18 horas de exposición, observamos que en A existe diferencia significativa con respecto a D, B y C. Asimismo, existiendo diferencias entre D y B con respecto a C, a las 36 horas, observamos diferencias altamente significativas en A con respecto a D, C y B. Similar situación encontramos a las 42 horas en A con respecto a C, D y B, respectivamente.

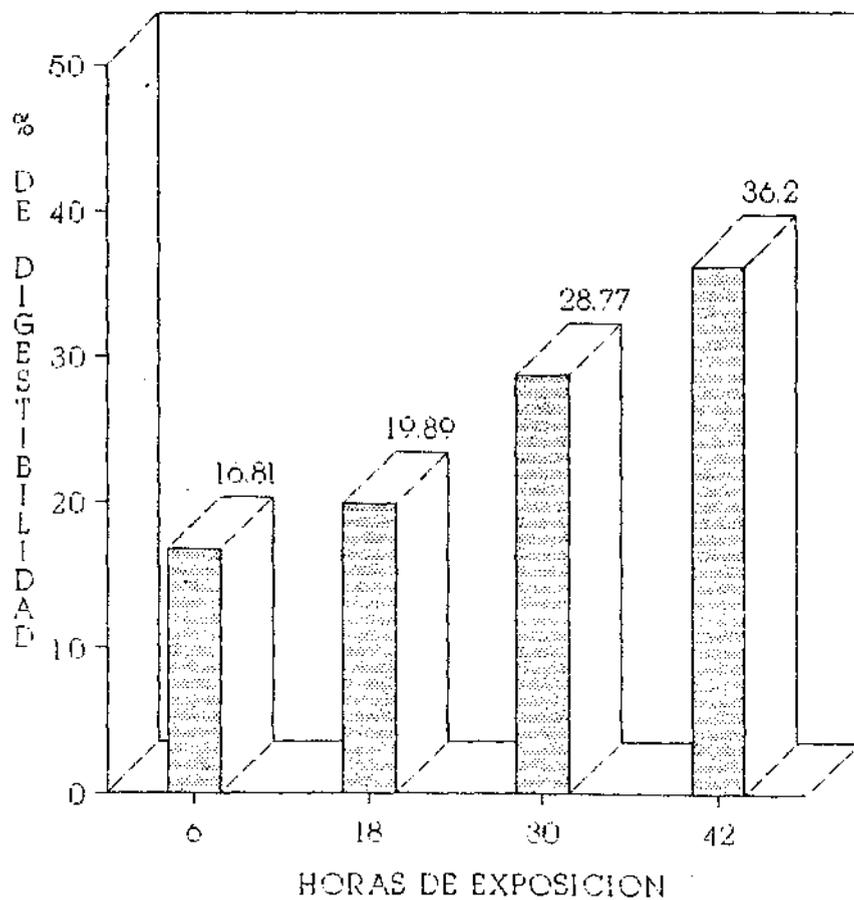
GRAFICA No 1 Digestibilidad de la Materia Seca del  
Conguero a Diferentes Horas  
de Exposición



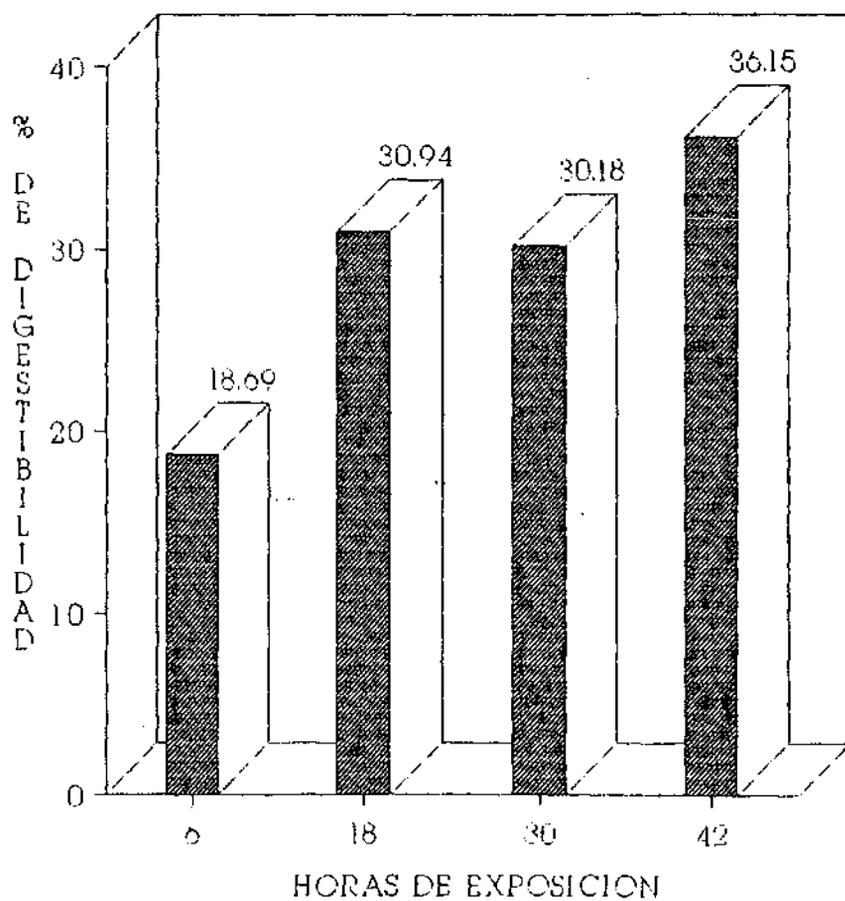
GRAFICA No. 2 Digestibilidad de la Materia Seca de la Leucaena a Diferentes Horas de Exposicion



GRAFICA No. 3 Digestibilidad de la Materia Seca del Tepame a Diferentes Horas de Exposicion



GRAFICA No. 4 Digestibilidad de la Materia Seca de la Guazuma a Diferentes Horas de Exposicion



## 5. DISCUSION

Dado que los valores de digestibilidad de la materia seca, obtenidos in vitro, constituyen una aproximación bastante aceptable de lo que harían in vivo los microorganismos del rumen con el material en estudio, de tal manera, que se emplea cada vez más esta técnica, para determinar la calidad del forraje. Es así como la mayoría de las pruebas de digestibilidad realizadas se han llevado a cabo in vitro.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los reportados por (32) (33) (34), ya que estos autores mencionan que a mayor contenido de fibra, menor digestibilidad. Se pudiera pensar en un alto contenido de lignina, donde sabemos que es un compuesto complejo altamente resistente a la digestión.

Podemos observar el cuadro No. 5, donde el contenido de fibra fue menor en el Congueran (17.9%) con respecto a los demás; de ahí que este mismo ingrediente haya mostrado el porcentaje más alto de digestibilidad (cuadro No. 3, gráfica No. 1). Podría pensarse que los ingredientes Leucaena, Tepame y Guazuma, a mayor número de horas de exposición habría un incremento en la digestibilidad;

sin embargo, como se menciona anteriormente, posiblemente existan altos contenidos de lignina.

En el área de la nutrición animal, se han realizado un gran número de trabajos para determinar el efecto que tiene la lignina sobre la digestibilidad de la pared celular en rumiantes.

En este trabajo se ha llegado a la conclusión de que la lignina impide la ingestión de otros polisacáridos presentes en la pared celular, con lo cual disminuye el aprovechamiento de la energía potencial que existe en gran número de ingredientes, entre los que cabe mencionar los ingredientes estudiados.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cada día se hace necesario la búsqueda de nuevas fuentes de alimento para la industria pecuaria, con el objeto de minimizar el uso de aquellas fuentes que puedan usarse en la alimentación humana, ya que hasta el momento, los sistemas de producción animal han estado basados en el uso de alimentos que son consumidos por el hombre. Esto impone la necesidad de establecer sistemas de alimentación regionales, basados en alimentos que pudieran ser: Congue-ran, Leucaena, Tepame, Guazuma, etc, ya que son productos con contenidos de proteínas, competitivos con otros de consumo humano donde también conocemos su potencial de celulosa, como fuente energética y su utilización por los rumiantes es bien conocida.

El reemplazo de los alimentos tradicionales por productos como los antes mencionados, o bien, por subproductos industriales, aparte de abaratar los costos de alimentación, nos permite utilizar un recurso renovable que es semiutilizado, convirtiéndolo en un producto útil 100%. Algunos limitantes para el uso de subproductos y otros productos, es que desconocemos sus características químicas y más aún su digestibilidad, es decir, su aprovechamiento;

sin embargo, conocemos que de los productos estudiados, el Congueran mostró una digestibilidad mayor; con buenas perspectivas: Leucaena, Tepame y Guazuma, de las cuales podría hacerse un uso más eficiente y de mejor calidad, con la adición de una fuente de NNP y carbohidratos solubles. Es evidente que la calidad nutritiva de estos materiales, se pueden mejorar mediante tratamientos físico y/o químico. No obstante, es mucho lo que se puede hacer suministrándolos con raciones mixtas.

Dado los contenidos altos en fibra, generalmente son recomendados para rumiantes, ya que sabemos la capacidad de éstos a través de sus microorganismos, el uso que éstos pueden hacer de los carbohidratos estructurales. De ahí, que no se recomiendan para monogástricos, por su incapacidad del uso de la celulosa.

Finalmente, queremos mencionar que sólo se conseguirá el pleno aprovechamiento de los productos estudiados, cuando se combinen debidamente, para formar dietas equilibradas.

## 7. LITERATURA CITADA

- 1.- BENDER, F., D.P. Heany and A. Bownden. 1971. Potential-  
of steamed wood as a feed for ruminants.  
Forest products J. 20-36:26.
- 2.- BROWN, D.C. y J.C. Radcliffe. 1979. A new method  
of preparing group silage for the determination  
of chemical composition and in vitro digestibi-  
lity. Journal Science Food Agriculture.  
25;750.
- 3.- CHAZARO, B.M. 1977. El huizache (Acacia pennatula)  
una invasora del centro de Veracruz. Facultad  
de Biología. Universidad de Veracruz.
- 4.- DOWELL, R.L. 1972. Improvement of Livestock production  
is warm climates. Ed. W.H. Freeman and Company.  
San Francisco.
- 5.- DINUS, D.A. and J. Bond. 1975. Digestibility, ruminal  
parameters and growth by castle bed a waste  
wood pulp. J. An. Sci. 41:627-633.
- 6.- DETENAL. 1980. Carta Climática y Carta Urbana.
- 7.- ESTRADA, F.E. Leguminosas silvestres de valor alimenticio.  
Instituto de Botánica. Universidad

de Guadalajara. 76 (111) 6:10-14.

- 8.- ENCICLOPEDIA de México. 1978. Sterculiaceas. Ed. Mexicana. 3a. edición. México, D.F. pp 300 y 301.
- 9.- FERREIRO, H.M., T.R. Preston y T.M. Sutherland. 1977. Digestibilidad de tallo y puntas de caña de azúcar madura y tierna. Producción Animal Tropical. 2:104-108.
- 10.- FERREIRO, H.M., R. Elliott, V. Ríos y T.R. Preston. 1978. Función y fermentación animal en dietas basadas en pulpa de henequén. Producción Animal Tropical. 3:65-69.
- 11.- FLORES, M.J. 1980. Bromatología Animal. Ed. Limusa. 2a. edición. pp 490-493.
- 12.- INDUSTRIAS PORCINAS. 1982. Proteína de hoja y reproducción. Publicación Warr. (Noviembre-Diciembre): 14.
- 13.- KINGSBORY, J.M. 1946. Poisons plants of the United States and Canada. Ed. Prentice-Hall. pp 332-333.
- 14.- MAPOON, L.K., C. Delaitre y T.R. Preston. 1977. El valor para la producción de leche de suplementos de mezclas de miel final, bagacillo y urea, y combinaciones de maíz y tortas

- de mañi. *Producción Animal Tropical* 2:151-153.
- 15.- MARTINEZ Maximino. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. F.C.E. 1a. edición. México.
- 16.- MONTEPELLIER, F.A. y T.R. Preston. 1977a. Digestibilidad de punta, corteza y tallo descortezado y caña de azúcar integral. *Producción Animal Tropical* 2:13-17.
- 17.- MONTEPELLIER, F.A. y T.R. Preston. 1977b. Digestibilidad y consumo voluntario de dietas basadas en caña de azúcar: efecto de picar el tallo en diferente tamaño de partícula. *Producción Animal Tropical*. 2:40-44.
- 18.- MOURDANT, N. McLeod y J.D. Minson. 1974. Predicting dry matter digestibility from acid detergent fibre levels in grasses affected a pretreatment with neutral detergent. *J. Sci. Fd. Agric.* 25:913.
- 19.- Mc DONALD, R.A. Edwards, J.F.D Green Halgh. 1975. *Nutrición animal*. Edit. Acribia.
- 20.- NAIDOO, G., C. Delaitre y T.R. Preston. 1976. Efecto de adicionar grano de maíz y harina de pescado a una dieta basada en bagazo de caña cocinada

- y urea. Producción Animal Tropical. 2:121.
- 21.- PENNINGTON, D.T. y J. Sarukan. 1968. Manual de Campo para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Ed. INIS-FAO. 4a. edición. México.
- 22.- PAULINO, J. y N.A. Mc. Leod. 1976. Digestibilidad y consumo voluntario de punta y tallo de caña de azúcar con y sin suplemento proteico. Producción Animal Tropical. 2:115.
- 23.- PAULINO, J., N.A. Mc. Leod y T.R. Preston. 1976. Digestibilidad y consumo voluntario de mezclas de caña de azúcar con diferentes niveles de miel final. Producción Animal Tropical. 2:114.
- 24.- SIMS, P.L. and C.W. Cook. 1970. Herbage digestibility as influenced by community density. J. Anim. Sci. 31:1228.
- 25.- SEMPLE, A.J. 1974. Avances en pasturas cultivadas y naturales. Ed. C.R.D.A.T. Hemisferio Sur. 1a. edición. pp 140-144.
- 26.- SALAIS, F.J., A. Wilson y B. Elliott. 1977. Determinación de la digestibilidad aparente de una ración basada en punta de caña de azúcar. Producción Animal Tropical. 1:178-181.

- 27.- SANCHEZ, S. 1979. La Flora del Valle de México. Editorial Herrero, S.A. México, D.F. p. 183.
- 28.- TRIANA, G., H. Lang, O. Gelabert, R. Morales y M. González. 1975. Investigación de las partículas insolubles producto de la hidrólisis parcial de la celulosa del bagazo de la caña. ICIDCA. 9:18-33.
- 29.- URNES, P.J., A.D. Smith y R.K. Watkins. 1977. Comparison of in vitro and in vivo dry matter digestibility of mule deer forage. J. of Range Management. 30;119.
- 30.- WONG, Y.C. 1973. Effect of steam treatment in cane bagase in relation to it's digestibility and furfural production. Paper to be presented at the XV ISSCT Congress Durban South Africa.
- 31.- Van SOEST, P.J. 1963. The use of detergents in the analyses of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. off. Agr. Chem. 46:829.
- 32.- Van SOEST, P.J. and L.H.P. Jones. 1968. Effect of silica in forage upon digestibility. J. Dairy Sci. 5:1644.
- 33.- VAVRA, M., R.W. Rice and R.E. Bement. 1973. Chemical