

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS



UTILIZACION DE SEMILLAS DE PAROTA  
(ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM)  
PARA LA ALIMENTACION HUMANA

TRABAJO QUE CON EL CARACTER DE

T E S I S

P R E S E N T A

**EL M.V.Z. JUAN CARLOS SERRATOS AREVALO**

PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS DE LA NUTRICION ANIMAL

GUADALAJARA, JAL. SEPTIEMBRE DE 1989

## DEDICATORIAS

BIBLIOTECA CENTRAL

A mi esposa e hijo, Maria Eugenia Perez de Serratos y Juan Carlos Serratos Perez, por haberme concedido parte del tiempo que les correspondia y por su fe; en la terminación del trabajo.

A mis padres; Ignacio Serratos Castañeda y Carmen Arévalo de Serratos por su apoyo material y espiritual.

A mis hermanos Javier, Hector, Raul, José, Luz y Rosa por su sentido de solidaridad fraternal.

### MODESTIA EN EL SABER:

Ni te engrías de tu saber, ni te fies de tu erudición. Consultan tanto al ignorante como al sabio, por que no hay límite del arte, ni ningún artista posee del todo sus méritos. La palabra sabia está más escondida que la piedra preciosa verde, y, no obstante se encuentra entre las esclavos sobre las muelas.

De la sabiduría de PTAHOTEP (Egipcio, III a II milenio a.c.)

## A G R A D E C I M I E N T O S .

A todas aquellas personas que cedieron parte de su actividad para el avance del presente estudio; a todas ellas el más alto agradecimiento por tan noble actitud.

Al M en C Joaquín García Estrada por su orientación y su constante e implacable análisis crítico.

Al Dr. Enrique Estrada Faudon por sus sugerencias y su valiosa información.

A todas las autoridades y al personal que labora en la D.G.T. A. M. de la S.E.P. en especial al Lic. Rodolfo Ambriz Aguilar y al Ingeniero Braulio Amado Amado, gracias a sus gestiones me fué posible obtener una beca para terminar estudios de postgrado.

Al Dr. Jose Manuel Zorrilla Rios por sus agudas observaciones.

A los M.en C. Angela Sotelo y Bernardo Lucas por su valiosa ayuda técnica y Científica.

A la M en C Irma Elizondo Espinosa por haber coadyuvado en el diseño de la formulación de las dietas experimentales.

A la M.V.Z. Issac Virgen Lourdes por su apoyo para realizar determinaciones de digestibilidad.

Al tesista P de M.V.Z. José Luis López Díaz.

A las autoridades de la Posta Zootécnica "Cofradia" por todas las facilidades brindadas para efectuar el ensayo biológico en aves.

A la Dra. Luz Ma. Villareal de Puga por la información proporcionada. A los M en C Virgilio Zuñiga Partida, Fernando López Dellamary y a la T.C. Luz Hernandez Ruiz e Ing. Gerardo Barajas Gonzalez por las facilidades y la ayuda recibida para efectuar el análisis de los carbohidratos y de los aminoácidos.

A la química Marisela Zuñiga Bazaladua y a la Q.F.B. Ana Rosa Venegas quienes me proporcionaron la información necesaria y por su colaboración para la prueba reológica.

UTILIZACION DE SEMILLAS DE PAROTA (ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM) PARA  
LA ALIMENTACION HUMANA.

Trabajo que presenta el P. de M en C. Juan Carlos Serratos Arévalo  
como Tesis de Maestria para obtener el grado de MAESTRO EN  
CIENCIAS EN NUTRICION ANIMAL.

El presente trabajo se realizó con apoyo del Instituto de  
Madera Celulosa y Papel de la U. de G., La Facultad de Química a  
través de la División de Estudios de Postgrado de la UNAM. Las  
compañías harineras "maribel" y del "Parayas" de la Cd. de Guada-  
lajara Jal; y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de  
la U. de G.

DIRECTOR DE TESIS: M en C Joaquín García Estrada.

ASESOR: Dr. Enrique Estrada Faudon.

Septiembre de 1989.

## I N D I C E

Contenido.	Paginas.
Resumen_____	1
Introducción_____	2-21
Justificación_____	22
Hipótesis_____	23
Planteamiento del problema _____	24
Objetivo general y particulares_____	25
Materiales y métodos_____	26-31
Resultados_____	32-46
Discusión_____	47-53
Conclusiones_____	54
Bibliografía_____	55-65

## RESUMEN

Para determinar la conveniencia de utilizar las almendras de semillas de parota como un complemento alimenticio para la alimentación humana se realizaron estudios sobre las características fisicoquímicas, biodisponibilidad y presencia de factores antinutricionales en el material. Se determinó que la harina no poseía características físicas adecuadas para la panificación, sin embargo reveló un elevado porcentaje proteico que fue del 26.3% en la semilla completa y de 32.5% en la almendra, además de la presencia de cantidades importantes de aminoácidos esenciales como leucina, treonina y lisina, solamente se identificaron cantidades mínimas de factores antinutricionales que permiten el consumo de las semillas sin riesgos después de la cocción, finalmente mediante un estudio biológico con aves se determinó que las semillas completas tienen una adecuada digestibilidad y calidad comparable a la de otras fuentes proteicas convencionales para la alimentación humana o animal.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

## INTRODUCCION.

### PANORAMA GENERAL DE LA ALIMENTACION MEXICANA.

La población del país es de más de 80 millones de mexicanos, de esta cantidad aproximadamente la mitad corresponde a jóvenes en desarrollo, mujeres embarazadas y ancianos que viven en el medio rural y urbano y que tienen una dieta que se basa sobre todo en el consumo de maíz, frijol, trigo y cebada (dietas marginal e intermedia respectivamente) (8,43,59,60,100). Asimismo, en las zonas urbanas la alimentación no es mejor, muchos de los alimentos disponibles no tienen valor nutricional ya que los esfuerzos que se aplican durante su elaboración están encaminados a una finalidad comercial (8,15,18,25).

Esta dieta básica es insuficiente para cubrir los requerimientos proteico-calóricos indispensables y solamente el 30% de la población nacional tiene la posibilidad de consumir los productos de mayor valor nutritivo que consecuentemente son también los más costosos como la carne, leche, huevos, frutas y verduras, estos y otros productos de fabricación nacional y extranjera sólo son accesibles a los estratos sociales superiores económicamente (18,89,91,92).

### EFFECTOS DE LA RESTRICCIÓN DE NUTRIENTES DURANTE EL DESARROLLO PRENATAL Y POSTNATAL.

En la República Mexicana, de dos millones de niños que nacen anualmente, cien mil mueren durante los dos primeros años de vida por factores relacionados con la mala nutrición y un millón sobreviven con defectos físicos y mentales debido a insuficiencias alimentarias (59,60,89,100).

Los niños que sufren deprivación de nutrientes durante la gestación y que continúan con mala alimentación después del nacimiento sufren diversas clases de trastornos, particularmente



del sistema nervioso central, ya que este tiene su máxima aceleración durante la vida prenatal. Las alteraciones nerviosas se manifiestan especialmente por dificultad en el aprendizaje y respuestas anormales de los sujetos ante diferentes estímulos del medio ambiente (51,61,116).

Por otra parte, los malos hábitos alimenticios de la población no favorecen la adecuada nutrición, esto es particularmente notable en los niños, ya que el consumo infantil de pastelillos al año sobrepasa al de carne, pescado y aves (51,61,89,116).

Las alteraciones nutricionales proteico-calóricas son las de mayor severidad, ya que se reduce la disponibilidad de precursores necesarios para el crecimiento y reparación estructural de los tejidos, además del mantenimiento de la actividad funcional orgánica, también se afectan funciones especiales como la síntesis de aminos biogénicas cerebrales, entre éstas el ácido glutámico que actúa como neurotransmisor principalmente excitatorio sobre extensas zonas encefálicas (51,61,116).

De la concentración adecuada de neurotransmisores depende la transmisión química sináptica normal y de la suma total de interacciones interneuronales depende la manifestación de la respuesta integrativa superior de los sujetos (51,61).

Independientemente de los aspectos socioculturales alimenticios, actualmente existe una severa disminución de la capacidad adquisitiva en la mayoría de las familias, tanto del medio rural como urbano, por lo que a mediano plazo no existen posibilidades de que se mejore el nivel de vida y la calidad de la dieta, de esta forma la desnutrición crónica o de tipo generacional se convierte en un problema con profundas repercusiones socioeconómicas para el futuro del país

(18,43,72,91,92).

#### SITUACION DE LA GANADERIA MEXICANA.

En la actualidad, la principal función de la ganadería nacional para la sociedad mexicana consiste en aportar proteínas que tienen las concentraciones apropiadas de aminoácidos esenciales para el humano (46,48).

Los recursos orgánicos vegetales de los que dependen los bovinos en el país están representados por pastizales y esquilmos de cosechas, principalmente del maíz (46,48).

Debido a que existe una gran diversidad de climas y zonas geográficas en el país, no todas las regiones cuentan con volúmenes adecuados de aguas de temporal para conservar pastizales durante la mayor parte del año, tampoco se dispone de una infraestructura hidráulica en todos los estados de la República para establecer praderas artificiales, por lo que los ciclos de producción bovina extensiva invariablemente atraviesan por una etapa crítica por la baja disponibilidad de alimentos en el periodo de estiaje.

Muchos forrajes del área tropical húmeda carecen del valor proteico necesario para alimentar adecuadamente a rumiantes, debido a que las sales (particularmente el fósforo del suelo) son fácilmente lixiviadas en los que resultan inaccesibles para las plantas, este fenómeno representa una gran limitación para el desenvolvimiento óptimo de la actividad ganadera (46,48,101,109).

En las regiones áridas y semiáridas del país, los coeficientes de agostadero oscilan de 56 a 116 Has. por unidad animal. Se estima que el 80% de los recursos forrajeros en el trópico mexicano (seco y húmedo) están constituidos por pastizales nativos, comúnmente está presente una gran cantidad de leguminosas autóctonas que representan un gran potencial

alimenticio para la producción animal por su alto contenido en proteínas (101,109).

La ganadería mexicana incluye diversos subsistemas en los que se agrupan bovinos, porcinos, equinos, aves y pequeños rumiantes, de la transformación de los productos primarios resultan actividades artesanales como la elaboración de subproductos de la leche, cueros, pieles y lanas (101,109).

La ganadería bovina orientada a la producción de carne o leche ha recibido un gran apoyo, por lo que constituye el 70% de la producción animal global estimada entre 1970 y 1980, se tienen reportes de que alrededor de un 40% del territorio nacional se utiliza con fines ganaderos, entre otras cosas (101,109).

En nuestro país la ganadería extensiva es la más predominante y la capacidad de las diferentes regiones para el mantenimiento de animales tiene amplias variaciones respecto a la carga animal y Has de agostadero, debido a que no se han incorporado prácticas zootécnicas avanzadas generalmente se requieren grandes extensiones de tierra, aparte de que no todos los pastos son de igual calidad ya que esta depende del contenido mineral del suelo (46,48,101,109).

La ganadería rústica extensiva resulta muy económica debido a que el hato se encuentra en condiciones naturales sin participación importante del hombre, sin embargo, bajo estas condiciones no se alcanzan rendimientos industriales, se tienen reportes de que en esta situación de cada dos vacas sólo una procrea anualmente, por lo que los ciclos se convierten en bianuales, por esta razón en México la eficiencia ganadera es muy baja por las vacas que permanecen improductivas (46,48,101,109).

Por el contrario, en la industria lechera se han incorporado la mayoría de los avances tecno-científicos, estos se han

orientado a conferir diversas propiedades físicas adicionales a la leche original, sin embargo, la planta productiva primaria se encuentra en crisis por diversas razones (46,48).

En cuanto a las explotaciones de porcinos y aves, está calculado que representan una tercera parte del total de la industria animal, estas por lo general se encuentran en la forma intensiva donde se mantienen elevadas densidades animales en espacios reducidos por poco tiempo con el uso de alimentos especialmente balanceados compuestos por ingredientes de origen agrícola o animal (46,48,101,109).

La producción de ovejas y cabras generalmente es de tipo extensivo y marginal. La demanda de los productos primarios y derivados generalmente es local, las explotaciones pertenecen a campesinos que consideran esta actividad secundaria y no poseen los conocimientos necesarios para desarrollarla eficientemente. Esto no sucede con vacunos lecheros y cerdos que dependen de empresas capitalistas, finalmente el ganado equino y asnar se consideran como de trabajo con utilidad regional (46,48,101,109).

#### DISPONIBILIDAD DE RECURSOS AUTOCTONOS.

En contraste con las restricciones alimenticias de la población humana y animal que se presentan en México, se calcula que la flora mexicana está compuesta por más de 25,000 especies, esta cantidad corresponde a un 10% de la flora internacional (42).

En el territorio mexicano existen numerosas plantas alimenticias que no se han utilizado para este propósito. El país puede separarse en base a su naturaleza geográfica y climática en dos grandes zonas que poseen distintas especies animales y de vegetales comestibles, a pesar de las grandes diferencias, ambas resultan importantes por el potencial productivo que representan (42), estas son;

### Zona Árida.

Un 40% del territorio nacional está clasificado como zona árida donde crecen diversas especies de vegetales con valor alimenticio para humanos y/o animales, algunos de estos tienen además aplicaciones industriales. El nopal (Opuntia) se consume en grandes cantidades por la población mexicana como verdura o fruto y también se utiliza en fresco como forraje para la alimentación de bovinos (6,19,36,54,73,93).

El guayule (Parthenium argentatum) tiene importancia industrial para la extracción de hule (19,44,54). Entre otras especies está la calabacilla loca (Cocurbitas foetidissima), cuyo valor alimenticio consiste en su alta cantidad de aceite (25.6% a 42.8%) y proteínas (22 a 32%) (19,44,54).

El huizache (Acacia pennatula) es una arbustiva abundante en zonas semiáridas el follaje decíduo sirve como abono para enriquecer los suelos y también es apetecible como alimento para grandes y pequeños rumiantes (20,44).

### Zona Tropical.

En esta existen numerosas variedades de plantas comestibles como la chaya, (Nidosculus chayamansa) (104). El saramuyo (Anona esquamosa); es una de las especies de anonas con frutas comestibles (104), también se encuentra una amplia variedad de leucaenas como la esculenta, glauca y leucocephala que pueden usarse como alimento para humanos y animales (31,57). El capomo (brosimun alicastrum) tiene una amplia distribución en el trópico, su follaje y frutos son útiles para la alimentación de bovinos, también se pueden fabricar mermeladas con el fruto y las semillas se consumen tradicionalmente por la población ya sea asadas o cocidas (41,87,113).

IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LAS LEGUMINOSAS.

La familia de leguminosas comprende más de 13,000 especies: varían de tamaño desde la diminuta arveja silvestre de la zona templada a los grandes arboles, algunos producen vainas de un metro o más de largo, florecen en los trópicos y se plantan para procurar sombra a los cultivos (34).

Existe en México una gran reserva de leguminosas silvestres de composición desconocida. De alrededor de 13,000 especies en el mundo no se tiene información precisa sobre la importancia de las leguminosas para la alimentación humana y animal, selvas y áreas tropicales arboladas e inhospitas, sin embargo de las plantas que naturalmente crecen existen muchas con valor proteico que son promisorias como complemento alimenticio. A pesar de que existen numerosos estudios sobre estas, no se tiene la información necesaria por los cambios en la composición química por variedades o la composición del suelo (105,106).

Los vegetales actúan como fijadores del nitrógeno atmosférico a través de bacterias que se encuentran en las raíces, entre estas se encuentran las del género *Rhizobium* de forma nodular en las leguminosas como el chicharo, frijol, trebol, alfalfa, soya, haba, lentejas cacahuete y la parota (17,29,49,56,71,74).

Por esta razón las leguminosas provocan un mejoramiento del suelo, las parotas pueden crecer en suelos que carecen por completo de nitrógeno sin necesidad de fertilizantes, y el ecosistema se favorece además por la descomposición del material vegetal que se desprende y que actúa como abono natural nitrificante (17,29,49,56,74).

También puede propagarse esta leguminosa artificialmente mediante diferentes métodos como; cultivo de tejidos, acodamiento y por estacas, por lo que el consumo de las semillas no pone en riesgo la supervivencia de la especie ya que al plantarse los

arboles con un cierto grado de desarrollo aumentarían sus posibilidades de sobrevivencia (2,16,86,98).

El primer modelo de diseminación natural permitiría la colonización silvícola de grandes extensiones potencialmente propicias para el desarrollo de esta especie y con ello se contribuiría a aumentar las posibilidades de disponer de una cantidad suficiente de arboles para desarrollar una explotación racional que derive en beneficios económicos para la población residente, ya sea mediante el uso de frutos, follaje o de la madera (37,42,44,84,85).

La presencia de numerosas sustancias tóxicas en muchas leguminosas y la falta de información sobre estas hace necesario que se realicen ensayos toxicológicos antes de proponer cada vegetal estudiado como fuente alimenticia para animales y humanos, de esta forma podría efectuarse una selección agronómica (106,107).

Quince semillas de leguminosas estudiadas en México pueden considerarse como una fuente potencial para la alimentación animal por su composición química y eventualmente pueden usarse para la alimentación humana especialmente por su contenido proteico (106), un inconveniente de muchas semillas de leguminosas es la carencia de aminoácidos sulfurados como metionina y cistina, sin embargo lisina se encuentra en una alta concentración, en unos cuantos casos se encuentran también carbohidratos en un alto porcentaje.

#### VALOR NUTRITIVO DE LAS LEGUMINOSAS.

Su porcentaje proteico sobrepasa en un 20% al de los cereales y en promedio representa aproximadamente la mitad de las proteínas de la carne. La digestibilidad de las leguminosas bien guisadas se encuentra entre el 85 y 95%, estas contienen aproximadamente un 60% de hidratos de carbono (principalmente las

féculas) que en general se absorben y metabolizan adecuadamente (17,29,34).

El contenido de grasas de la mayoría de las leguminosas varía entre el 1 y 2% (17,34). Estas contienen un mayor número de aminoácidos esenciales que los cereales como isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina y valina. Comúnmente los cereales contienen escasa lisina, por lo que su combinación con leguminosas resulta conveniente (17,29,34).

#### FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LAS LEGUMINOSAS.

Las leguminosas contienen inhibidores nutricionales de relativa toxicidad, la mayoría de estos son termolábiles, por lo que después de la cocción no provocan trastornos secundarios a los humanos que los consumen (5,17,27).

Los principales factores antinutricionales son los inhibidores de la tripsina y las hemaglutininas, con menor frecuencia se encuentran glucósidos cianógenos, factores bociógenos, saponinas, alcaloides y factores que producen flatulencia (5,32,75,83,94,108).

Los frijoles crudos producen la muerte por intoxicación de las ratas que los consumen en menos de dos semanas (62,108).

#### POBLACION Y PROPAGACION DE LA PAROTA.

En México existen 1,500 de las 13,000 especies de leguminosas registradas en el mundo, entre estas está la parota o guanacaste (Enterolobium cyclocarpum) como una de las más sobresalientes, se encuentra por la vertiente del Golfo de México desde el sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatan y en la costa del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas (77,78,97,105,106). Su habitat corresponde al bosque tropical subdeciduo propio de la zona cálido húmeda (96,97).

Resulta interesante entender por que razón las semillas de



parota son tan duras como resultado de una presión selectiva durante la evolución; gasto energético, percepción de estímulos sugestivos de germinación y recompensa de la descendencia para los agentes de dispersión, esto explicaría la función diseminadora de grandes mamíferos, aparte de la estructura física del habitat forestal, entre los mamíferos se encuentran venados cola blanca, tapires, pecaries, caballos, bovinos, estos últimos son de los principales consumidores de frutas de "guanacaste" que al igual que los caballos fueron especies introducidas (63-67).

Los venados no consumen los frutos caídos por la dureza de las semillas, sin embargo esto no sucede con pecaries y tapires que mordisquean la vaina y eliminan muchas semillas intactas diseminandolas, sin embargo, solo sobrevive la capacidad germinativa en un 22 % en el caso del tapir, posiblemente sucedió algo semejante con mastodontes y perezosos terrestres actualmente extintos. Las semillas solo germinan cuando sucede la hidratación del embrión, la germinación se acelera por escarificación térmica o mecánica, o por la degradación gradual que ejercen microorganismos del suelo (47,71,74,114).

La incorporación de semillas de leguminosas silvestres a la alimentación animal tiene como ventajas evitar el consumo de otras fuentes proteicas nutricionales que también consumen los humanos en lo que se contribuiría a aliviar la demanda mundial de alimentos.

La testa impermeable permite mantener la viabilidad al resguardar al embrión de los efectos adversos del medio ambiente por un periodo largo, esta latencia es frecuente en habitats en los que la lluvia presenta una distribución marcadamente estacional.

POBLACION DE PAROTA EN EL ESTADO DE JALISCO.

En el estado de Jalisco se localiza en extensas zonas tropicales, es un árbol hasta 30 m de altura con un diámetro de 3 m y vainas semicirculares de 7 a 12 cm de diámetro, aplanadas y enroscadas, leñosas, de color moreno oscuras y brillantes de olor y sabor dulces. Cada una contiene de 10 a 15 semillas ovoides y aplanadas de 2.2 x 1.5 cm oscuras y brillantes con una línea pálida que delinea su contorno (76-78,88,96).

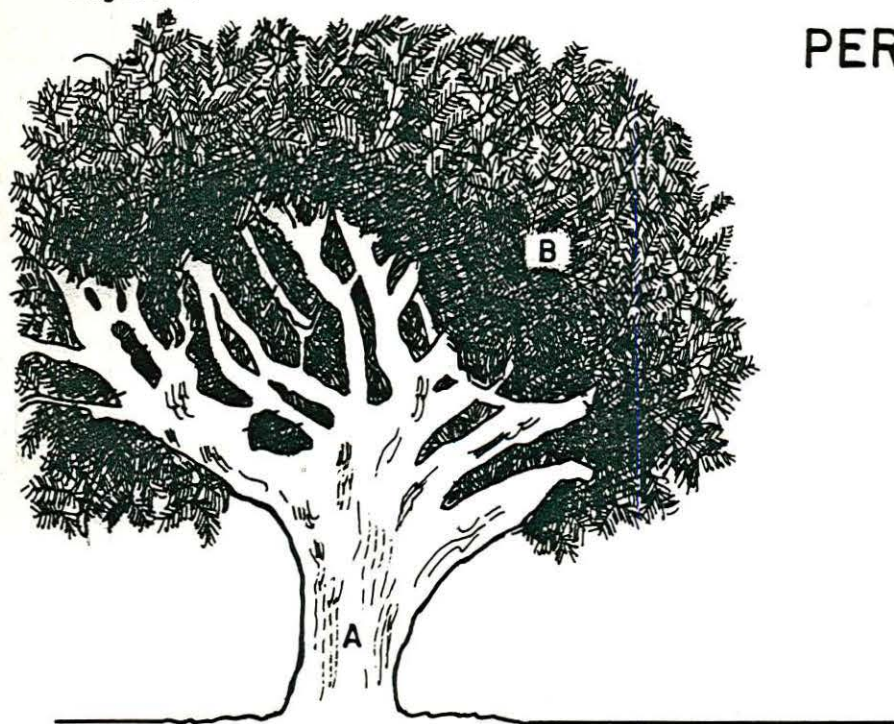
En base a los estudios dasanómicos efectuados por las unidades de administración número 4 de Autlan y número 5 del Tuito Mpio. de Cabo Corrientes se puede afirmar que es difícil precisar la cantidad exacta de parotas distribuidas en los diferentes municipios que comprenden estas unidades de control forestal, sin embargo recurriendo a información obtenida mediante muestreos al azar resulta evidente que existe una cantidad importante de estos árboles, misma que sería suficiente incluso para desarrollar una explotación sistemática que tendría como propósito destinar los frutos y follaje a la alimentación humana y o animal (82,96,102,103), (Fig.1).

#### CARACTERISTICAS FENOLOGICAS DEL GUANACASTE.

Su máximo crecimiento se produce en regiones con menos de 1,200 m sobre el nivel del mar (76,78), son vegetales de larga vida y de fructificación tardía, producen semilla hasta los 8-10 años dependiendo de las condiciones ambientales, la floración sucede de febrero a mayo y la fructificación de abril a junio (76,78).

Entre los meses de abril y julio los árboles de parota producen abundantes vainas circulares con 15 semillas cada una, las semillas son bastante duras y grandes solo germinan cuando sucede una modificación estructural que permite la hidratación del embrión, la germinación sucede rápidamente (76-78,114), como

Figura 1



## PERFIL DE LA COPA Y FENOLOGIA

*Enterolobium cyclocarpum*

### APLICACION INDUSTRIAL

**A** \_\_\_\_\_ USO MADERABLE : CARPINTERIA  
EBANISTERIA

MEDICINAL  
FUENTE DE SAPONINAS (Vaina completa)

**B** \_\_\_\_\_ USO ALIMENTICIO  
FOLLAJE Y VAINA COMPLETA PARA  
ANIMALES

SEMILLA PARA HUMANOS

OTRAS UTILIDADES  
SOMBRA PARA EL GANADO  
EVITA LA EROSION  
ENRIQUECE EL SUELO

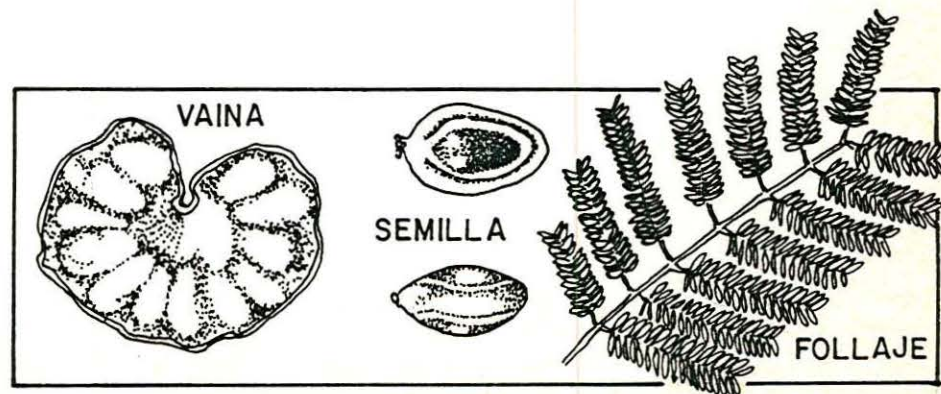
**CICLO DE VIDA** : Arbol maduro en 8 años, persiste mas de 100 años

**ALTURA MAXIMA** : 30 mt.

**CANTIDAD DE FRUTO PRODUCIDO** : 300 Kg. en los meses de  
Abril a Junio

**DIAMETRO DEL TRONCO** : 3mt

**REPRODUCCION** : Alto poder de germinación y supervivencia  
de la semilla



resultado de la escarificación térmica o mecánica o debido a la degradación gradual por la acción de microorganismos del suelo (47,71,74,114), las reservas contenidas en los cotiledones son fundamentalmente proteínas y carbohidratos (45,115). La ebullición también facilita la hidratación pero retarda la germinación en comparación con la escarificación (114,115).

La reproducción natural es mediante las semillas, estas tienen un alto poder de germinación, sobre todo a través de la escarificación (14) este árbol también puede crecer mediante cultivo de tejidos, estacas, por explantes, acodos, yemas o a través de la técnica por propagación clonal e inclusive por el uso de bacterias y hongos con propiedades lignolíticas (2,16,86,98).

De un árbol joven se pueden obtener 225 Kg anuales de vainas (44,55,80), en condiciones ambientales propicias su diámetro se incrementa hasta 10 cm por año (80), por otra parte a través de los animales rumiantes y equinos la parota tiene una buena regeneración natural, en los potreros se desarrollan muchas semillas después de ser excretadas intactas por los animales debido a que la gran mayoría conserva su capacidad germinativa que aumenta con el microambiente que propician las heces fecales (propagación endozoica) (63-66).

Existen pocos depredadores para las semillas que son excretadas por caballos y que afectarían la dispersión endozoica como los microorganismos Lyiomis salvini y Sigmodon hispidus (63,66), y en otros sitios el tapir bairdi que ingiere grandes cantidades de semilla, sin embargo porque provoca un 78% de destrucción en estas resulta cuestionable si se puede considerar como un predador o diseminador del guanacastle (66).

#### POTENCIAL ECONOMICO DE LA PAROTA.

1.-El follaje se encuentra durante casi toda la época del año y se

puede utilizar para la alimentación animal por sus características nutritivas, contiene un 9% de proteínas además de su palatabilidad y abundancia (4,52,80), puede ensilarse con la adición de otros productos como melaza y sorgo además de ingredientes no convencionales provenientes de subproductos agroindustriales y cuyo valor nutricional puede incrementarse mediante tratamientos químicos alcalinos o por vapor/presión, que provocan un ataque sobre las paredes celulares vegetales de productos fibrosos que se suministran a animales rumiantes (52,80).

Asimismo el follaje ha resultado un buen forraje para pequeños rumiantes y tiene la ventaja de que está presente durante la época en que no se presenta la lluvia ni hay otros vegetales disponibles (Fig. 1).

Una limitación para aprovechar el follaje para la alimentación animal es la imposibilidad del ramoneo, por lo que es necesario cortarlo, una posibilidad para resolver esto sería el manejo forestal para propiciar el desarrollo de copas bajas, sin embargo deben realizarse estudios para definir la velocidad de rebrote foliar.

Otra alternativa de aprovechamiento del follaje es mediante el ensilaje que tendría que efectuarse durante la época de lluvia en que abunda, no resultaría factible la henificación debido a que se desprenden sus hojas por la manipulación.

2.-Valor rústico y ornamental. Estos árboles son decorativos por sus enormes copas y elegante follaje y se utilizan como sombra en las zonas agrícolas y ganaderas (76,80,84).

3.-Maderable. La madera se emplea en la construcción de vigas y tablas para canoas, carretas, trabajos de carpintería, así como en la fabricación industrial de duelas y lambrines (4,44,77,78,88) (Fig.1).

Es posible aprovechar el potencial económico del suelo con distintas clases de arboles de valor industrial por las características físicas de la madera, además de distintos beneficios por el uso del fruto y otras aplicaciones en la industria farmacéutica (47,77,78,88). Otros Usos: Las vainas frescas poseen un líquido viscoso que puede utilizarse como aglutinante para fabricar aglomerados de carbon (55,77,78,88). La goma que exuda el tronco tiene aplicaciones terapéuticas para bronquitis, resfriados y hemorroides (44,77,78,81,103) (Fig.1). De la pulpa y cáscara se han aislado saponinas triterpénicas con propiedades ictiotóxicas y bactericidas (1,28).

#### CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA PAROTA.

El valor nutricional de parota se debe sobre todo a la composición aminoácida de las almendras de las semillas, algunos autores han reportado efectos tóxicos por el consumo de estas (1,27,28), sin embargo está demostrado que después de eliminar el líquido en el que se hierven las semillas no existe ningún riesgo (27,115). Se tienen datos incompletos sobre la utilización de parota como alimento en la población mexicana, la lisina, triptofano y metionina son los principales aminoácidos limitantes en la población Mexicana, sobre todo en grupos de bajo nivel económico, los resultados sobre la concentración aminoácida de parota son variables debido a que se han obtenido; a) Proteínas más o menos puras extraídas de las almendras y b) de las semillas completas, de esto último en la parota se identificó un alto contenido en lisina, menor concentración de triptofano y deficiencia de metionina, en comparación con el huevo (105,106,107).

Las semillas se consumen tradicionalmente en el régimen alimenticio de los huastecos y los indios de Chiapas entre otros,

quienes ocasionalmente sustituyen al maíz y al frijol por semillas de parota en los años de malas cosechas (42,55,105).

Se tienen cálculos de que para enriquecer un Kg. de harina de maíz se podrían agregar tentativamente un 10 o 15% de semillas de parota previamente cocidas y nixtamalizadas, sin que se afecten las características reológicas de la masa, lo que provocaría que las tortillas no conserven su textura, tenacidad, elasticidad características. Con la incorporación del 10% de parota se elevaría el contenido proteico en un 3%.

También son un alimento típico en los Estados de Morelos, Guerrero y Michoacan, donde se consumen tostadas y/o molidas o mezcladas con diferentes carnes en salsa de chile (42,55,105).

Existen diversas formas en que pueden utilizarse las semillas de parota para la alimentación humana, tostadas, después de la cocción simple o mediante la aplicación de vapor y presión, también pueden consumirse los frutos completos inmaduros mediante la elaboración de sopas, asimismo es posible agregar en otros alimentos el homogenizado de las almendras o semillas completas de parota (30,105,120).

Las semillas no solamente pueden utilizarse para la alimentación humana, el fruto maduro completo resulta apetecible para animales en pastoreo, y cuando se cocen las vainas se aumenta en forma importante la biodisponibilidad para animales rumiantes por el efecto termico que sufre la fibra, mientras que las semillas pueden consumirse por los humanos (30,106).

Una limitación para el consumo de estas es la dureza de su cáscara que puede separarse fácilmente mediante tratamiento químico, después de tostar la semilla o por la aplicación de calor húmedo o seco para utilizar la semilla completa molida puede usarse para la alimentación animal (30,106).

La semilla completa de parota contiene un 4.9% de fibra que se consideran niveles permisibles para utilizarse en la alimentación humana en combinación con otros cereales (22,95). Se ha reportado que la concentración fecal de esteroides está relacionada con la aparente digestibilidad de la dieta, factores como la elevada grasa y baja fibra en la dieta pueden contribuir a favorecer la presentación de carcinogénesis del colon (14,95).

La fibra influye sobre los cambios en la excreción de esteroides fecales o la concentración que varía con la naturaleza de la fibra (14,95).

La almendra tiene 38% de proteínas, junto con el tegumento y vaina alcanza el 44% comparable con el de la soya (30,77,78). Están presentes 17 aminoácidos, además de un 0.25% de lecitina, la vaina inmadura puede cocinarse en sopas y caldos. También es apetecible para el ganado cuando madura, por su alto contenido de azúcares (6%), hierro, calcio, fósforo y ácido ascórbico, tiene un alto contenido de lisina y bajo en metionina y cistina, esta composición química es característica de las proteínas de las semillas de leguminosas (9,30,44,105).

En estudios efectuados se compararon distintas semillas para determinar las características aminoacídicas de; parota (enterolobium cyclocarpum) garbanza (cicer arietinum) capomo (brosimum alicastrum) pataste (theobroma bicolor) y semilla de calabaza (cocurbitas pepo) y se encontró en relación al huevo un alto contenido en lisina en la garbanza, parota y pataste (26,79).

En otro estudio se determinaron los niveles de treonina en diferentes alimentos y en algunas leguminosas como haba seca, parota, guaje, alverjon y garbanza. El haba seca y la parota tienen mayor porcentaje de treonina con 1.97 y 1.12% respectivamente (40).



La harina de la almendra de parota no tiene las mismas características físicas de las de trigo y la soya, sin embargo se puede incorporar como material suplementario de enriquecimiento para elevar la calidad de las tortillas, totopos y galletas entre algunos materiales alimenticios (7,11,30,90).

Por todo lo anteriormente señalado se realizó el presente estudio cuyo objetivo principal consistió en caracterizar el valor alimenticio de las semillas de parota para la alimentación humana con el objeto de contribuir a aumentar su consumo, ya que por su composición química constituyen un importante suplemento proteico de buena biodisponibilidad que podría aumentar la calidad de la dieta, por otra parte el follaje de esta especie de leguminosa puede aprovecharse como forraje para rumiantes, lo mismo que el fruto completo, por lo que al promoverse la propagación del *Enterolobium cyclocarpum* se obtendrán beneficios adicionales para diversificar las fuentes alimenticias regionales para animales, como una consecuencia de esto aumentaría la población silvícola actual de esta especie que contribuiría importantemente a conservar el equilibrio ecológico en las zonas donde se encuentra.

Con estudios como el presente se hace más factible el aprovechamiento de especies autóctonas regionales toda vez que se conozcan con precisión sus distintas propiedades. Por otra parte la conservación de bosques es una preocupación de la mayoría de países para proteger sus especies vernáculas, como ha sucedido en Costa Rica en donde específicamente se ha rehabilitado *Enterolobium cyclocarpum* mediante una técnica de sucesión ecológica silvícola (37,47,56,85).

La continua depredación que sufren los bosques de México y de otros Países ha reducido el inventario de flora y fauna, ya sea por el uso de tierras para el cultivo a través del sistema de

"tumba roza y quema" o por la tala inmoderada con fines comerciales hace necesario aumentar el interés en la conservación de los recursos renovables, particularmente las especies con valor alimenticio para humanos y los animales, que entre otras cosas evitan la erosión y permiten la creación de ecosistemas específicos que son el hábitat natural de especies silvestres (37,42,47,55).

No se puede descartar la posibilidad de que los pueblos sobrevivan con los alimentos que le brindan el entorno. Sin embargo al considerar la pobreza de la calidad alimenticia de la población rural no resultan poco importantes los esfuerzos para diversificar los alimentos tradicionales, particularmente si ello no implica la incorporación de nuevas áreas para el cultivo o la asignación específica de personal para esta intención (37,42,47).

No existen argumentos válidos para escatimar esfuerzos orientados a la búsqueda de productos alternativos que permitan complementar la dieta de los mexicanos que al igual que hace 30 años atrás continúa siendo deficiente para las mayorías. Estos productos deben reunir características como:

Asequibilidad

Precio razonable

Producción suficiente

Muchos de los alimentos que solo se consumen esporádicamente eran importantes en los pueblos antiguos del México precolombino. Resulta necesario hacer un estudio de las posibilidades prácticas de utilización de determinados alimentos basados en; Características agronómicas, Posibilidades de conservación, Industrialización, Transporte y formas de introducción en la dieta habitual.

Por todo lo anteriormente señalado se realizó el presente

estudio cuyo objetivo principal consistió en caracterizar el valor alimenticio de las semillas de parota para la alimentación humana con el objeto de contribuir a aumentar su consumo, ya que por su composición química constituyen un importante suplemento proteico de buena biodisponibilidad que podría aumentar la calidad de la dieta.

## JUSTIFICACION.

Las semillas de parota (Enterolobium cyclocarpum) tienen un elevado valor proteico y en la mayoria de las zonas costeras del pais se pueden obtener en grandes volumenes, debido a que estas solo se aprovechan ocasionalmente para la nutrición humana y/o animal, se realizaron estudios de digestibilidad, evaluación biológica y sobre las características físicas y composición química de semillas pulverizadas, con el objeto de fomentar su inclusión como agente de enriquecimiento proteico para humanos, toda vez que se haya demostrado su calidad y la ausencia completa de efectos secundarios adversos por su consumo.

**HIPOTESIS.**

Las semillas de Enterolobium Cyclocarpum (parota) por su concentración proteica y aminoacídica pueden utilizarse en la alimentación humana y/o animal como suplemento proteico de buena calidad.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La dieta de la población rural mexicana no contiene los nutrientes necesarios para cubrir sus requerimientos mínimos debido a factores económicos y culturales que no propician el consumo de alimentos de buena calidad. En las zonas del trópico se encuentran numerosos vegetales autóctonos que pueden utilizarse para complementar la alimentación, como la leguminosa Enterolobium cyclocarpum (parota) que tiene una amplia distribución y produce abundante semilla y follaje de buena calidad nutricional comestibles para humanos y/o animales respectivamente, pero que no se aprovechan adecuadamente por falta de información, por lo que es necesario que se realicen estudios sobre las propiedades fisicoquímicas, biodisponibilidad y formas de utilización de este recurso silvícola para favorecer su propagación, contribuir a mejorar la alimentación de humanos y disponer de una alternativa forrajera para rumiantes.

**OBJETIVO GENERAL.**

Estudiar las características fisicoquímicas, biodisponibilidad y factores antinutricionales de las semillas de Enterolobium cyclocarpum (parota) para su aprovechamiento en la alimentación humana.

**OBJETIVOS PARTICULARES.**

- 1.- Practicar un análisis bromatológico de las semillas completas crudas y sin cáscara (almendra) de Enterolobium cyclocarpum.
- 2.- Identificar y cuantificar los aminoácidos y carbohidratos de las semillas sin cáscara en crudo (almendra) mediante cromatografía líquida.
- 3.- Estudiar las características reológicas del pulverizado de la semilla descascarada en crudo (almendras) de Enterolobium cyclocarpum.
- 4.- Identificar la presencia de factores antinutricionales de las semillas crudas completas como; hemaglutininas, inhibidores de tripsina y glucósidos cianogénicos.
- 5.- Determinar la digestibilidad "in vitro" de las almendras crudas mediante la utilización de pepsina ácida.
- 6.- Realizar una prueba biológica para conocer la biodisponibilidad del material previamente sometido a cocción bajo tratamiento alcalino.

## MATERIALES Y METODOS

Para el presente trabajo se utilizaron semillas de parota, obtenidas a partir de frutos completos, maduros que se recolectaron en Comala Colima, durante los meses de mayo y junio en cantidad suficiente para completar 250 Kg. Para todas las determinaciones practicadas se usó material crudo de almendras o de semillas completas. Solamente para la prueba biológica se aplicó un tratamiento térmico al fruto antes de utilizar la semilla completa.

Para obtener el pulverizado crudo primero se hizo la separación manual del tegumento, luego las almendras casi secas se pulverizaron en un molino General Electric de 0.5 H.P. y malla del número 2, para luego practicar análisis generales; bromatológicos, reológicos y de digestibilidad "in vitro", así como otras determinaciones específicas para análisis de aminoácidos, carbohidratos, identificación y cuantificación de factores antinutricionales además de una prueba biológica nutricional para determinar la calidad proteica del pulverizado experimental. Para todas las determinaciones se emplearon almendras y semillas completas en crudo y solo se usaron semillas completas cocidas para la prueba biológica.

### ANALISIS BROMATOLOGICO.

En el Departamento de Bioingeniería del Instituto de madera Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, de la harina cruda de semillas completas y almendras de parota se practicaron análisis bromatológicos de acuerdo con las técnicas descritas en la A.O.A.C. (Official Methods of Analyses of the Association Analytical Chemists) para conocer el contenido de proteína cruda, grasa cruda, cenizas, fibra cruda humedad y E.L.N.

### PRUEBA REOLOGICA.



En la Compañía Harinera Maribel. Mediante un alveógrafo se determinaron las características reológicas del pulverizado crudo de almendras, mismas que se compararon con las resultantes de una harina patrón proveniente de trigo con respecto a; expansividad, elasticidad y tenacidad (3,7,11,13,90).

#### DIGESTIBILIDAD IN VITRO.

En el Laboratorio de Bioquímica de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. de la Universidad de Guadalajara, con el uso de pepsina ácida en solución al 0.2% se realizaron determinaciones "in vitro" para conocer la digestibilidad de la materia seca de la harina de parota (112).

#### CUANTIFICACION DE AMINOACIDOS.

En el Instituto de Madera Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, mediante cromatografía de intercambio iónico se identificaron y cuantificaron los aminoácidos ácidos del pulverizado de almendras mediante un hidrolizado previo con HCl, así como los aminoácidos alcalinos, a partir del hidrolizado que se obtuvo mediante preparación de la muestra con hidróxido de sodio (99,111).

#### DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS.

También en dicho Instituto, para el análisis de los glúcidos presentes en el mismo material se recurrió a la cromatografía líquida de la muestra hidrolizada por la adición de ácido sulfúrico al 72% en peso (33).

#### FACTORES ANTINUTRICIONALES.

En las instalaciones de la División de Estudios de Postgrado de la Fac. de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México se efectuó la determinación de factores antinutricionales en semillas completas de parota que se molieron crudas hasta obtener un pulverizado lo más homogéneo posible para

practicar las siguientes pruebas;

a).- Determinación semicuantitativa de hemaglutininas.

La detección de Hemaglutininas o lectinas en el extracto de la semilla completa cruda se llevó a cabo con una técnica de diluciones seriadas, mediante esta se determinó el punto final por una estimación visual de la aglutinación de los globulos rojos en estudio.

El metodo de Microtitulación utilizado fué rápido y requirió de una mínima cantidad de muestra, se utilizaron globulos rojos lavados y activados con una solución de proteasa disponible (pronasa, tripsina o papaina) debido a que la sensibilidad de la aglutinación se mejora notablemente con este tratamiento (23,24,62).

b).- Identificación de factores inhibidores de tripsina.

Se empleó la técnica de Kakade y colaboradores que se basa en observación de la inhibición producida por un extracto acuoso (solución de NaOH 0.01N) de la muestra sobre una solución estandarizada de tripsina (40 microgrs sobre 10 ml.), para después de cierto tiempo determinar la actividad proteolítica remanente por medio de un sustrato sintético \*(BAPNA) que produce una coloración que se lee en el espectrofotómetro de luz a una longitud de onda de 4 a 10 nm. Esta coloración es inversamente proporcional al contenido de inhibidores de la muestra (10,35,38,68-70,119).\*Benzoil-Arginina-P-Nitroanilida

Determinación cualitativa y cuantitativa de Glucósidos cianogénicos.

El ácido cianhídrico en cantidades trazas está ampliamente distribuido en el reino vegetal y se presenta principalmente en forma de glucosidos cianogénicos, sin embargo concentraciones relativamente altas de estos tóxicos están presentes en algunas

gramíneas, leguminosas, raíces feculentas y almendras de frutas. Por lo anterior, se seleccionó para el presente estudio un método colorimétrico que aprovecha la reacción sensible y específica de Guignard, frecuentemente utilizada en pruebas cualitativas para la detección de glucósidos cianogénicos, como del propio HCN.

Para poder cuantificar el HCN total que potencialmente puede ser liberado se realizó hidrólisis enzimática de la muestra mediante el uso de una Beta-glucosidasa específica para el correspondiente glucósido cianogénico y para cuantificar en forma precisa el HCN liberado se utilizó un espectrofotómetro, con una longitud de onda de 520 nm.

Con el método espectrofotométrico es posible detectar cantidades tan bajas hasta del orden de 5 microgramos de HCN, que equivalen a 46 microgramos de glucósidos cianogénicos (12, 21, 22, 32, 39, 50, 53, 58, 75, 117, 118).

#### PRUEBA BIOLÓGICA.

En las instalaciones de la Posta Zootécnica "Cofradia" de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. de la Universidad de Guadalajara, se realizó una prueba biológica utilizando pollos de engorda, para lo cual previamente se sometieron a tratamiento térmico y de alta presión los frutos completos de parota en un autoclave con capacidad de 300 litros.

Se mantuvo el material sumergido en una solución acuosa de hidróxido de calcio común en relación 2:1 volumen de sol/peso del fruto por 45 min a 15 lb de presión por cm cuadrado y 120 grados centígrados. Posteriormente se separaron las semillas completas que se deshidrataron mediante exposición directa al sol por 48 hr y se homogenizaron en un molino electromecánico de martillos con criba del No. 6.

La prueba biológica tuvo una duración de ocho semanas,

durante estas se suministró a pollos de engorda la harina de semillas completas de parota en porcentajes de sustitución de proteínas de 10 y 20% para los grupos experimentales, compuestos cada uno por 25 animales respectivamente. Los animales control en igual número, solo recibieron alimento balanceado convencional con base en sorgo y soya como el ingrediente proteico principal (Cuadro 1).

Los pollos seleccionados fueron machos de la raza Petterson que al inicio del estudio tenían un día de edad, antes de alcanzar los niveles asignados de harina de parota se estableció una semana de adaptación, durante la cual se incorporaron gradualmente cantidades crecientes del producto experimental.

Al inicio de los experimentos se registró el peso individual de las aves y posteriormente cada semana, asimismo se midió el consumo diario de alimento para determinar la conversión alimenticia al final de la prueba.

Para propósito estadístico se consideraron 75 pollos que se distribuyeron en tres tratamientos que constaron de 5 repeticiones, cada una de estas compuesta por cinco animales. Los resultados de la prueba biológica se interpretaron por un modelo estadístico completamente aleatorizado mediante la prueba de Duncan (110).

Cuadros 1A y B

## A. ETAPAS DE ALIMENTACION DE POLLOS

	INICIACION			FINALIZACION		
	CONTROL	10 %	20 %	CONTROL	10 %	20 %
INGREDIENTES:						
SORGO	39.9 %	35.4 %	30.37%	48.3 %	43.20 %	38.17 %
PASTA DE SOYA	24.75	21.52	18.60	15.75	12.75	9.82
GLUTEN	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ROCA FOSFORICA	3.15	3.11	3.15	2.4	2.36	2.32
SAL COMUN	.225	.225	.225	.225	.225	.225
L. LISINA	.075	.142	.24	.052	.15	.225
DL METIONINA	.075	.105	.135	.075	.097	.127
ACEITE VEGETAL	3.6	3.67	3.97	2.85	3.3	3.6
VITAMINAS	.187	.187	.187	.187	.187	.187
COCCIDIOSTATO	.037	.037	.037	.037	.037	.037
LICOMICINA	.015	.015	.015	.007	.007	.007
AUROFAC 50	.075	.075	.075	.037	.037	.037
HARINA DE PESCADO				1.87	1.87	1.87
CROMOFIL				.262	.262	.262

## B. COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIETAS

ANALISIS CALCULADO	INICIACION	FINALIZACION
PROTEINA	22 %	19 %
FIBRA	1.80	3.2
GRASA	1.6	2
CALCIO	.80	.71
FOSFORO TOTAL	.65	.61
FOSFORO DISPONIBLE	.30	.32
SODIO	.20	.80
LISINA	1.2	1
METIONINA	.48	.46
METIONINA + CISTINA	.65	.55
TREONINA	.75	.67
TRIPTOFANO	.28	.19
ARGININA	1	.86
LEUCINA	2	1.9
GLICINA + SERINA	2	1.5
FENIL + TIROSINA	1.8	1.4
E. MET. K Cal / Kg	3050	3146

Cuadro 1a y b.

Se muestra la composición de las dietas control y experimentales en que se incluyó harina de semilla completa de parota en dos porcentajes diferentes del 10 y 20%, en sustitución de la soya para las dos etapas de alimentación del pollo de engorda, asimismo se presenta en el cuadro b el análisis calculado de las dietas que fueron isocalóricas e isoproteicas.

## RESULTADOS.

### ANALISIS BROMATOLOGICO.

De los estudios practicados con semilla sin cáscara (almendra) y de las semillas completas crudas en base seca se obtuvieron los siguientes resultados. Las almendras revelaron un 32.5% de proteínas, grasa 7.13%, E.L.N. 51.36%, cenizas totales 3.15% y ausencia de fibra, mientras que para la semilla completa resultaron los siguientes porcentajes; proteína cruda 26.3%, grasa 2.8%, E.L.N. 63.1%, cenizas totales 2.9% y fibra cruda 4.9%. Al comparar los resultados; en lo que se refiere a la proteína, la semilla descascarada (almendra) sobresalió con 6.2% respecto a la semilla completa, el porcentaje de grasa fue mayor en un 4.33%. No ocurrió lo mismo con la fibra que se encontró en un 4.9% en la semilla completa y estuvo ausente en la almendra. Los E.L.N. se encontraron en mayor cantidad en la semilla completa con 11.86%

Para cenizas totales no hubo diferencias notorias, lo que indica una proporción mínima de elementos inorgánicos en la cáscara (Cuadro 2).

### PRUEBA REOLOGICA.

Al relacionar las propiedades plásticas de la masa de parota con la del trigo se observó en el alveograma lo siguiente;

La harina de trigo reveló las siguientes características reológicas; tenacidad 7.86, extensibilidad 6.99 MM, expansión 18.2, elasticidad 4.3 y superficie 33.13. La harina de parota tuvo tenacidad de 5.10, extensibilidad 1.75 MM, expansión 8.87, elasticidad 5.7 y superficie de 7.72. Por esta razón, la incorporación de almendras en la alimentación humana debe realizarse por otros medios (Fig.2).

### DIGESTIBILIDAD IN VITRO.

Se utilizó material crudo de soya, parota, trigo y sorgo, se

hicieron 10 determinaciones por cada tratamiento para luego compararlas entre si. La soya reveló el mayor coeficiente de digestibilidad de 71.04% seguida de la parota con 59.63%, el trigo con 30.70% y por último el sorgo con 18.24%.

La soya tuvo un 11.41% mayor coeficiente de digestibilidad que la parota, sin embargo esta tuvo un 28.93% mayor digestibilidad comparada con el trigo y 41.39% respecto al sorgo (Fig.3).

#### AMINOACIDOS.

Del análisis aminoacídico de la semilla cruda sin tegumento (Enterolobium cyclocarpum), el mayor porcentaje de aminoácidos correspondió al ácido glutámico con 14.45 gr sobre 100 gr de proteína, también en base seca con 4.63 gr/100 gr de harina. En segundo lugar por su concentración se encontró el ácido aspártico con 10.54 de gr/100 gr de proteínas y 3.37 gr/100 gr de harina en base seca. De los aminoácidos limitantes como la lisina se encontraron 7.82 gr/100 gr de proteína y 2.50 gr/100 gr de harina en base seca, la leucina con 8.22 gr/100 gr de proteína 2.63 gr/100 gr de harina en base seca.

Los aminoácidos glicina, treonina y arginina se encontraron con cierta uniformidad en un porcentaje superior a 5 gr/100 gr de proteínas y por encima de 1 gr/100 gr de harina en base seca. Los aminoácidos isoleucina, valina, tirosina, alanina y serina estuvieron presentes con poco más de 4 gr/100 gr de proteínas y poco más del 1 gr/100 gr de harina en base seca. El aminoácido con menor porcentaje correspondió a la metionina con .99 gr/100 gr de proteínas y .32 gr/100 gr de la harina en base seca respectivamente (Cuadro 3).

#### CARBOHIDRATOS.

De los cromatogramas efectuados en la almendra cruda

descascarada se detectaron; arabinosa 3.95%, galactosa 3.7% y glucosa 31.25%. El principal azúcar presente fue la glucosa, que se encontró en un 27.96% más que la arabinosa y 27.55% mayor porcentaje que la galactosa. No hubo diferencias muy marcadas entre el contenido de arabinosa y galactosa, sin embargo los azúcares tienen poca importancia como nutrientes de las semillas completas que son valiosas por la presencia de distintos aminoácidos y la concentración en que está presente cada uno de estos (Fig.4).

#### FACTORES ANTINUTRICIONALES.

##### 1.-Determinación semicuantitativa de hemaglutininas.

La detección de hemaglutininas o lectinas en las diluciones seriadas por estimación visual de aglutinación de los globulos rojos con la muestra de semilla completa (harina) de parota resultó negativa, ya que la titulación de las placas no presentó aglutinación.

##### 2.-Determinación de inhibidores de Tripsina.

Para la corrección de eventuales errores por manipulación los datos se sometieron a un programa de cómputo con los siguientes resultados;

Hacer dilución 77.82.

Valor promedio 2.13 U.T.I./mg.

Desviación estandar 1.237.

Valor extrapolado  $Y = -44.867X + 96.594$ .

4.82 U.T.I./mg de la muestra.

Por lo anterior, el valor de 4.82 de unidades de inhibición de tripsina no fue significativo, en la soya se pueden encontrar hasta 100 unidades de inhibición de la tripsina.

##### 3.-Determinación cualitativa y cuantitativa de glucósidos cianogénicos.



En la detección cualitativa los tubos no mostraron ninguna reacción al comparar la concentración de HCN con el nivel de absorbancia, por lo que 0.76 mg. de HCN sobre 100 gr de muestra representan 38 p.p.m. (partes por millon) (Fig.5).

#### EVALUACION BIOLOGICA.

Los 75 pollos se mantuvieron bajo experimentación hasta que cumplieron 8 semanas de edad, las variables que se midieron fueron: Ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia con los siguientes resultados:

Para la ganancia de peso semanal los testigos (tratamiento sin inclusión de parota) alcanzaron un peso promedio de 1.708 Kg, los animales que recibieron alimentos con un 10% de harina de semillas completas cocidas el peso fue de 1.538 Kg y de 1.304 Kg en los del tratamiento con el 20%

Entre el grupo control y el que recibió el 10% de inclusión de harina de parota en sustitución de proteínas se produjo una diferencia en la ganancia final de peso de 170 gr, y respecto al segundo grupo experimental con 20% de inclusión la diferencia en ganancia de peso fue de 404 gr (Fig.6).

Cuando se compararon los dos grupos experimentales entre sí resultó evidente que con el mayor porcentaje de harina de parota se produjo una mayor reducción de peso de 234 gr.

En lo que respecta al consumo alimenticio, el mayor correspondió al grupo testigo, seguido de los animales con el menor nivel de inclusión de harina de parota (Cuadro 4).

La conversión alimenticia final fue de 3.14 para el grupo control, de 3.62 en el grupo con 10% de inclusión y de 3.89 para el segundo grupo experimental. Lo anterior indica que el alimento que consumieron los animales control en mayor volumen fue el de mejor calidad, mientras que en los grupos experimentales en que la

cantidad ingerida fue menor, resultó también una menor ganancia de peso vivo directamente relacionada con el mayor porcentaje de inclusión de harina de parota (Cuadro 5).

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los grupos control y experimentales para el consumo y conversión alimenticia, sin embargo en la ganancia de peso si se determinaron diferencias entre los tres grupos, el mayor peso se alcanzó por los animales del primer tratamiento control y el menor peso correspondió al tercer tratamiento con el mayor nivel de inclusión de parota (Fig.6).

Cuadros 2A y B

## A. ANALIS QUIMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA COMPLETA CRUDA DE PAROTA

BASE HUMEDA	%	BASE SECA	%
MATERIA SECA	73.0	—	—
HUMEDAD	27.0	—	—
PROTEINA CRUDA	19.2	PROTEINA CRUDA	26.3
GRASA CRUDA	2.0	GRASA CRUDA	2.8
CENIZAS TOTALES	2.1	CENIZAS TOTALES	2.9
FIBRA CRUDA	3.6	FIBRA CRUDA	4.9
E.L.N.	46.1	E.L.N.	63.1

## B. COMPOSICION QUIMICA DE LA ALMENDRA

BASE HUMEDA	%	BASE SECA	%
MATERIA SECA	94.14	—	—
HUMEDAD	5.86	—	—
PROTEINA CRUDA	32.5	PROTEINA CRUDA	34.5
GRASA CRUDA	7.13	GRASA CRUDA	7.6
CENIZAS TOTALES	3.15	CENIZAS TOTALES	3.3
FIBRA CRUDA	0	FIBRA CRUDA	0
E.L.N.	51.36	E.L.N.	49.6

Cuadro 2 a y b.

Puede apreciarse la diferente composición de las semillas completas y de las almendras sobre todo en el contenido de fibra y proteínas, lo que sugiere la necesidad de aplicar un tratamiento térmico o químico a la semilla completa a fin de que pueda consumirla la población humana.

Cuadro 3 CROMATOGRAMAS DE LOS AMINOACIDOS Y AZUCARES PRESENTES EN LA ALMENDRA DE PAROTA

a. FAO / WHO

GRS. AMINOACIDO / GRS. PROT.

AMINOACIDO	PATRON
ISOLEUSINA	4.0
LEUSINA	7.0
LISINA	5.5
METIONINA+CISTINA	3.5
FEN. + TIR.	6.0
TREONINA	4.0
TRIPTOFANO	1.0
VALINA	5.0

b. AMINOACIDOS DE LA ALMENDRA

AMINOACIDOS	gr / 100 G. PROT.	gr/100G. HARINA BASE S.
ASP	10.54	3.37
GLU	14.45	4.63
SER	4.57	1.46
HIS	3.98	1.27
GLI	5.45	1.10
TRE	5.44	1.74
ARG	5.77	1.85
ALA	4.04	1.29
TIR	4.04	1.29
MET	.99	.32
VAL	4.08	1.30
FEN	3.85	1.23
ILE	4.11	1.31
LEU	8.22	2.63
LIS	7.82	2.50
		TRIPTOFANO. 23

c. CARBOHIDRATOS DETERMINADOS EN LA ALMENDRA

GLUCOSA	31.25 %
ARABINOSA	3.95 %
GALACTOSA	3.7 %

Cuadro 3 a, b y c.

El cuadro (a) muestra los gramos de aminoácidos que están presentes por gramo de proteína según la información proporcionada por la FAO/WHO para considerar las proteínas como de buena calidad, y se comparan con los aminoácidos contenidos en la almendra de parota (b); de este análisis resulta evidente un elevado contenido de lisina, treonina y leucina, así como bajas cantidades de metionina y triptofano.

El cuadro c presenta los carbohidratos que se determinaron en la almendra de parota, la glucosa se encontró en el mayor porcentaje.

Cuadro 4

CONSUMO ACUMULADO INDIVIDUAL (Kg) DE LAS DIETAS CONTROL Y EXPERIMENTALES QUE RECIBIERON LOS POLLOS DE ENGORDA A TRAVES DEL ESTUDIO.

## CANTIDAD SEMANAL DE ALIMENTO CONSUMIDO

TRATA- MIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
0 %	.08	.608	1.118	1.706	2.486	3.314	4.41	5.31
10%	.032	.568	1.096	1.656	2.416	3.192	4.256	5.156
20%	.028	.402	.806	1.338	2.046	2.786	3.766	4.606

Cuadro 4.

Puede apreciarse que el mayor consumo alimenticio correspondió al grupo de animales control seguido de los animales en los que se sustituyó la proteína representada por la soya en un 10%, se encontró una relación directamente proporcional entre el alimento consumido y peso final. Con el máximo porcentaje de inclusión del 20% se produjo el menor consumo.

Figuras 2A y B

ALVEOGRAMAS DE LA HARINA DE SEMILLAS COMPLETAS DE PAROTA Y DE LA HARINA DE TRIGO QUE MUESTRA LA PROPIEDAD REOLOGICA DE AMBAS MUESTRAS

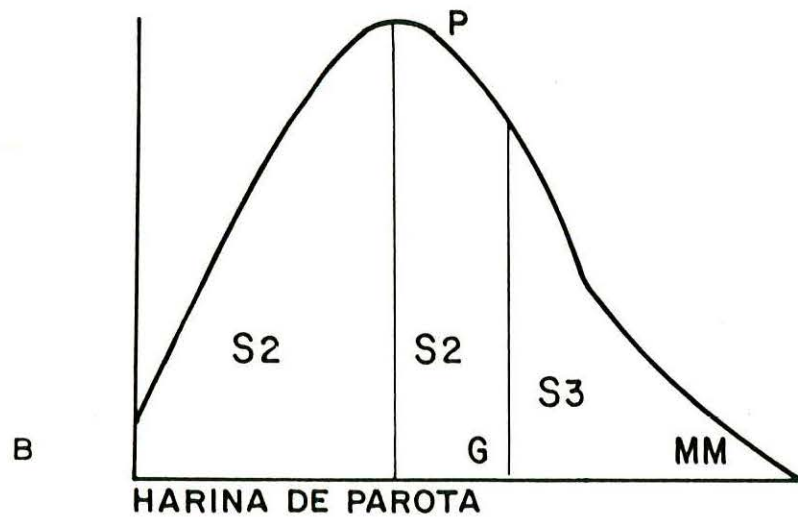
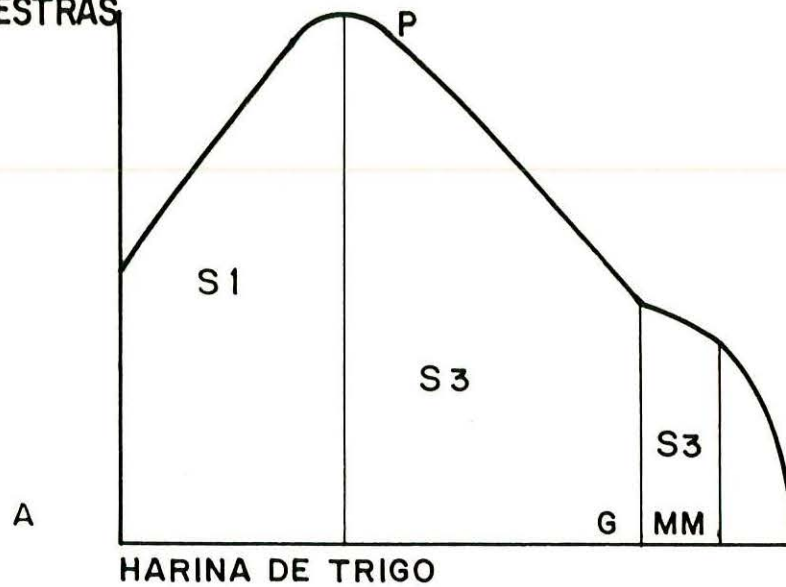


Fig. 2

Se compararon entre sí la harina de trigo y de parota para determinar sus características reológicas. En la figura 2 a se aprecian las características óptimas de la harina patron (trigo) en cuanto a su tenacidad (P), extensibilidad (MM), expansividad (G), elasticidad P/G y de la superficie (S). En lo que respecta a la figura 2b dichos parámetros son menores, por lo que no es una harina apropiada para su incorporación a la panificación.

Figura 3  
DIGESTIBILIDAD IN VITRO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES  
HARINAS (Materia seca)

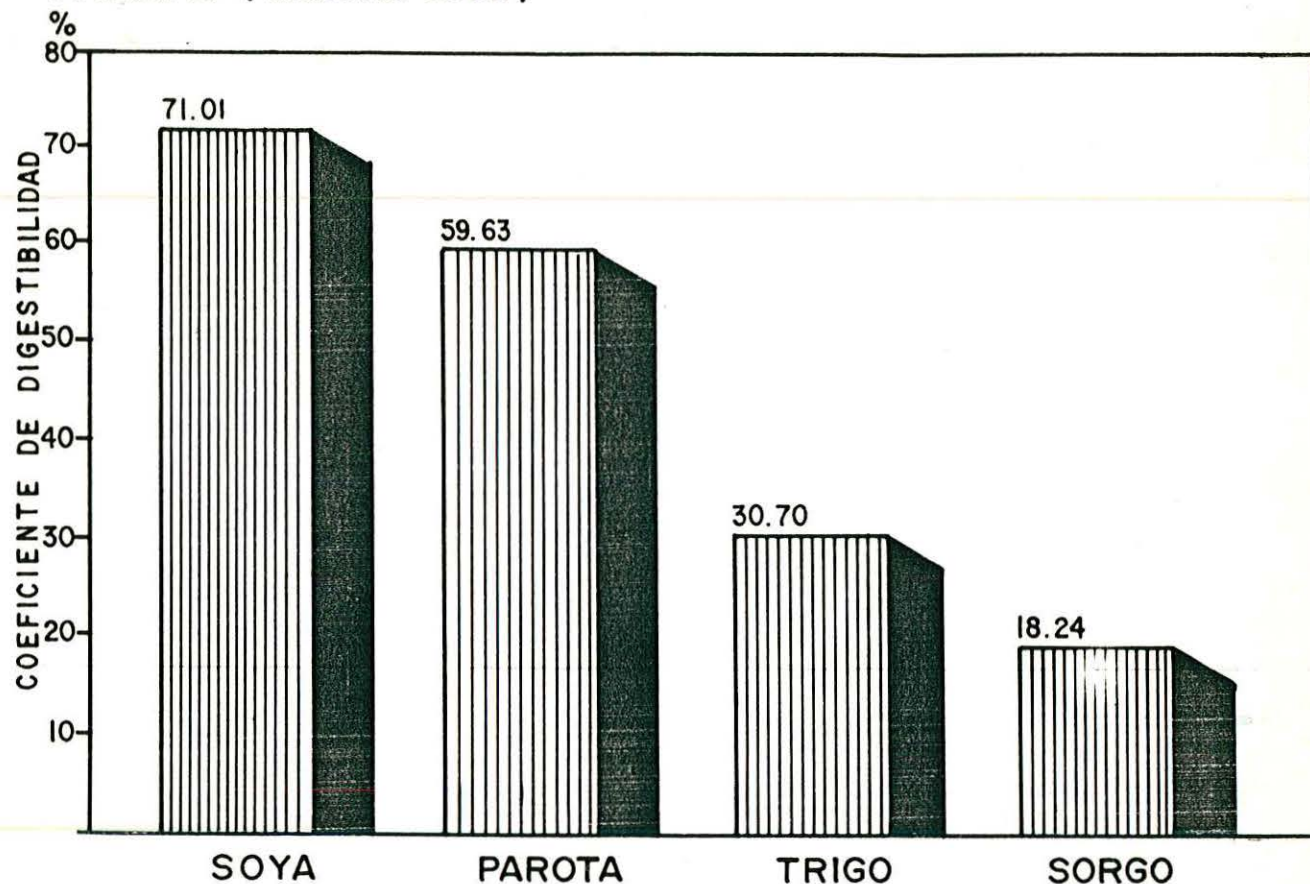


Fig. 3 Coeficientes de digestibilidad "in vitro" de cuatro diferentes harinas, donde se muestra que la harina de almendra de parota posee un porcentaje adecuado de digestibilidad.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Figura 4

## CROMATOGRAMA DE LOS AZUCARES PRESENTES EN LA SEMILLA COMPLETA DE PAROTA

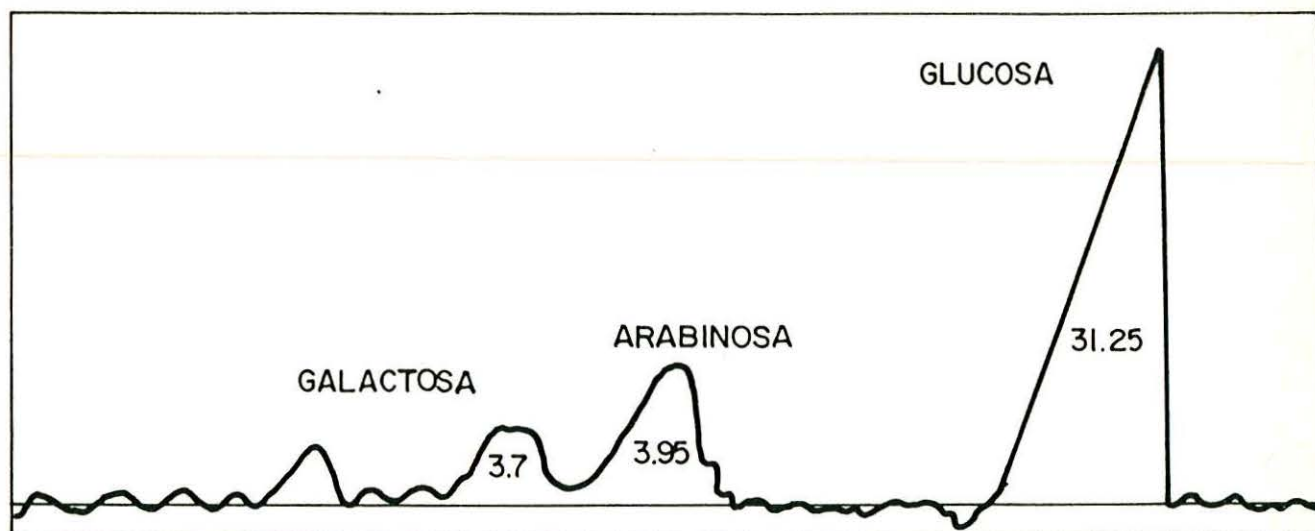


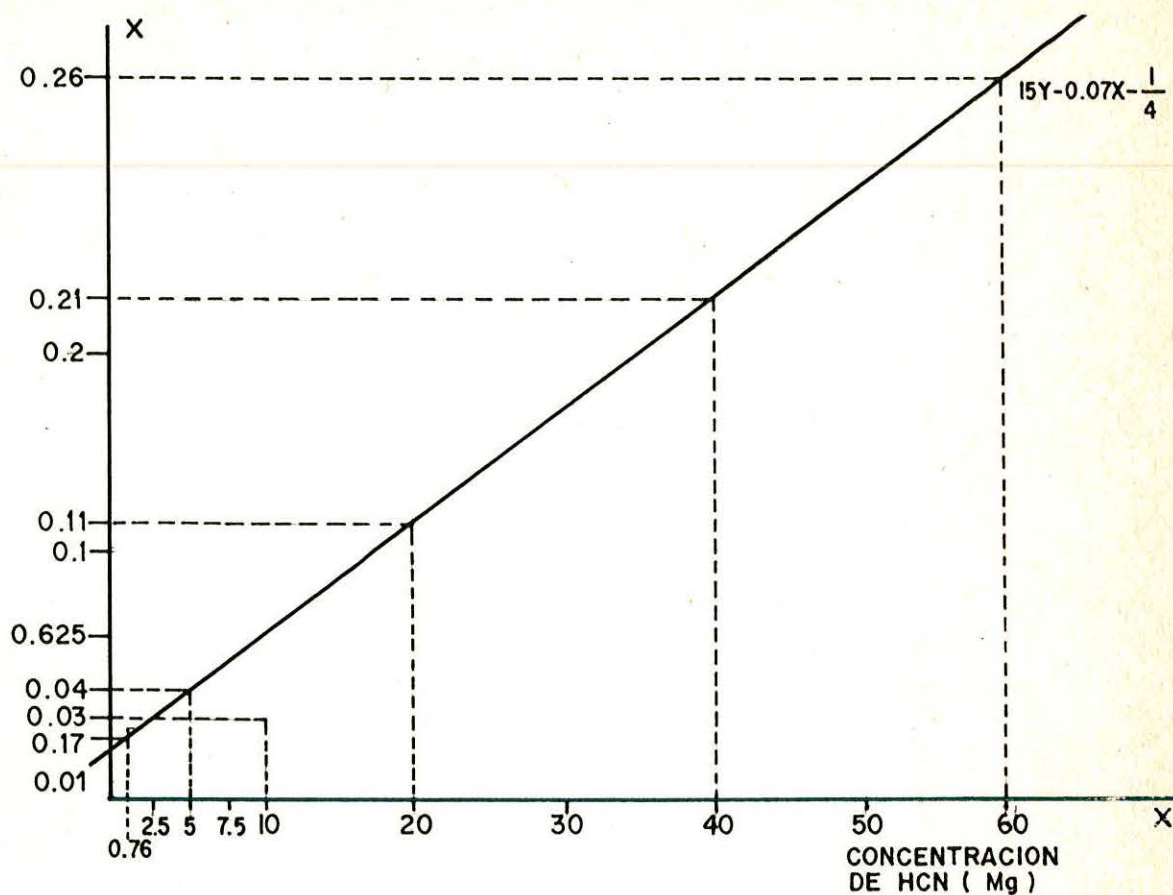
Fig. 4.

Se muestran los picos correspondientes a la presencia de distintas cantidades de galactosa, arabinosa y glucosa, la extensión del área bajo la curva indica la cantidad del glúcido presente que se determinó mediante cromatografía líquida.



Figura 5

### CANTIDAD DE HCN SOBRE 100 gr. DE MUESTRA DE SEMILLAS DE PAROTA



Concentracion de HCN (Mg)

5.0  
10.0  
20.0  
40.0  
60.0

% A

0.04  
0.03  
0.11  
0.21  
0.26

TUBO b

0 Xb = 0

TUBO a

0.02 Xa = 1

Fig. 5.

Absorbancia y transmitancia resultantes de la muestra estudiada de semilla de parota que permiten calcular la concentraci3n de 1cido cianh3drico (HCN) presente en 100 gr de la semilla, puede observarse la cantidad m3nima detectada.

Figura 6

## GANANCIA DE PESO ACUMULADO DE LAS AVES (Kg)

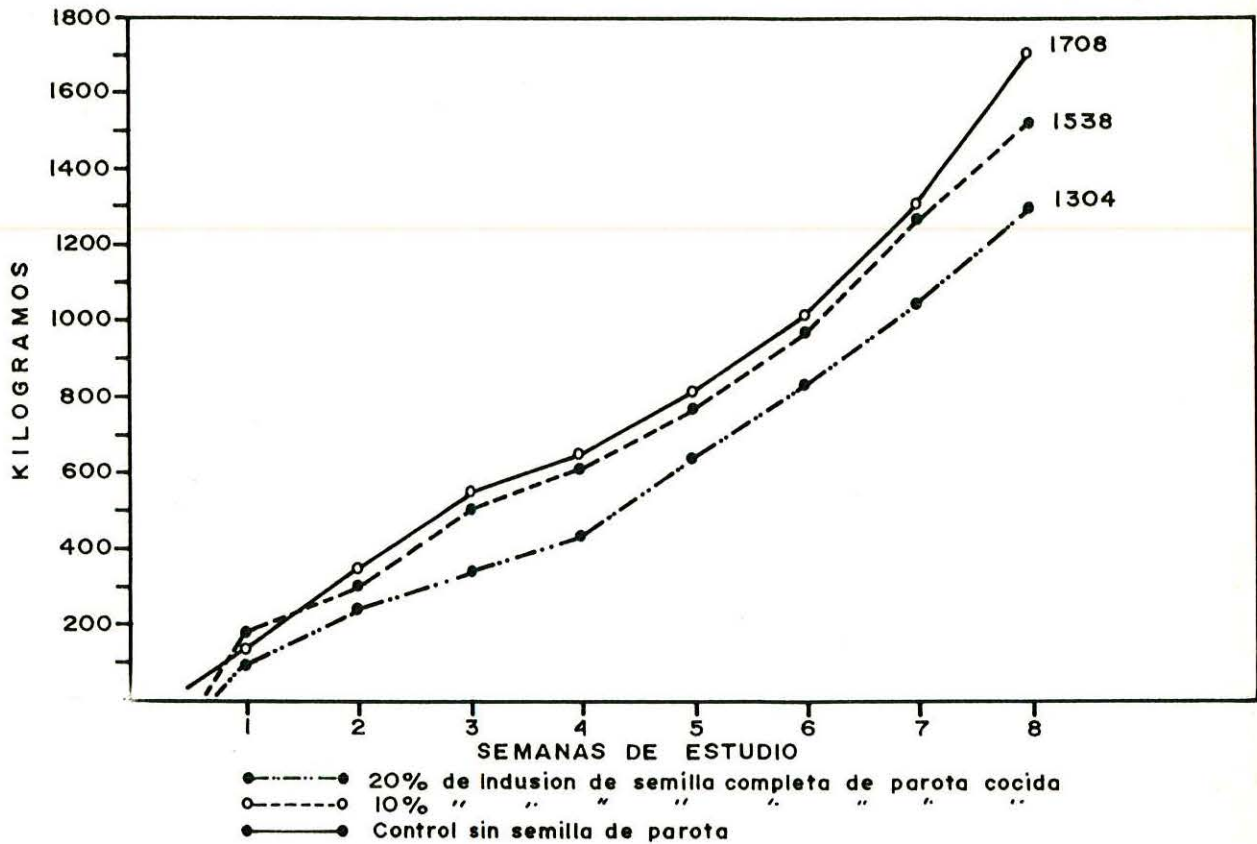


Fig. 6.

La ganancia de peso acumulada en pollos de engorda fué significativamente mayor para el grupo testigo que alcanzó 1.708 Kg, seguido del grupo con el nivel del 10% con 1.538 kg que difirió estadísticamente de este y del grupo con el menor peso que correspondió al nivel del 20%, estos animales tuvieron 1.304 Kg al final de la prueba. Mediante la prueba de Duncan los tres grupos fueron diferentes entre sí a una  $P < .01$ .

Figura 7  
 COMPARACION DE LOS AMINOACIDOS ESENCIALES PRESENTES  
 EN SIETE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

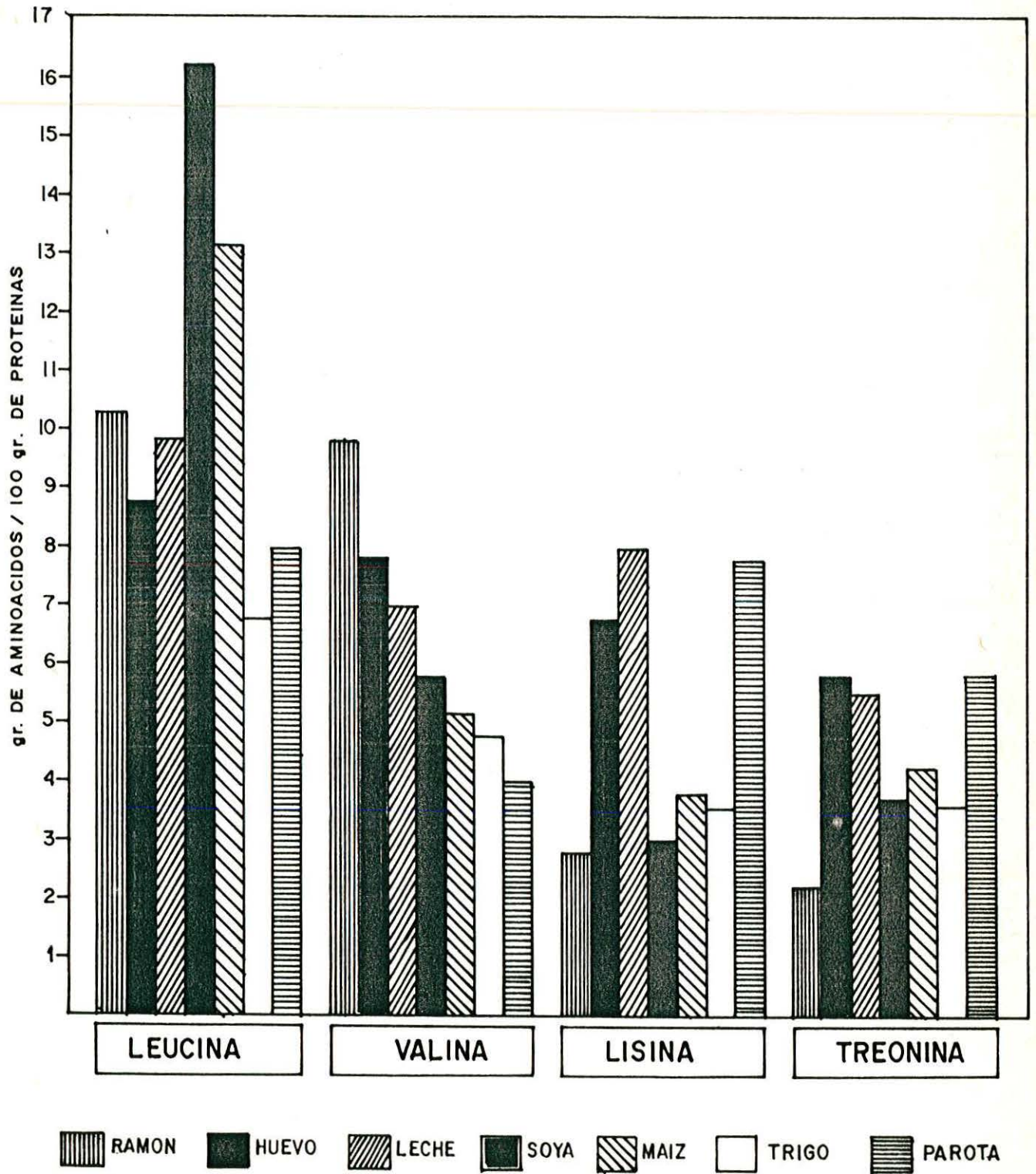
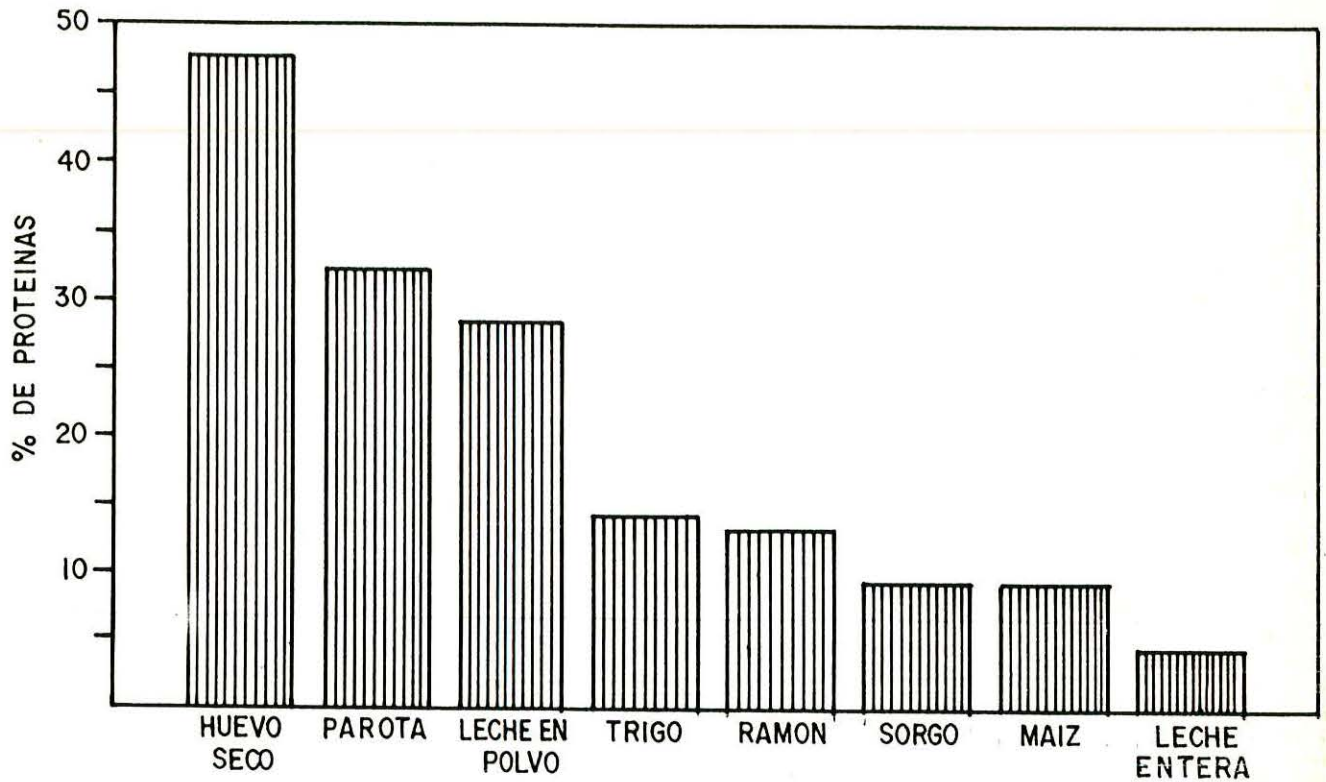


Figura 8

### COMPARACION DE LA PROTEINA CRUDA CONTENIDA EN 8 ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL



## DISCUSION

Las leguminosas silvestres son un importante reservorio alimenticio del reino vegetal que ofrecen una de las alternativas para resolver las demandas futuras de proteínas en el mundo, sin embargo muy pocas plantas silvestres han sido estudiadas desde el punto de vista nutricional.

Las semillas de parota sin cáscara en crudo (almendras) revelaron un 32.5% de proteína y ausencia de fibra, no sucedió lo mismo con la semilla completa en crudo que tuvo 26.3% de proteína y 4.9% de fibra, (Cuadro 2). Este porcentaje de fibra puede ser una limitante para la energía metabolizable en monogástricos, sin embargo si la semilla completa se somete a un tratamiento térmico aumenta su biodisponibilidad por el efecto expansivo que sufre la fibra, aparte de que niveles adecuados de esta provocan efectos benéficos sobre la motilidad intestinal (14,95).

Las semillas de parota pueden utilizarse para la alimentación humana tostadas, después de la cocción simple o mediante la aplicación de vapor y presión, también pueden aprovecharse los frutos completos inmaduros (vaina y semilla) para la elaboración de sopas, asimismo es posible agregar en otros alimentos el pulverizado de la harina de las almendras o semillas completas.

El follaje, que se puede obtener en el período de estiaje puede incorporarse a la dieta para pequeños poligástricos, una limitación es la altura de la copa del árbol, por lo que se dificulta su ramoneo y tendría que cortarse, otra alternativa es aprovecharlo mediante ensilaje que deberá elaborarse en la época de lluvia en que abunda, la henificación no puede practicarse debido a que las hojas se desprenden durante la manipulación. Hacen falta estudios para determinar la velocidad de rebrote

foliar y de esta manera calcular el grado de defoliación que se puede practicar sin causar trastornos ecológicos.

No solamente las semillas de parota pueden utilizarse como alimento, el fruto maduro completo puede suministrarse a los animales en la dieta ya que resulta apetecible para el pastoreo y cuando se cocen las vainas aumenta su digestibilidad.

El consumo de vainas de parota en grandes cantidades puede provocar constipación en el ganado bovino por el alto contenido de fibra (21%), sin embargo esto puede evitarse eliminando las semillas (106).

En Costa Rica existen plantaciones experimentales forestales que tienen como objetivo principal registrar la velocidad de crecimiento de distintas especies a través de la medición del diámetro y número de ramificaciones durante un período de 5 años, para de esta manera seleccionar las especies que resultan más adaptables a determinadas condiciones climáticas antes de emprender programas extensos de reforestación regionales o para otros sitios con condiciones geográficas análogas (47,85).

Otro manejo técnico en la sucesión ecológica consiste en proteger los bosques contra el pastoreo, incendios e interferencia humana durante por lo menos 10 años para permitir la regeneración natural que posteriormente hace posible el establecimiento de animales salvajes que dependen de la diversidad florística, posteriormente resulta factible la explotación comercial maderable controlada. De esta manera pueden rehabilitarse áreas devastadas a nivel internacional (37,47).

Entre distintos propósitos que derivan de la colonización de especies arbóreas no industrializables se encuentra su uso como combustible o forrajes (follaje o fruto) (47,56).

Se sabe que de un 9 a 56 % de las semillas de parota

ingeridas y defecadas por caballos conservan su capacidad germinativa (64), por las grandes distancias que recorren estos animales han servido como diseminadores naturales de esta leguminosa desde hace miles de años (64).

Con base en los estudios practicados con la harina de parota mediante el alveógrafo se evidenció que esta no tiene propiedades para panificación, (Fig 2). Aun cuando se utilizara en bajos niveles de inclusión del 5 o 10%, tampoco resulta útil para la elaboración de galletas, solamente las almendras podrían aprovecharse para la elaboración de atoles, como un enriquecedor de tortillas o mediante la incorporación del homogenado en diversos guisos como sopas, embutidos y granola.

El porcentaje de digestibilidad "in vitro" de la almendra cruda de parota fué de 59.63% en base seca, superior a la de las almendras de trigo y sorgo (Fig.3).

Se considera que la digestibilidad "in vitro" de las proteínas es un indicador de su calidad, los alimentos de origen animal son más digestibles que los vegetales debido a que las estructuras terciarias de las proteínas animales son menos complejas que las de vegetales (5,14,17), el bajo contenido de fibra de estos hace que el tránsito intestinal sea más lento y se puedan absorber más nutrientes (14,95).

Otra causa de la baja digestibilidad de los vegetales es la presencia de elementos tóxicos (22), para destruirlos es necesaria la cocción drástica que puede afectar aminoácidos al interactuar estos sobre carbohidratos que son abundantes en los vegetales (22), de lo que pueden resultar complejos no hidrolizables por enzimas gastrointestinales.

Con las técnicas de digestibilidad "in vitro" se obtienen resultados más rápidos que con los métodos "in vivo" (107).

Las proteínas de las semillas de parota se consideran de buena calidad por su biodisponibilidad (Fig. 8) y porque contienen un alto porcentaje de los aminoácidos limitantes leucina, treonina y lisina (9). Estos aminoácidos son muy escasos sobre todo en la población Mexicana, en donde se ha notado además una carencia de los aminoácidos triptofano y metionina (Cuadro 3).

La adición de metionina mejora el valor nutritivo de las proteínas de leguminosas (106,107). Sin embargo se pueden utilizar otras fuentes proteicas como el garbanzo para enriquecer el maiz sin cambios físicos en las tortillas en porcentajes de inclusión de un 20 % antes de la nixtamalización (108). Las semillas de parota contienen: leucina con 8.22 gr sobre 100 gr de proteína, lisina con 7.82 gr sobre 100 gr de proteínas, glicina, treonina y arginina con una cantidad superior a 5 gr sobre 100 gr de proteína. Por lo que las semillas de parota son una importante alternativa alimenticia proteica (Fig.7).

Las semillas de parota crudas sin cáscara tienen una importante cantidad de glucosa 27.96%, arabinosa 3.95%, y galactosa 3.7%, estos glúcidos son energéticos, en general los cotiledones de distintas semillas están compuestas esencialmente de proteínas y carbohidratos (Fig.3).

En animales monogástricos es prioritaria la utilización de productos que tienen como función principal el aporte energético.

Independientemente de la forma como se consumen las semillas, lo que resulta importante es que previamente se hayan sometido a un tratamiento térmico para eliminar los factores antinutricionales como inhibidores de la tripsina, hemaglutininas y glucósidos cianogénicos que regularmente están presentes en la mayoría de las semillas de leguminosas en diferente concentración (9,12,17,27).



En las semillas de parota se han detectado 4.82 unidades de inhibición de la tripsina, cantidad que no es significativa si se le compara con la soya en la que se pueden encontrar hasta 100 unidades. Cuantitativamente se encontró glucósido cianogénico representando 38 partes por millón de HCN sobre 100 gr de la muestra, la cual tampoco es una cantidad que signifique un peligro toxicológico.

En lo que respecta a las lectinas se obtuvo un resultado negativo a la prueba de microtitulación serológica (Fig. 5). Los factores antinutricionales se eliminan con un tratamiento térmico, aparte de que con el calor desaparece el sabor ácido de las almendras por su elevado contenido de ácido ascórbico. Se ha calculado que el tiempo de cocción para semillas de parota es semejante al necesario para otras semillas como la soya y frijoles. Se sugiere que existen saponinas en el fruto completo de parota inmaduro, y que su cantidad es mayor en el fruto maduro, sin embargo no representan ningún peligro después del tratamiento térmico. Durante la cocción también se elimina una parte importante de nitrógeno no proteico (106).

En la mayoría de las leguminosas no se han identificado alcaloides, en las semillas de parota se han detectado cantidades mínimas de inhibidores de tripsina y glucósidos cianogénicos que no provocan efectos tóxicos.

El valor biológico de las proteínas presentes en las semillas de parota resultó aceptable con base a los resultados de la prueba con pollos de engorda en lo que se refiere a la conversión, consumo alimenticio y ganancia de peso, a pesar de que hubo diferencias significativas entre el grupo control y los experimentales y entre estos dos últimos se pudieron engordar pollos hasta las 8 semanas de edad con niveles de 10 y 20% de

inclusión en la dieta de semillas completas cocidas, (Cuadros 4 y 5). En general se observó una relación inversa entre el peso de los animales y el porcentaje de inclusión del material experimental, esto posiblemente se debió al menor consumo como resultado de los niveles de fibra.

En la mayoría de los alimentos de origen vegetal siempre existe una fracción de polisacáridos no digerible, que se conoce como fibra cruda formada por celulosa, pentosanas, pectina y hemicelulosa, que al no ser metabolizadas por el organismo humano, se eliminan en las heces ( 5 ).

Es probable que la menor ganancia de peso y el bajo consumo que se obtuvieron en los tratamientos del 10 y 20% de inclusión en las dietas experimentales de la evaluación biológica en pollos se deban al contenido ligno-celulósico de la soya y de la parota. Puesto que la fibra influye en lo siguiente:

- 1.-La lignificación disminuye la digestibilidad de la celulosa y los demás carbohidratos estructurales.
- 2.-La baja digestibilidad del material ingerido junto a su elevada resistencia mecánica aumenta el llenado estomacal con las fracciones no utilizables, lo que reduce drásticamente la ingestión voluntaria. Aunque también no se descarta la posibilidad de la presencia de algún factor tóxico que tenga relación directa con el consumo y la ganancia de peso. Este factor tóxico pudiera ser alguno de los que no se detectaron.

Aparte de la parota existen muchas otras especies de vegetales que poseen características adecuadas para su aprovechamiento integral o como alimento alternativo para la alimentación humana o de animales, entre estas se distingue el mézquite:

- a) Es maderable y del exudado de la corteza se extrae una

goma con propiedades farmacéuticas.

b) Los frutos poseen un alto contenido de carbohidratos y pueden panificarse (120).

Mediante el presente estudio no se pretende que por el consumo de semillas de parota se resuelva el problema creciente de deficiencia alimenticia en la población rural, a pesar de que por la calidad proteica del material su consumo contribuye al mejoramiento de la dieta por lo menos durante una época del año, sin embargo es posible suponer que una vez que se conozcan las diferentes posibilidades alimenticias de esta leguminosa, además de su explotación industrial maderable, será factible aumentar su población en forma natural o inducida, con lo que se contribuye a mejorar el ecosistema, al evitar la erosión de los suelos y propiciar la instalación de fauna silvestre, independientemente de que una vez que se disponga de una densidad silvícola suficiente, pueda darse un uso maderable controlado a este árbol, de lo que resultan fuentes de trabajo.

## CONCLUSIONES

EL CONSUMO DE SEMILLAS COMPLETAS DE ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO PERMITE ELEVAR LA CALIDAD DE LA DIETA PARA HUMANOS.

LA MEJOR FORMA DE CONSUMO DE LAS SEMILLAS COMPLETAS ES PREVIA COCCION PARA MEZCLARLAS CON OTROS ALIMENTOS.

LAS SEMILLAS COMPLETAS DE FAROTA CONTIENEN UN PORCENTAJE PROTEICO DE 23.6 % QUE JUSTIFICA SU INCORPORACION EN LA ALIMENTACION HUMANA O ANIMAL.

EN LA ALMENDRA ESTAN PRESENTES AMINOACIDOS LIMITANTES COMO LA LISINA, LEUCINA Y TREONINA EN PROPORCIONES IMPORTANTES.

LA HARINA OBTENIDA DE SEMILLAS DE FAROTA NO TIENE LAS PROPIEDADES DE EXTENSIBILIDAD, TENACIDAD Y ELASTICIDAD NECESARIAS PARA LA PANIFICACION O ELABORACION DE GALLETAS, PERO SI PARA INCORPORARSE EN HARINA DE MAIZ.

LAS SEMILLAS CONTIENEN INHIBIDORES DE TRIPSINA Y GLUCOSIDOS CIANOGENICOS EN CANTIDADES MINIMAS QUE NO REPRESENTAN RIESGO PARA LA SALUD HUMANA O ANIMAL POR SU CONSUMO.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Contreras A., Zolla C. (1982) Plantas Tóxicas de México. Unidad de Investigación Biomédica en medicina Tradicional y Herbolaria del IMSS.p 46 Méx.
- 2.-Almaraz A. N.(1987) Propagación Masiva del Nogal (Carya Illinoensis Koch) por medio de la técnica de cultivo de tejidos. Simposium Internacional sobre Biotecnología y Bioingeniería. Durango Dgo.Méx.
- 3.-Arenas Ocampo M., Jimenez A. A.(1987) El almidon de la Okenia Hypoguea; Su caracterización Fisico-Química y Reológica. Simposium internacional sobre Biotecnología y Bioingeniería. Durango Dgo.Junio 23-26 Méx.
- 4.- Arreola D.M.(1976) Ensayo de aprovechamiento de forraje del Enterolobium cyclocarpum o Parota como forraje para rumianpes utilizando como modelo ganado caprino. Tesis de licenciatura. Facultad de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Guadalajara.
- 5.-Badui Dergal S. (1981) Química de los Alimentos. Editorial Alhambra-Universidad pags.403-423 Méx.
- 6.-Barreto C.,Correa de S.E.(1960). Empleo das Cactaceas forragerras no poligono das seca. Servicio de Informacao Agrícola pags.11-35 Rio de Janeiro Brasil.
- 7.-Behnion E. B.(1967) Fabricación de Pan Edit. Acribia pags.19-36 España.
- 8.-Bourges H.(1986) Nutrición y alimentos. Su problemática en México. Editorial CECOSA pp 79-84. México.
- 9.-Bressani R., Jarquin R., Elias L.G.,Braham J.E. (1966) Análisis Químico de la harina de almendra de Conacaste (Enterolobium Cyclocarpum) y su evaluación Biológica en ratas y pollos. Turrialba I6, 330-339.

- 10.-Buck C.F., Bier M., Nord C.F. (1962). Some properties of human tripsin. Arch Biochem Biophys. 98; 528-530.
- 11.-Bure J.(1976) La pate de farine de froment Edité par la S.E.P.A.I. C.pags.II-29 Francia.
- 12.- Butler G.W. (1965) The distribution of the cyanoglucosides linamarinand lotastaraulin in higher plants. Phytochemistry 4, 127-131.
- 13.- Carbajal Gil M. (1981) El alveógrafo. Revista Pan continental pp 1-6.
- 14.- Carbajal., Klauz Lorenz (1979) La fibra en panificación y su importancia en la nutrición humana. Pan Continental pp.1-4
- 15-Castañeda E.C.(1984) Investigación y Crisis Alimentaria. Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 58,13.
- 16.- Castro Capoy J.D., Cruz Mondragon., Larios Saldaña (1987) Procesamiento de semilla de Guar (Cyamopsis Tetragonoloba) Simposium Internacional sobre Biotecnología y Bioingeniería. Durango, Dgo. 23-26 de Junio, 1987.
- 17.- Charley H. (1987). Tecnología de alimentos. Procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. Ed. Limusa S.A. pp 623-636 México.
- 18.-Chavez A.(1983) México Hoy. Nutrición problemas y alternativas Edit. Siglo Veintiuno pags.220-229 Méx.
- 19.-Chavez Araujo J.L., López B.A., Pérez R., Ramirez R. (1984) Potencial Económico de Especies Vegetales de Zonas Aridas.Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 55; 94-106
- 20.-Chazaro B.M.de J. (1977) El Huizache Acaciá Pennatulá (Schlecht & cham.) Benth.una invasora del centro de Veracruz. Biotica 2; I-18
- 21.- Clowick S.P., Kaplan N.O. (1955) Methods in enzimology. 1; 234-240 Academic Press New York U.S.A.

- 22.- Conn, E.E. (1973) Intoxicants occurring naturally in foods. National Academy of Sciences publication pp 299-308 Washington D.C. U.S.A.
- 23.- Conrath T.B. (1972) Handbook of microtiter procedures. Dynatech C.O. 1-29 Mass. U.S.A.
- 24.- Cooke Engineering Company (1969) Microtiter (Instruction manual) Fourth Ed. Alexandria Virginia U.S.A.
- 25.- Coplamar 1985. Necesidades esenciales en México, Alimentación, situación actual y perspectivas al año 2,000. Ed. Siglo 21 pp 59-63. México.
- 26.-Cravioto R.O. (1959) Contribución adicional al estudio de la composición de alimentos Mexicanos. Ciencia 19; 53-145
- 27.-Dominguez A.J. (1987) Director del Dpto. de Química del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey N.L. México. (Comunicación Personal).
- 28.-Dominguez A.J., Franco R. (1979) Plantas medicinales de México XXXV Estudio químico de la corteza y fruto del Guanacaste o parota *Enterolobium Cyclocarpum*, Jacq., una leguminosa Rev. Latinoamer. Quím. 10; 46
- 29.- Dufus C., Slaughter C. (1985). Las semillas y sus usos. AGT Editor S.A. pp 9-12 México.
- 30.-Espejel I., Martinez E. (1979) " El Guanacaste " Inireb Informa. Comunicado 33.
- 31.-Estrada F.E. (1976) Leguminosas silvestres de valor alimenticio Boletín Informativo. Universidad de Guadalajara. Guad.Jal.Méx.
- 32.-Fabre, R., Truhaut, R. (1976) Tratado de toxicología 1; 311-312. Paraninfo S.A. Madrid Espana.
- 33.- Faix O. (1979) Descripción y funcionamiento del analizador de carbohidratos. Revista de la A.T.C.P. vol 19 No. 1
- 34.- FAO (1964). Las leguminosas en la nutrición humana pp 14-48.

- 35.- Feeney R.E., Means E.M., Bigler J.C. (1969). Inhibition of human trypsin, plasmin and thrombin by naturally occurring inhibitors of proteolytic enzymes. *J. Biol. Chem.* 244, 1957-1960.
- 36.- Flores V.C.A. (1977) El Nopal como forraje. Tesis de Licenciatura Universidad de Chapingo.
- 37.- Fourtnier O. L.A. Herrera de F.M.E. (1977). Ecological succession as an effective means of forest recovering in Costa Rica. *Revista Agronomia Costarricense* 1; 23-29.
- 38.- Frankel Conrat H. (1952) Isolation and characterization of trypsin inhibitor from lino beans. *Arch. Biochem. Biophys.* 37; 393-407.
- 39.- Gilchrit D.G. (1967) Revised methods for the preparation of standard in the sodium picrate assay of Nch. *Crop Sci.* 7; 267-268.
- 40.- Giral J., Echegoyen M.B. (1949) Determinaciones de treonina en alimentos mexicanos y en otros productos. *Ciencia* 9; 300-2.
- 41.- Gomez G.J.de J. (1976) Ensayo de alimentación con capomo o mojote en el ganado caprino en la zona costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Guadalajara.
- 42.- Gomez F.A. (1985) Los recursos bioticos de México (Reflexiones) Inireb-Alhambra pag.25-29 Xalapa Ver.Méx.
- 43.- Gonzalez C.P. (1980) Development Economic of México. *Investigation and Science* 50; 128-138.
- 44.- Gonzalez de C.M. (1984) Especies vegetales de importancia economica de México Edit. Porrúa pag. IIO Méx.
- 45.- Gonzalez Diaz C. (1942) Estudio bioquímico de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Biología. Instituto Politécnico Nacional
- 46- Gonzalez E.E. (1985) El tropico Mexicano y la Ganadería, problemas y alternativas. *Inf. Cient. y tecnol.* 7 (111) 45-47.



- 47.-Gonzalez R. (1980) Experimental forest plantations in Costa Rica. *Agronomia Costarricense* 4 (1); 99-109.
- 48.- Granillo V.S. (1985) La ganaderia Hoy; Retos y contradicciones. *Inf. Cient. y Tecnol. (CONACYT)* 7, 104; 17-19.
- 49.- Gutteridge R.C., Akkasaeng R. (1985) Evaluation of nitrogen fixing trees in northeast Thailand. *Nitrogen fixing tree Res. Reports* 3; 46-47
- 50.- Harris, J.R. (1980) Determination of cyanide in animal feeding stuffs analyst, 105; 974-980.
- 51.-Hernandez R.J. (1987) Los aminoácidos precursores en la nutrición temprana. *Ciencia y Desarrollo (CONACYT)* 73; 69-82.
- 52.- Horwats W. (Editor) (1975) Official Methods of Analysis of the A.O.A.A. 12 Edition. 481-482 Washington D.C. U.S.A.
- 53.-Hernandez S.R. (1981) Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Ciencia forestal* 6; 31-39.
- 54.-Hossein Saeed, Ghomi., Maldonado (1982) Potencial de la flora de las zonas áridas. *Ciencia y Desarrollo (CONACYT)* 47; 98-109.
- 55.-Huerta C.M. (1983) La parota *Enterolobium Cyclocarpum* (Jacq) Griseb como un recurso forestal de las zonas cálidó-húmedas en Jalisco. Tesis Fac. de Agricultura Universidad de Guadalajara
- 56.- Hughes C.E., Styles B.T. (1984) Exploration and seeds collection of multiple purpose dry zone trees in Central America. *International tree Crops J.* 3; 1-31.
- 57.-Hurtado S., Rubio O. (1984) Rendimiento y calidad nutritiva de *Leucaena* (*Leucaena Leucocephala*) a diferentes alturas de corte en el oriente de Yucatán. *Memorias IO, I28-I31 Acapulco Guerrero, Méx.*
- 58- Indira P, Sinha, S.K. (1980) Colorimetric method for determination of HCn in tuber and leaves of cassava (*manihotesculenta*).
- 59.-INEGI-S.S.A. (1986) Información estadística sector salud y

seguridad social pags.3-5 Méx.

60.-INEGI (1987) El sector alimentario en México 1986 pags.279-280 Méx.

61.-Iversen I.L.(1979) Chemical of the Cerebrum. Investigation and Science 38; 86-98

62.- Jaffé G., Brucher O. (1972) Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles. Arch. Latinoamericanos de Nutrición. 22, 267-281.

63.-Janzen D.H.(1981) Guanacaste tree seed-swallowing by Costa Rican range horses. Ecology 62; 687-592

64.- Janzen D.H. (1981) Enterolobium cyclocarpum seed passage rate and survival in horses Costa Rica plistocene seed dispersal agent. Ecology 62; 593-601.

65.- Janzen D.H. (1981) Digestive seeds predation by a Costa Rican Bairdi's Tapir. Biotropica 13; 59-63.

66.- Janzen D.H. (1982) Removal of seeds from horse dung by tropical rodents; influence of habitat and amount of dung. Ecology 63 ;1887-1960.

67.- Johnson C.D. (1982) Survival of stator generalis (coleoptera: bruchidae) in host seeds outside its geographical range. J. of the Kansas Entomological Soc. 55; 718-724.

68.- Kakade ,M.L., Hoffa,D.E., Liener,I.E. (1973) Contribution of trypsin inhibitor to the deleterius effects of unheated soy beans fed to rats. J. Nutr. 103; 1772-1778.

69.-Kakade, M.L.(1974) Determination of trypsin inhibitor activity of soybean products. Cereal Chem. 51; 376-382

70.-Kakade, M.L., Simons,N., Liener I.E.(1969) An evaluation of natural vs synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chem.46; 518-526

71.-Kessel, C. Van, Roskoski J.P., Wood T., Montano J. (1983) 15

N<sub>2</sub> fixation and H<sub>2</sub> evolution by six species of tropical leguminous trees. *Plants Physiology* 72; 9009-910 61

72.-Ladislao U. (1988) Crisis alimentaria en México gran parte de la población subalimentada *Inf.Cient.y Téc. (CONACYT)* 144; 53-57

73.-Lasta E.J. (1978) Digestibilidad in vivo e in vitro de ensilaje de Nopal (*Opuntia Ficus-Indica*) Tesis de Licenciatura. Universidad de Chapingo.

74.-Loyola V.M., Vargas E., Garcia E.S. (1981) El metabolismo del nitrógeno en las plantas. *Naturaleza* 2; p.p.

75.-Lucas B. (1981) Metodo cualitativo y cuantitativo para determinar glucósidos cianogénicos en semillas de vegetales. XVI Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada Cd. Morelia Mich. Méx.

76.-M.C.Vaugh R. (1987) *Flora Novo-Galiciana, a descriptive account of the vascular plants of western México.* Ann arbor the University of Michigan Press Vol.5 (Editor William R.A.) pp 176-178 Michigan U.S.A

77.-Martinez M. (1959) Plantas utiles de la flora Mexicana. Ediciones Botas pags. 279-282 Méx.

78.-Martinez M. (1966) Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Edit. F.C.E. pag. 385 Méx.

79.-Masiu G., Guzman J., Cravioto R. (1950) Contenido en aminoácidos indispensables en algunas semillas mexicanas. *Ciencia* 10; 1424.

80.-Mejia U.R. (1984) *Enterolobium Cyclocarpum* como ingrediente en raciones para pollos de engorda y la posible acción de la pigmentación Tesis de Licenciatura Fac. de Agricultura Universidad de Guadalajara.

81.-Mendieta R.M. y Del Amor S. (1984) Catálogo de las Plantas Medicinales del Estado de Yucatan Inireb-Cecsa pag.143 Méx.

- 82.-Mora Santa Cruz A.(1988) Subdirector de la Unidad de Administración Forestal No. 5 (Comunicación Personal).
- 83.-Muñoz Rivera M.(1979) Determinación de Saponinas Taninos y Acción antibiótica en algunas plantas silvestres mexicanas. Tesis de licenciatura Fac. Química de la Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- 84.-National Academy of Science (1979) Tropical Legumes Resource for the future pp.200-201 U.S.A.
- 85.-Nelson R.E.,Schubert T.H.(1976) Adaptability of selected tree especies planted in Hawaii forest service resource bulletin pacific Southwest forest and range Experimental Station pp. U.S.D.A.
- 86.-Orea Coria D.P. (1987). Estudio Morfogénético en Guanacastle (*enterolobium Cyclocarpum*) Tesis de Maestria en Ciencias Especialidad genética. Colegio de Postgraduados Chapingo
- 87.-Pardo T., Sanchez M. (1977) *Brosimum Alicastrum* (Ramón, Capomo, Ojite, Ojoche) Recurso silvestre desaprovechado Edit.INIREB pags.7-9 Xalapa Ver.Méx.
- 88.-Penhington T.D., Sarukhan (1968) Manual para la identificación de campo de los principales arboles tropicales de México.INIF-FAO pags.170-171 Méx.
- 89.-Portilla B.-Salazar-Del Valle (1983) Alimentos: Dependencia o desarrollo Nacional. Edit.Nueva Imagen-Ceestem pags.80-84 Méx.
- 90.-Quaglia G. (1977) *Scienza et tecnologica de la Panificacione Chiriottii Editori* pags.45-676 Italia.
- 91.-Quintero R.(1983) Los alimentos. Inf. Cient. y Tecnol. (CONACYT). 5; 34-38.
- 92.-Quintero R.(1984) La alimentación en México un problema por resolver. Inf. Cient. y Tecnol. (CONACYT) 6; 46-47.
- 93.-Ramirez M.E.(1972) Cultivo, explotación y aprovechamiento del

Nopal. IPN-COFAA-SEDICT 4,10-14.

94.-Ramirez Schuetz M.G.(1985) Aislamiento de Canavanina presente en cacahuanano (gliciridia sepium) Tesis de licenciatura Fac.Quim.UNAM

95.-Reinhold J. G.(1980) La fibra en la dieta como nutriente de los animales y del hombre. Revista ciencia agropecuaria de la F.M.V.y Z.de la Univ.de Guad.p.p.22-35

96.-Rzedowski J., M.C.Vaugh R.(1966) La vegetación de Nueva Galicia contribution from the University of Michigan Herbarium. Edit. M.C. Vaugh, R. 9, 16-17 Méx.

97.-Rzedowski J.(1986) Vegetación de México Edit. Limusa pags.182-187 Méx.

98.-Saenz R.J.A.,Fournier O.L.A.(1982) Enterolobium cyclocarpum (Jacq) Griseb; un nuevo hospedero para Ravenalia Lagerthermiana (Lagerheimiana) Diet. 32; 333-336.

99.-Saura F.,Calixto, J. Cañellas, Soler L.(1984) Determination of Tryptophan in nuts and oil seeds comparison of methods Anal. Bromatol. 36; 89-95.

100.- Secretaría de programación y presupuesto 1980. Censo de Población.

101.-Shiavo B.C.(1983) El Marco Estructural de la Ganaderia Bovina Mexicana Universidad Autonoma de Chapingo. Colección Cuadernos Universitarios.p.p.120-130.

102.-Síntesis Geografica de Jalisco (1981) Secretaría de Programación y Presupuesto pag. 157 Méx.

103-Solorzano A.R.(1942) Frutos silvestres tropicales para alimentar el ganado. Tesis ENA Chapingo.

104-Sosa V.-Gomez-Flores (1985) La flora de Yúcatan. Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 60; 37-46.

105-Sotelo A. (1981) Leguminosas silvestres, reserva de proteínas

para la alimentación del futuro Inf.Cient. y Tec.3; 28-32.

106.-Sotelo A., Giral F., Lucas B., De la Vega A.(1978) Chemical Composition Content in Fifteen Leguminous Seeds. Quart. J. Crude Drug Res. 16; 143-149.

107.-Sotelo A.,Lucas B.,Uvalle A.,Giral F.(1980) Chemical Composition and toxic factors content of sixteen leguminous seeds (II). Quart. J. Crude Drug Res.18; 9-16.

108.-Sotelo A., Lopez, Hernandez M.,Infante, Arteaga M.E., Cruz (1978) Inhibidores de Tripsina y hemaglutininas en algunas leguminosas comestibles I.M.S.S. 9;1-15.

109.-Soto I., Haro D., Frisch.G., Ruiz.B. (1983) Panorama de la Ganaderia Mexicana. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias p.p.7-33.

110.-Steel& Torrie (1985) Bioestadística Principios y Procedimientos. Segunda Edicion Mc Graw-Hill Méx.

111.-Techniques Hanbook (1985) Amino acid Analysis Theory Laboratory U.S.A.

112.-Tejada de Hernandez (1985) Manual de Laboratorio de Ingredientes Utilizados en la alimentación Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México A.C. Méx.

113-Torres M.F.(I98I) Ensayo del ramón (Brosimum Alicastrum) como alimento forrajero en cabras lecheras criollas localizadas en el municipio de Oxkutecab Yúcatan y sus alrededores. Tesis de Licenciatura Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Guadalajara.

114.-Vazquez-Yanez C., Perez Garcia B.(1977) Notes on the morphology, seed-coat anatomy and physiology of the seeds of Eneterolobium Cyclocarpum. Turrialba 27; 27-430.

115-Watson C.V.(I987) Administrador Asistente del centro científico tropical de San Jose Costa Rica.(Comunicación

personal).

116-Winick M. (1981) Nutrición ambiente y desarrollo cerebral  
Inf.Cient. y Tec. 3; 4-8.

117.-Winkler W.O. (1951) Report on hydrocyanic glucosides  
J. Assoc. Off. Agric. Chem. 34; 541-548.

118.-Winkler W.O. (1958) Report of method for glucosidal HCN in  
lima beans J. Assoc. Off. Agric. Chem. 41; 282-287

119.-Yamamoto M., Ikenakat (1967) Studies on soybean trypsin  
inhibitors. J. Biochem. 62; 141-149.

120-Zolfaghari R., Harden-Huffman (1986) Some physical and  
chemical properties of honey Mezquite pod (Prosopis glandulosa)  
and application in food products. Cereal Chemistry 63;  
104-108.