

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS

BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

**"ESTUDIO NUTRICIONAL COMPARATIVO DEL VALOR
PROTEICO DE LA SEMILLA DE PAROTA (Enterolobium
cyclocarpum) A TRAVÉS DE PRUEBAS BIOLÓGICAS"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P R E S E N T A N

**PMVZ: Ma. GUADALUPE BARAJAS VÁZQUEZ.
PMVZ: SERGIO LÓPEZ GÓMEZ**

DIRECTOR DE TESIS:

M en C. MARÍA DE LOURDES ISAAC VIRGEN

ASESOR DE TESIS:

M.V.Z. JOSÉ MARÍA HERRERA VELASCO

ZAPOPAN, JALISCO. SEPTIEMBRE DE 1995

DEDICATORIA

A mi Padre por ser el hombre que me dio la vida, cariño, amor y por guiarme por el camino del bien, se que donde estas me sigue protegiendo y pidiendo a Dios por mi bien.

Mario por ver sido mi padre, hermano y amigo, porque ahora que no estas conmigo se lo que realmente significaste para mi, lamento que no estés aquí para darte las gracias por todo lo que me distes y por lo que fui para ti tu hija.

A ti hermano Jesús por tu ternura, que aún en silencio siempre sentí.

A mi madre que a pesar de mis defectos y fracasos siempre me apoyaste, gracias por tu cariño y comprensión ya que este es un logro tuyo.

A ti hija por ser mi compañera, amiga, por tu ternura y cariño, pero sobre todo por ser el fruto de mi amor.

Especialmente y con amor a ti, que a pesar de nuestros errores y de que el destino nos presenta distintos caminos juntos estamos logrando llegar al fin de una de nuestras metas profesionales, gracias por tu ayuda, apoyo y motivación.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS por darme vida, salud, por la gracia de tu fe y perdón, pero sobre todo por darme perseverancia para lograr mis metas y fuerza suficiente para después de cada caída levantarme con más ánimos para luchar contra las adversidades que he encontrado en mi camino por esta vida.

A mi directora y asesor de tesis Lourdes y José María por su apoyo incondicional y desinteresado, que a pesar de sus ocupaciones siempre tuvieron tiempo para dedicarnos y nos guiaron con calma y seguridad.

Al CIATE de Irapuato especialmente ala Dra. Magdalena Segura por su ayuda y atención en la prestación de bibliografía

Les doy mis mas sinceros agradecimientos a mis hermanos por su apoyo y cariño en mi superación.

A todas las personas que de alguna manera me han apoyado. Gracias.

DEDICATORIA

A mi padre por su ternura y amor, pues a pesar de vernos faltado en una etapa de mi vida muy corta siempre sentí el deseo de que tus hijos fuéramos personas de bien, que nos enseñaste que la vida nos marca muchos caminos que aunque a veces escogemos erróneamente siempre debemos tener la fuerza suficiente para enmendar nuestros errores y seguir en el mundo con la cabeza alta, deseo sinceramente ser lo que tu hubieras deseado.

A tí madre por su fuerza y vigor para soportar todos los obstáculos que la vida te presento para llevarnos adelante a todos tus hijos, por tu amor y dedicación para que fuéramos personas honestas y por vernos enseñado a trabajar y luchar por nuestros ideales.

A mi hermana Rosalba por su apoyo, motivación y ejemplo para seguir adelante en mi carrera, me siento orgulloso de ser tu hermano y de lo que has logrado te agradezco el ser una amiga que me guío y aconsejo en el laxo de mi existencia deseo sinceramente seguir contando con tu cariño.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme vida, salud y fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanos por su apoyo, cariño y paciencia para poder lograr mis metas.

A mi directora y asesor de tesis por su apoyo y dedicación para lograr este documento que significa el fin de un esfuerzo constante.

A mis compañeros y amigos por su ayuda, motivación y apoyo durante el tiempo de estudios, que es una etapa muy importante en nuestra vida, por su cordialidad y amistad.

CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|-------------------------------------|---------------|
| RESUMEN..... | I |
| 1.- INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| 2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 11 |
| 3.- JUSTIFICACIÓN..... | 12 |
| 4.- HIPÓTESIS..... | 13 |
| 5.- OBJETIVOS..... | 14 |
| 6.- MATERIAL Y MÉTODOS..... | 15 |
| 7.- RESULTADOS..... | 20 |
| 8.- DISCUSIÓN..... | 31 |
| 9.- CONCLUSIÓN..... | 35 |
| 10.-BIBLIOGRAFÍA..... | 36 |

RESUMEN

Por ser la semilla de parota una fuente no convencional de proteína de aceptable calidad, se desea su fomentación, propagación e incorporación a la alimentación animal, con tal fin se llevó a cabo la evaluación de su calidad nutricional, realizando una prueba biológica en 32 ratas Swiss - Wistar de 21 días de edad divididas en 4 grupos, durante 21 días en los cuales recibieron dietas isoproteicas ajustadas al 10% de proteína. Se determinó el análisis químico proximal, calcio y fósforo, coeficiente de digestibilidad "in vitro", se identificaron los aminoácidos limitantes por medio del cómputo químico y se calculó el "PER". El contenido proteico y grasa de la semilla completa de parota nixtamalizada fue de 21.7% y 1.4% respectivamente y su coeficiente de digestibilidad proteica "in vitro" fue de 49%. El cómputo químico de la semilla de parota reportó los aminoácidos limitantes metionina + cistina, triptófano y valina. Los animales del grupo control (C) consumieron alimento comercial y los grupos experimentales dieta a base de parota (P), parota + amaranto (P.A.) y parota + harina de pescado (P.HP.), como ingredientes proteicos. El consumo de alimento fue mayor en el grupo (C) siendo de 211.9a gr., seguido por el grupo (P.A.), el grupo (P) y el grupo (P.HP) cuyos consumos fueron de 149.47b, 141.3b y 118.3c gr. respectivamente ($P < 0.05$). La ganancia de peso fue mayor en el grupo (C) siendo esta de 24.4 a gr., seguida del grupo (P.A.), el grupo (P.HP.) y el grupo (P) con ganancia de 17.6ab, 12.0bc y 10.4c gr. respectivamente ($P < 0.05$). El "PER" fue de 1.17, 1.15, 1.03 y 0.8 en el grupo (P.A.), el grupo (C), el grupo (P.HP.) y finalmente el grupo (P). Por los resultados anteriores se concluye que la semilla de parota puede ser suplementada en su contenido aminoacídico en forma sintética o con otras fuentes proteicas animales y/o vegetales como la harina de pescado y el amaranto, obteniendo así su mayor aprovechamiento en la nutrición animal.



BIBLIOTECA CENTRAL

INTRODUCCIÓN

En diversas partes del mundo el hombre ha propiciado la destrucción de extensas zonas de vegetación con el consecuente deterioro de sus recursos forestales en particular en países en desarrollo (35).

Según estimaciones de la FAO (Food and Agriculture Organization) en la actualidad se calcula que mundialmente en las zonas cálido húmedas, los bosques tropicales desaparecen a razón de 150,000 km² por año, esto es un promedio de 25 ha/min. Esta cantidad tan alarmante no es más que el fiel reflejo de que el hombre no ha aprendido a coexistir con su medio ambiente natural (26,27,35).

Por otra parte, la ganadería mexicana incluye diversos subsistemas en los que se agrupan bovinos, porcinos, equinos, aves y pequeños rumiantes (32,34,59).

SITUACIÓN DE LA GANADERÍA MEXICANA

La principal función de la ganadería nacional para la sociedad consiste en aportar proteínas que tienen las proporciones apropiadas de aminoácidos esenciales para su nutrición (29,32,62).

Los recursos vegetales de los que dependen en gran cantidad los bovinos en el país están representados por pastizales y esquilmos de cosechas, principalmente del maíz (32,38,43,52).

Por otro lado la flora mexicana ésta compuesta por más de 25,000 especies, esta cantidad corresponde a un 10% de la flora internacional (35,43,68), de estas aproximadamente 1,500 especies son leguminosas (35,57,68). En base a su naturaleza geográfica y climática el país puede dividirse en 2 grandes zonas con distintas especies animales y vegetales comestibles (29,52,62,68).

ZONA ÁRIDA

Comprende el 40% del territorio Nacional, en ésta crecen diversas especies de vegetales con valor alimenticio para humanos y/o animales. Entre estos el nopal (Opuntia spp.) que se consume como verdura, fruto o forraje para bovinos (21,45,61), el guayule (Parthenium argentanum) de donde se realiza la extracción del hule (20,31,42,57). La calabacilla loca (Cocurbitas foetidissima) que contiene alta cantidad de aceite y proteína (20,31,35,42,46,57), el huizache (Acacia pennatula) y el mezquite (Prosopis glandulosa) que sirven de abono para suelos y alimento para grandes y pequeños rumiantes (19,20,25,31,42,57).

ZONA TROPICAL

Esta representa el 60%, en la que existen numerosas variedades de plantas comestibles como la chaya (Nidosculos chayamánsta) (25), el saramuyo (Anona esquamosa), las leucaenas (L. esculenta, L. glauca y L. leucocephala) (25,42,52), el capomo (Brosimum alicastrum) en que su follaje y frutos son utilizados para la alimentación de bovinos y para la fabricación de mermeladas, su fruto y semilla se consumen asadas o cocidas por la población (25,35), la parota o guanacastle (Enterolobium cyclocarpum) la semilla es consumida por la población tostadas o preparadas en salsas y sopas, el fruto completo se

consume por el ganado vacuno principalmente y su follaje puede ser consumido como forraje por el ganado en tiempo de estiaje (25,35,57).

El estado de Jalisco tiene una superficie arbórea de 6'100,000 ha de las que 2'500,000 corresponde a bosques templados fríos, 2'400,000 a zonas áridas, 600,000 a bosques tropicales y 600,000 a selvas (35,36).

LA PAROTA

Entre las especies arbóreas de leguminosas silvestres está la Parota (Enterolobium cyclocarpum) sus nombres antiguos más comunes son: "guanacastle", "conacaste", "necaste", "cuanacastli", sin embargo en Michoacán se le llama "parota", en San Luis Potosí, Veracruz y Puebla "orejón", en Chiapas, Tabasco "pich", en Oaxaca "aguacaste", y en Yucatán "huacastle". En general todos los nombres se refieren a la forma del fruto que es una legumbre ancha y aplanada, de forma irregular encorvada y sinuosa parecida a una oreja humana, es de color café brillante al madurarse y de consistencia semileñosa, contiene 10-15 semillas ovoides muy duras, su tamaño es de 2 cm y se parecen a las de tamarindo, tienen una almendra blanca cremosa debajo del tegumento que las cubre, el cual es quitinoso o leñoso, su sabor se asemeja al de la castaña cuando se comen asadas o cocidas (14,31,35,42,44,46,49,52,54). La semilla forma parte de la dieta alimenticia de los huastecos e indios de Chiapas entre otros, quiénes ocasionalmente sustituyen el maíz y el frijol por esta en los años de malas cosechas (29,35,44,57).

Clasificación Taxonómica:

Reino: Vegetal
División: Fanerógama
Subdivisión: Angiosperma
Clase: Dicotiledónea
Familia: Leguminosae
Subfamilia: Mimosoideae
Género: Enterolobium
Especie: cyclocarpum (17)

La parota es una planta de larga vida y fructificación tardía, produce semilla hasta los 8 y 10 años, esto influye en forma adversa para que aumente la producción silvícola, sin embargo, es posible su establecimiento en corto plazo mediante viveros utilizando técnicas de propagación clonal o cultivo de tejidos, esto permitirá aumentar la densidad silvícola con el propósito de aprovechar la madera que es muy apreciada por su facilidad para trabajarse, es medianamente dura, elástica y fuerte para su peso que es de 463 Kg/m^3 . Además este árbol por su enorme follaje es utilizado como sombra para el ganado vacuno o para su alimentación ya sea fresco o ensilado en explotaciones extensivas (23,30,35,43,44,46).

Una vez iniciada la producción de fruto, el árbol produce por término medio de 225 a 300 kg de vainas por año, las cuales son completamente aprovechadas por el ganado vacuno o equino directamente del suelo cuando el árbol las tira en temporada de secas, otra práctica común es la utilización de las semillas en la alimentación de aves y/o cerdos (29,31,35,43,44,46,57).

El tiempo de fructificación de la parota es durante abril y mayo, su cosecha puede realizarse en mayo y junio, época en la que los granos y pastos escasean y el fruto esta completamente maduro, desprendiéndose del árbol con facilidad permitiendo su recolección (23,43,44,46,57).

Una limitante para el consumo de la semilla es la naturaleza leñosa del fruto que la hace difícil de obtener manualmente, sin embargo, se pueden separar fácilmente mediante cocción o por tratamiento químico alcalino (nixtamalización), en esta forma la semilla se puede consumir (35,45,57).

El valor alimenticio de la parota se debe sobre todo al contenido proteico de las almendras que es de aproximadamente 38% (3,4,9,13). La almendra de la parota contiene 17 aminoácidos entre los cuales se encuentran 9 de los considerados esenciales (21,23,35,43). La composición aminoacídica de la almendra es alta en lisina y baja en los aminoácidos metionina + cistina, posee 0.25 % de lecitina además de vitaminas y minerales, esta composición es característica de las proteínas de las semillas de las leguminosas (21,23,35,43,57).

FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LAS LEGUMINOSAS

Existen sustancias tóxicas en la mayoría de las plantas consideradas como factores antinutricionales entre los que se encuentran los inhibidores de tripsina, hemoaglutinas, glucosidos cianógenos, saponinas y alcaloides las cuales se destruyen en gran medida por

cocción, ya sea simple, presión y presión más tratamiento alcalino (nixtamalización) sin provocar trastornos secundarios en quiénes las consumen (1,2,5,6,14,18,40,40,42,55).

EL AMARANTO

El Amaranto poco conocido, se cultiva como grano o como hortaliza, es una planta anual que produce semillas alimenticias, se conoce con los siguientes nombres: “alegría” (Jalisco, Oaxaca, y mesa central), “bledo” (Durango y Chiapas), “guati o huahutli” (Sonora) (13,24,41, 69).

El amaranto fue uno de los alimentos básicos de nuestros antepasados como el maíz y el frijol, se considera como una fuente no convencional de proteínas de alta calidad que se puede producir en condiciones de temporal deficiente (13,24,41,69).

Clasificación Taxonómica:

Reino: Vegetal

División: Embryophyta siphonogama

Subdivisión : Angiospermae

Clase: Dicotyledonea

Subclase: Archiclomidae

Familia: Amaranthaceae

Género: Amaranthus

Especie: hypocondriacus

(50).

Se cultiva en los estados de México, Guerrero, Oaxaca, Jalisco, Durango, Sonora, y algunos lugares del valle de México. El principal objetivo de su cultivo es la producción de semilla, su rendimiento va de 0.8 a 2.0 Ton/ha en siembras comerciales con variedades criollas, mientras que el rendimiento con líneas seleccionadas es hasta de 4.5 Ton/ha. La familia de las Amaranthaceas, constituye un gran grupo con más de 60 especies. El Amaranthus hypocondriacus es una de las especies de mejor valor nutricional en hojas y grano. Las hojas son comparadas con acelgas, espinacas y coles por su contenido en proteínas, calcio, y vitaminas (13,41,50,69). Se reconoce una mayor digestibilidad proteica de la semilla derivada del proceso de reventado (7).

Su contenido proteico es de 15.2 gr. de proteína por cada 100 gr. de Amaranthus (Cuadro No.3), un nivel mayor que los cereales pues contiene más del doble de proteínas que el maíz y que el arroz y 60 a 80% más que el trigo (47).

El Amaranto es una planta rica en lisina y triptófano, no así de leucina (56). Se menciona que la lisina que contiene el amaranto es el doble del trigo y el triple del maíz y leche (50). La proteína total de la semilla de Amaranto se encuentra en el endospermo 35% mientras que en la cáscara y el germen es de 65%, que contrasta con el maíz, sorgo y arroz, en los cuales el germen tiene entre 12.5 a 18.5% de la proteína contenida (13,24,41,50,56). El Amaranto también contiene mucho sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, níquel y hierro. Cada 100 gr. de semilla de Amaranthus contiene 3 gr. de nitrógeno, entre 3 y 6 gr. de fibra cruda; de 3 a 4 gr. de cenizas Y 370 kcal (13,41,50).

HARINA DE PESCADO

El uso frecuente de la harina de pescado en la alimentación animal se debe a su alto contenido de proteínas, energía y minerales, además contiene un buen perfil de aminoácidos esenciales que complementan los aminoácidos deficientes en los granos (11,15,37).

Para la fabricación de harinas se utilizan peces completos y desperdicios de plantas enlatadoras (14,51). La harina de pescado se utiliza sobre todo para la alimentación de animales monogástricos, aunque también es útil en rumiantes en desarrollo (11,62,67). En animales jóvenes puede representar hasta el 15% de la materia seca de la dieta y menos de un 5% en las etapas de terminación debido a las características organolépticas del pescado que se confieren a la canal como olor y sabor (62,67).

Por otra parte el consumo de grandes cantidades de proteínas no implica que éstas satisfagan todas las necesidades de aminoácidos de determinada especie; la calidad de una proteína se define con base a su contenido en aminoácidos esenciales y su biodisponibilidad (6,66).

El cómputo químico es un parámetro propuesto por la FAO/WHO (Food and Agriculture Organization) donde se realiza la comparación individual aminoácida de las proteínas de un alimento respecto a un patrón de aminoácidos esenciales de alta calidad (27).

Para evaluar las propiedades nutricionales de cualquier ingrediente proteico es necesario utilizar técnicas biológicas que determinan la calidad de las proteínas. Estos métodos han sido revisados por diferentes autores en los últimos 25 años (66). Algunos consisten en el análisis de la capacidad de reparación hepática, regeneración de sangre, actividad enzimática del hígado, repleción de ratas adultas, concentración de aminoácidos en plasma o crecimiento de microorganismos (6,66).

A pesar de las diversas adaptaciones no se han encontrado mejores métodos que los que utilizan ratas en crecimiento, dentro de este grupo de análisis se encuentran los métodos de relación de eficiencia proteínica (PER), utilización neta de proteínas (UNP), valor biológico (VB) y balance de nitrógeno (BN) (6, 66).

La relación de eficiencia proteínica (PER) se utiliza para determinar el valor nutritivo de una proteína, expresa numéricamente el crecimiento del animal como consecuencia de la proteína ingerida y es la determinación de la ganancia de peso dividida entre el peso de la proteína consumida (66).

En general los recursos vegetales autóctonos se desaprovechan por el desconocimiento tanto de sus propiedades alimenticias, como de los distintos procedimientos de preparación y almacenamiento de las distintas especies que pueden utilizarse en la alimentación animal, sobre todo durante la temporada de estiaje (29,35,57,62), por lo que el principal objetivo del trabajo fue conocer la calidad proteica de la semilla de parota, así como el uso más racional de fuentes proteicas no convencionales y/o autóctonas para este fin. Por otra parte estudios recientes han informado del alto grado de extinción que sufre esta especie silvestre, lo que

debe motivar a aumentar su propagación, ya que representa una fuente alimenticia que contribuye a mejorar el medio ecológico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Potencialmente la flora silvestre en México representa una fuente alternativa de especies vegetales, que pueden contribuir a la alimentación animal a partir de plantas autóctonas. Sin embargo estos recursos son utilizados en forma limitada debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales, por tal motivo se hace necesario determinar la calidad nutricional por medio de pruebas biológicas y analíticas de aquellos ingredientes que tradicionalmente se han integrado a la dieta alimenticia como el fruto de la parota y que puede ser utilizada en la alimentación animal cuando el fruto esta completamente maduro durante la época en que los granos y pasto escasean.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la situación actual en que se encuentra el país por existir un déficit alimenticio, con una producción agrícola insuficiente, se hace necesario la búsqueda de fuentes alimenticias no convencionales y/o autóctonas con valor proteico, entre estas se encuentra la parota (Enterolobium cyclocarpum).

Sin embargo se necesita estudiar la calidad proteica de la semilla de parota, por lo cual el objeto de este trabajo fue realizar pruebas biológicas, analíticas y de digestibilidad "in vitro", así como la identificación de aminoácidos limitantes mediante el cómputo químico de un aminógrama ya reportado, con la finalidad de poder incorporar en la alimentación animal la semilla de parota en la proporción adecuada en combinación con otras fuentes proteicas de origen animal o vegetal.

HIPÓTESIS

Mediante pruebas biológicas asociadas a determinaciones "in vitro" es posible conocer la calidad nutricional de la semilla de Parota (Enterolobium cyclocarpum) y los efectos nutricionales causados por la suplementación aminoacídica existentes en otras fuentes proteicas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar mediante pruebas biológicas y analíticas, la calidad proteica de la semilla de parota, y el efecto nutricional causado por su inclusión asociada a otras fuentes proteicas.

OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Determinar mediante el análisis químico la composición proximal (Proteína Cruda, Fibra Cruda, Grasa Cruda, Elementos Libres de Nitrógeno, Cenizas), Calcio y Fósforo de la semilla de parota nixtamalizada.

2.- Realizar digestibilidad proteica "in vitro" en la semilla completa de parota tratada.

3.- Identificar los aminoácidos limitantes de la fracción proteica de la semilla de parota, mediante el cálculo del cómputo químico a partir de un aminograma ya reportado.

4.- Establecer la calidad proteica de la semilla de parota cocida sometida a un tratamiento químico - alcalino (nixtamalización) mediante una prueba biológica (PER) y el efecto causado en su contenido aminoacídico por la adición de otras fuentes proteicas (amaranto y harina de pescado).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se utilizaron semillas de parota que se obtuvieron apartir de frutos maduros recolectados en Ciudad Guzmán durante los meses de mayo y junio, en cantidad suficiente para completar 2 kg de harina.

Para poder obtener las semillas de la vaina, el fruto completo se sometió durante 1 h a tratamiento químico - alcalino (nixtamalización), las semillas se secaron por exposición directa al sol durante 72 h sobre mallas de plástico montadas en bastidores de madera de 1 m², Posteriormente se molieron en un molino de martillos para granos, obteniéndose un pulverizado más fino al triturarse por segunda ocasión en un molino de cuchillas hasta un tamaño de partícula de 1 mm de diámetro.

A la harina obtenida se le practicó por triplicado análisis químico proximal (Proteína Cruda, Fibra Cruda, Grasa Cruda, Elementos Libres de Nitrógeno, Cenizas), Fósforo y Calcio, mediante los métodos descritos por la A.O.A.C. (Association of official Analytical Chemists).

DIGESTIBILIDAD PROTEICA "IN VITRO"

Se calculó la digestibilidad proteica de la semilla completa de parota (tegumento y almendra) tratada por nixtamalización, empleando el método propuesto por Saunders y colaboradores modificada por Sotelo (33,55,62,63).

COMPUTO QUÍMICO

Con el propósito de identificar los aminoácidos limitantes de la fracción proteica de la harina de la semilla de parota se utilizaron los valores de los aminoácidos obtenidos por Serratos (57), los cuales se compararon con el patrón de aminoácidos esenciales de la FAO-OMS (Food and Agriculture Organization).

FORMULACION DE RACIONES

En base a la composición química de los ingredientes se prepararon 4 dietas con un nivel proteico del 10%, para el grupo control (C) se utilizó alimento comercial, en un grupo experimental se incluyó la harina de parota (P) en un 46%, en el siguiente grupo se utilizó harina de parota más semilla de amaranto (P.A.) substituyendo en 10% la harina de parota, y en el último grupo harina de parota más harina de pescado (P.HP.) en la misma proporción que el amaranto (Cuadro No.1). Una vez pesados los ingredientes se mezclaron durante 15 min. y se pasaron por una malla del No.20 para su mejor homogeneización, las dietas fueron almacenadas en un lugar fresco y seco para su posterior utilización.

PRUEBA BIOLÓGICA (ÍNDICE DE EFICIENCIA PROTEICA)

Para determinar la calidad proteica de la semilla de parota se realizó una prueba biológica (PER) para la cual se utilizaron 32 ratas sanas, machos de 21 días de edad de la cepa Swiss Wistar, con un peso aproximado de 40-60 gr. Estas fueron adquiridos en el Bióterio del IMSS (Centro de Investigación Biomedico de Occidente).

El período de adaptación fue de 3 días durante los cuales se alimentaron con dieta comercial (nutricubos purina) y agua a libre acceso, sin obtener registros (15,66).

Tanto para el período de adaptación y experimental se alojaron en jaulas individuales de fibra de vidrio de forma rectangular (33x20x18 cm), con piso de malla de aproximadamente 1 cm para facilitar la eliminación de las heces disminuyendo la coprófagia; el ciclo de luz diario fue de 12 h, la temperatura ambiente de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $50 \pm 10\%$ de humedad relativa (15,66).

Después del periodo de aclimatación los animales fueron divididos en 4 grupos de 8 animales cada uno por pesos y se distribuyeron al azar en los diferentes tratamientos, se registró el consumo diario de alimento de cada animal en su respectivo grupo (control y experimental), su peso individual al inicio de la etapa experimental y cada tercer día durante los 21 días de este utilizando una balanza Bosch para animales.

Los datos resultantes se sometieron a un análisis de varianza completamente aleatorizada (ANOVA) y en los casos que se presentó diferencia significativa se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), a un nivel de significancia del 0.05.

El cálculo del índice de eficiencia proteica (PER) fue mediante la relación aumento de peso corporal dividido entre la proteína consumida, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganancia de Peso Corporal}}{\text{Peso de Proteína Consumida}}$$

CUADRO No. 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES %

| INGREDIENTES | CONTROL NUTRICUBOS % | DIETA PAROTA % | DIETA PAROTA+ AMARANTO % | DIETA PAROTA + H. DE P. % |
|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| NUTRICUBOS | 43.5 | --- | --- | --- |
| PAROTA | --- | 46 | 42.8 | 34.6 |
| AMARANTO | ---- | --- | 4.6 | --- |
| H. DE PESCADO | ---- | --- | --- | 4.6 |
| ACEITE DE MAIZ | 3.6 | 3.4 | 3.2 | 3.2 |
| AZUCAR | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ALMIDON DE MAIZ | 38 | 33.0 | 32.0 | 43.5 |
| BAGAZO DE CAÑA | 1.9 | ... | 4.4 | 1.1 |
| VITAMINAS | 1 | 1 | 1 | 1 |
| MINERALES | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100 | 100.0 |

ANALISIS CALCULADO

| | | | | |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| PROTEINA CRUDA | 10,005 | 9.98 | 9.99 | 10.05 |
| GRASA CRUDA | 4.69 | 4.04 | 4.08 | 4.14 |
| FIBRA CRUDA | 4.51 | 4.51 | 8.82 | 4.55 |
| CENIZAS | 5.5 | 3.52 | 3.53 | 3.24 |
| E.L.N. | 70.5 | 73.2 | 68.8 | 74.2 |
| E.M. Kcal/Kg | 3,286.97 | 3,231.50 | 3,262.69 | 3,378.79 |

RESULTADOS

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Los valores del análisis químico proximal realizado a la semilla completa de parota sometida a nixtamalización fueron; Proteína 21.7 %, Grasa Cruda 1.4 %, Fibra Cruda 9.8 %, Elementos Libres de Nitrógeno 53.5 %, y Cenizas Totales 3.3 %, con una Materia Seca de 89.7%. Los niveles obtenidos de Calcio y Fósforo fueron 1.74% y 0.46% respectivamente (Cuadro No.2).

DIGESTIBILIDAD "IN VITRO"

El coeficiente de digestibilidad "in vitro" obtenido en esta prueba, para la semilla completa de parota fue de 49% (Gráfica No. 1).

COMPUTO QUÍMICO

En el Cuadro No. 4 se muestra el contenido aminoacídico de la almendra de la semilla de parota reportada por Serratos (57) encontrando 17 aminoácidos incluyendo todos los esenciales y en el Cuadro No. 5 el contenido de los ingredientes proteicos utilizados en las dietas experimentales (Gráfica No.2).

Los aminoácidos limitantes calculados en la semilla de parota son los azufrados (metionina + cistina), triptófano y valina, cuyo cómputo químico fue de 28.29%, 72.0% y 81.6% respectivamente (Cuadro No.4, Gráfica No. 2)

PRUEBA BIOLÓGICA (PER)

CONSUMO DE ALIMENTO

Durante el período de prueba el grupo control presentó el mayor consumo promedio en gr. con 211.9*a*, seguido por el grupo parota + amaranto con un consumo de 149.47*b*, el grupo parota de 141.3*b* y finalmente el grupo Parota + Harina de Pescado 118.3*c*, ($P < 0.05$) (Cuadro No. 6).

GANANCIA DE PESO

La mayor ganancia de peso en gr. la presentó el grupo control con 24.4*a*, seguida del grupo parota + amaranto cuya ganancia fue de 17.6*ab*, el grupo parota + harina de pescado con una ganancia de 12.0*bc*, y teniendo la menor ganancia de peso en el grupo parota con 10.4*c*. (Gráfica No.3, Cuadro No.6). Al someter estos resultados al análisis estadístico mostró diferencia significativa ($P < 0.05$).

" PER "

El índice de eficiencia proteica "PER", fue de 1.17 para el grupo parota + amaranto, seguida por el control de 1.15, el grupo parota + harina de pescado con 1.03 y el grupo parota con un "PER" de 0.8 (Cuadro No. 6).

CUADRO NO. 2

**ANALISIS QUIMICO PROXIMAL
DE LA
SEMILLA COMPLETA DE PAROTA**

| | BASE HUMEDA % | BASE SECA % |
|----------------|--------------------------|------------------------|
| HUMEDAD | 10.3 | --- |
| MATERIA SECA | 89.7 | 100 |
| PROTEINA CRUDA | 21.7 | 24.2 |
| GRASA CRUDA | 1.4 | 1.56 |
| FIBRA CRUDA | 9.8 | 10.93 |
| CENIZAS | 3.3 | 3.7 |
| E.L.N. | 53.5 | 59.64 |

MINERALES

| | | |
|---------|------|------|
| CALCIO | 1.74 | 1.94 |
| FOSFORO | 0.46 | 0.51 |

CUADRO No. 3

**ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS INGREDIENTES
PROTEICOS UTILIZADOS EN LAS DIETAS
CONTROL Y EXPERIMENTALES**

| | * SEMILLA DE AMARANTO (%) | ** HARINA DE PESCADO (%) | ***NUTRICUBOS PURINA (%) |
|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| HUMEDAD | 10.2 | 5.2 | 11.0 |
| MATERIA SECA | 89.8 | 94.8 | 89.0 |
| PROTEINA CRUDA | 15.2 | 55.2 | 23.0 |
| GRASA CRUDA | 6.1 | 10 | 2.5 |
| FIBRA CRUDA | 4.8 | 1.3 | 6.0 |
| CENIZAS | 2.7 | 2.1 | 8 |
| E.L.N. | 61 | 22 | 49.5 |

* DATOS OBTENIDOS DE RUBIO D.M. Y PINEDO R.F.J. (1994).

** DATOS OBTENIDOS DE FEEDSTUFFS (FEB 20 19889) Vol. 61 No. 8

*** DATOS OBTENIDOS DE LA ETIQUETA COMERCIAL

CUADRO No. 4

AMINOGRAMA DE LA SEMILLA DE PAROTA

| AMINOACIDO | gr de aa/100 gr PROTEINA. |
|-------------------|--------------------------------------|
| ASPARAGINA | 10.54 |
| GLUTAMINA | 14.45 |
| SERINA | 4.57 |
| HISTIDINA | 3.98 |
| GLICINA | 5.45 |
| TREONINA | 5.44 |
| ARGININA | 5.77 |
| ALANINA | 4.04 |
| TIROSINA | 4.04 |
| METIONINA | .99 |
| VALINA | 4.08 |
| FENILALANINA | 3.85 |
| ISOLEUCINA | 4.11 |
| LEUCINA | 8.22 |
| LISINA | 7.82 |
| TRIPTOFANO | .72 |

FAO/WHO

gr de aa/100 gr proteína

| AMINOACIDO | PATRON |
|-------------------|---------------|
| ISOLEUCINA | 4.0 |
| LEUCINA | 7.0 |
| LISINA | 5.5 |
| MET + VAL | 3.5 |
| FEN + TIR | 6.0 |
| TREONINA | 4.0 |
| TRIPTOFANO | 1.0 |
| VALINA | 5.0 |

* DATOS OBTENIDO DE SERRATOS J.C. (1989)

CUADRO No.5

**CONTENIDO AMINOACIDICO
DE OTRAS FUENTES PROTEICAS**

gr de a.a./100 gr proteína

| <i>AMINOACIDO</i> | * | ** |
|-------------------|-----------------|--------------------------|
| | <i>AMARANTO</i> | <i>HARINA DE PESCADO</i> |
| ASPARAGINA | 7.9 | --- |
| GLUTAMINA | 14.9 | --- |
| SERINA | 7.3 | 4.23 |
| HISTIDINA | 3.0 | 3.46 |
| GLICINA | 10.7 | 8.27 |
| TREONINA | 5.1 | 4.43 |
| ARGININA | 7.3 | 6.34 |
| ALANINA | 6.6 | --- |
| TIROSINA | 1.9 | 3.25 |
| METIONINA | 3.3 | 2.62 |
| VALINA | 5.9 | 5.20 |
| FENILALANINA | 3.4 | 4.23 |
| ISOLEUCINA | 3.9 | 4.42 |
| LEUCINA | 6.2 | 7.50 |
| LISINA | 5.7 | 7.88 |
| PROLINA | 5.7 | 5.33 |
| CISTINA | --- | 1.04 |
| TRIPTOFANO | --- | 1.19 |

* DATOS OBTENIDOS DE SEGURA N. M. (1992).

** DATOS OBTENIDOS DE FEEDSTUFFS (FEB 20 1989) Vol. 61 No.

CUADRO No. 6

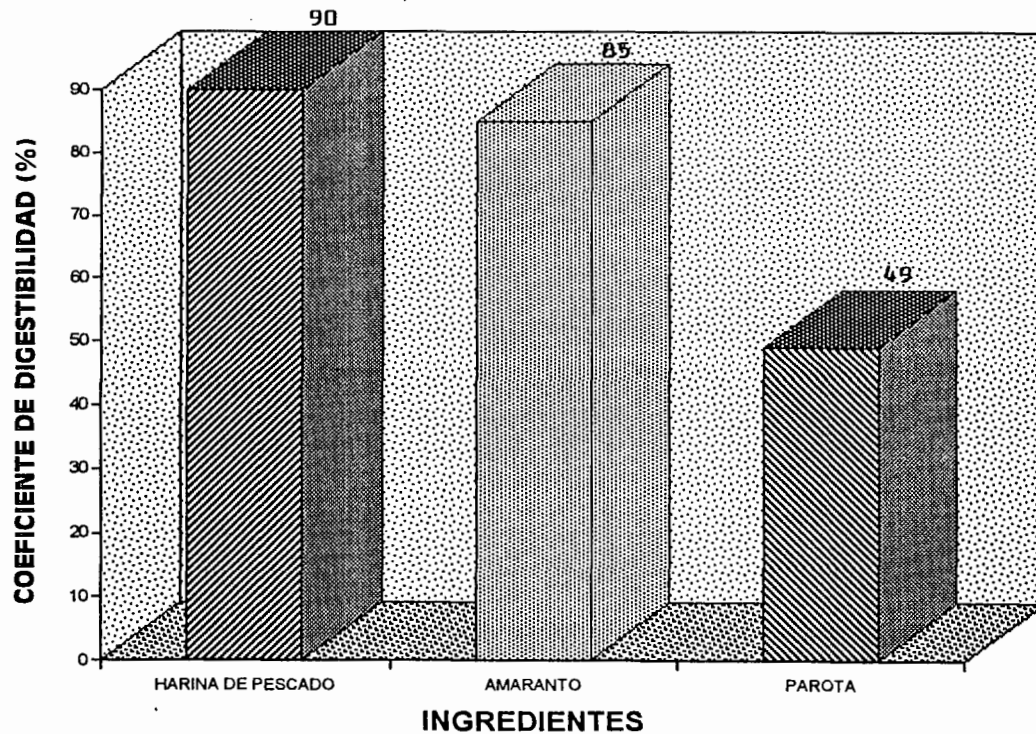
" P E R "

INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA

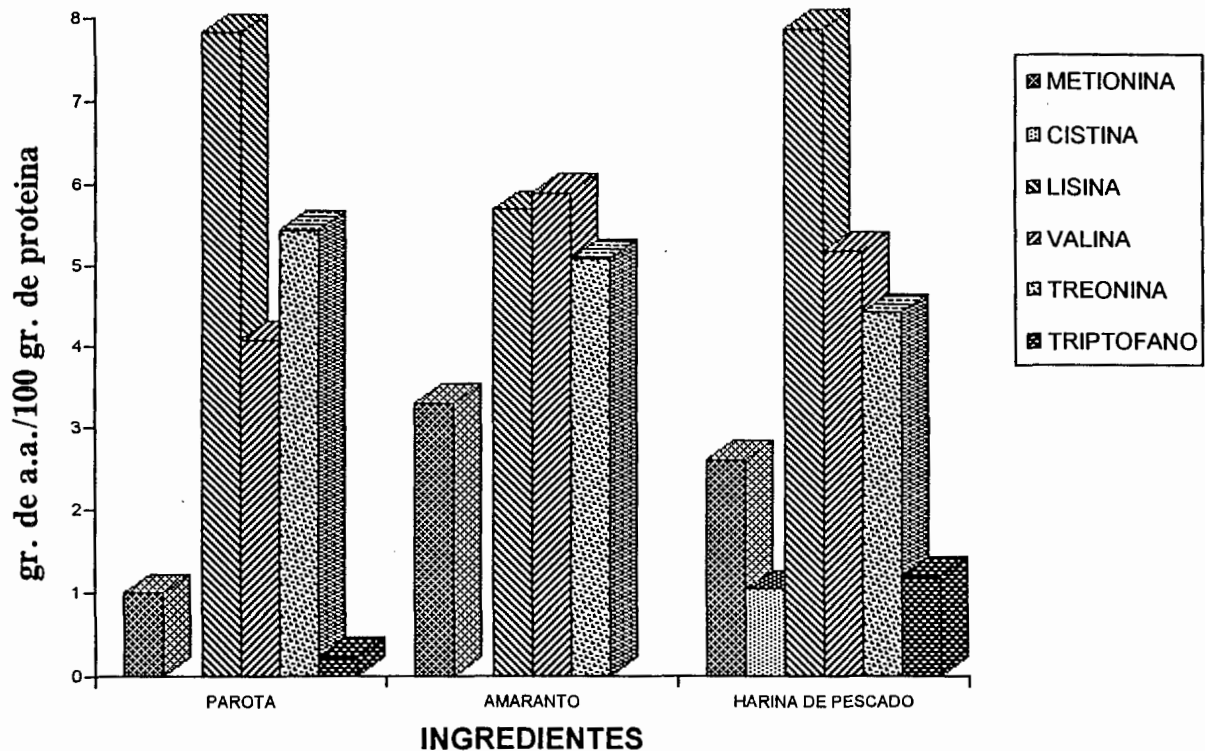
| DIETAS | CONSUMO ALIMENTO B. HUMEDA (gr) | CONSUMO ALIMENTO BASE SECA (gr) | PROTEINA BASE SECA (%) | GANANCIA DE PESO (gr) | PROTEINA CONSUMIDA (gr) | "P E R" |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------|
| PAROTA | 141.3b ±10.66 | 127.17 | 10.55 | 10.4c ±5.47 | 13.42 | 0.80 |
| PAROTA+ AMARANTO | 149.47b ±12.56 | 136.01 | 11.09 | 17.6ab ±3.60 | 15.08 | 1.17 |
| PAROTA+ H. DE PESC. | 118.3c ±13.67 | 106.47 | 10.88 | 12.0bc ±2.23 | 11.58 | 1.03 |
| CONTROL | 211.9a ±22.6 | 197.06 | 10.75 | 24.4a ±17.48 | 21.18 | 1.15 |

NOTA: a, b, c indican diferencia estadística (P<0.05)

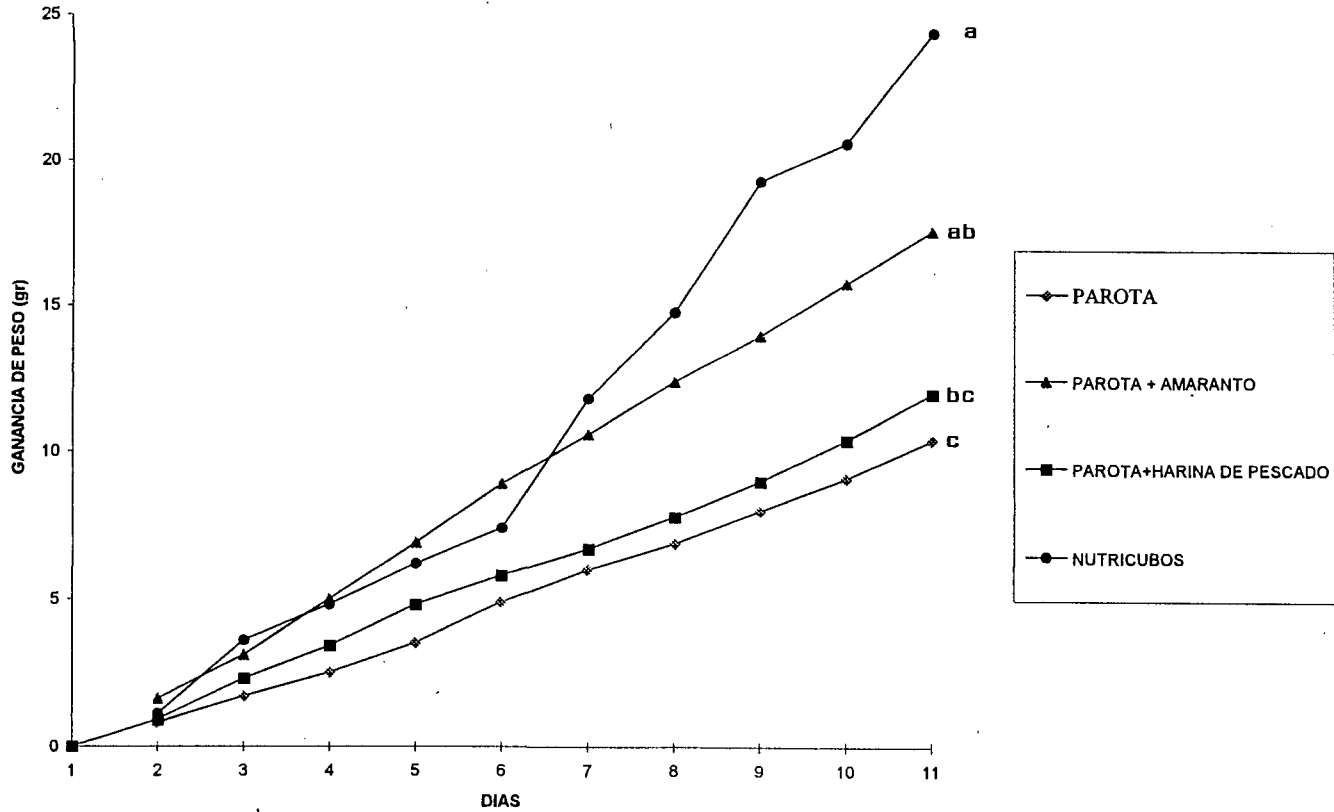
GRAFICA No. 1 DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LOS INGREDIENTES PROTEICOS



**GRAFICA No. 2 AMINOACIDOS LIMITANTES DE LA PAROTA
COMPARADA CON LAS OTRAS FUENTES PROTEICAS**



GRAFICA No. 3 CURVA DE CRECIMIENTO



DISCUSIÓN

Las semillas son los órganos donde se acumulan los principales elementos nutritivos tales como proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas etc... (22,62,66). Las leguminosas son ricas en proteínas (17 a 40%) y de mayor calidad dentro de las de origen vegetal, ya que están constituidas principalmente por globulinas y albúminas (hasta 90%) (68).

El contenido proteico encontrado en la semilla completa de parota fue 21.7%, Serratos reportó para la almendra de la semilla de parota en crudo 32.5% de proteína con ausencia de fibra y para la semilla completa en crudo de 26.3% de proteína y 4.9% de fibra. La diferencia entre estas (26.3 - 21.7%) se debe probablemente a diferencias entre la misma especie, (tipo de suelo, clima precipitación pluvial, fertilización etc...), o por el efecto causado por el tratamiento químico alcalino y temperatura, donde pudo haber ocurrido cierta hidrólisis de proteínas con pérdida de algunos aminoácidos (33,65).

El valor nutricional de las proteínas depende primordialmente de los aminoácidos esenciales y su biodisponibilidad (1,28,62,66), ya que durante el proceso de digestión las proteínas de los alimentos son hidrolizadas a aminoácidos, por lo que el requerimiento de proteína es fundamentalmente de aminoácidos. En el caso de las leguminosas que son ricas en lisina y pobres en contenido de metionina + cistina; lo que concuerda con los resultados mostrados en su aminograma (Cuadro No.4) (10,14,57).

Las proteínas de las semillas de parota se pueden considerar de aceptable calidad por su contenido de proteínas. El cómputo químico aplicado al aminograma reportado por Serratos de la almendra de la semilla cruda de parota mostró que los aminoácidos limitantes son en primer término metionina + cistina (28.29%) seguidos por triptófano (72.0%) y valina (81.6%).

Por lo que las semillas de parota pueden emplearse en la alimentación animal en combinación con otros ingredientes como el amaranto (proteína de origen vegetal) o harina de pescado (origen animal) entre otros con el objeto de complementar sus aminoácidos deficientes.

El coeficiente de digestibilidad proteica "in vitro" de la semilla completa de parota (49%) fue similar que la reportada por Serratos en la almendra de parota (59.63%) cuya digestibilidad esta reportada en materia seca. La diferencia encontrada en la semilla completa de parota puede ser a que contiene aproximadamente de 10 - 11% de fibra cruda y la almendra carece de esta cutícula (5,6,19,55,57) (Cuadro No.2).

Los factores antinutricionales en la semilla de parota probablemente no constituyen un obstáculo para su utilización ya que estudios realizados anteriormente mencionan que al someterlos a ciertos tratamientos como, cocción simple, presión o nixtamalización 5% de Ca(OH)_2 ; disminuyen su concentración con su consecuente baja de toxicidad. Sin embargo es necesario realizar otros trabajos que complementen esta información (2,40,42,47,57,71).

En la prueba biológica el grupo control fue el de mayor consumo de alimento y ganancia de peso, pero el "PER" fue ligeramente menor al grupo parota + amaranto, lo que indica probablemente que la calidad de la proteína empleada para este alimento comercial tiene similar calidad proteica, lo que sugiere un adecuado balance de aminoácidos en este grupo (parota + amaranto).

Se han realizado pruebas biológicas en aves, Mejía (1984) y Serratos (1989), utilizando la harina de parota a diferentes niveles de inclusión (0,5,10,20 %) en base a una dieta sorgo - soya, observando en ambos trabajos un mayor consumo de alimento y ganancia de peso en el grupo control y en los grupos de menor nivel de inclusión, no encontrando diferencia estadística significativa; mientras que la mejor conversión alimenticia fue para el grupo de mayor inclusión (46,57).

El grupo experimental alimentado con dieta de parota + harina de pescado muestra por su "PER" ventaja sobre el grupo compuesto únicamente por semilla de parota, sugiriendo nuevamente cierto balance de aminoácidos, aunque no la esperada quizá porque la proteína de pescado no fue de óptima calidad o porque faltó mayor nivel de sustitución de este ingrediente en la dieta.

Los mejores resultados en el "PER" de las dietas experimentales se encontraron en el grupo parota + amaranto, lo cual sugiere una buena combinación entre leguminosas y cereales al suplementar su contenido aminoacídico, ya que probablemente el amaranto posee los aminoácidos complementarios para la parota, azufrados (metionina + cistina), triptófano y valina (1,3,4,10,21,26,32,38,56) (Cuadro No.5).

El PER no mostró diferencia significativa entre los grupos el control y el de la parota + amaranto, pero si en la ganancia de peso y consumo de alimento siendo mayores en el grupo control, lo que sugiere que la combinación experimental (parota + amaranto) resulto ser la más óptima.

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 su follaje puede emplearse como forraje en tiempo de estiaje (2,8,29,35,57,62).

Por los resultados obtenidos, se puede considerar que la semilla de parota es un ingrediente proteico de aceptable calidad, siempre y cuando su contenido aminoacídico sea balanceado con otras fuentes proteicas como amaranto y harina de pescado entre otros o con aminoácidos sintéticos representando una buena alternativa en la alimentación animal. Con esto pueden reducirse los costos de producción al utilizar los recursos autóctonos vegetales en sustitución de los alimentos convencionales, y promover su explotación para mejorar el medio ambiente con su vegetación y enriquecimiento de los suelos.



BIBLIOTECA CENTRAL

CONCLUSIONES

- 1.- El contenido de proteína de la semilla de parota (21.7%) lo convierte en un ingrediente proteico no convencional.
- 2.- La digestibilidad proteica "in vitro" de la semilla de parota de 49% es similar a la reportada en la familia de las leguminosas.
- 3.- El cómputo químico muestra que los aminoácidos limitantes son metionina + cistina, triptófano y valina.
- 4.- El índice de eficiencia proteica "PER" resultante indica cierta deficiencia en la calidad de la proteína presente en la semilla de parota. Este factor puede mejorarse por la adición de sus aminoácidos limitantes, ya sea en forma sintética o por medio de la combinación con otros ingredientes como cereales o harina de pescado.
- 5.- La dieta experimental más eficiente fue la combinación parota + amaranto.
- 6.- La semilla de parota es un recurso autóctono vegetal de calidad nutricional aceptable que puede ser utilizado con buenos resultados en la formulación de raciones alimenticias para el consumo animal.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AGUILAR C.A., ZOLIA C.: Plantas tóxicas de México. Unidad de Investigación Biomedica en Medicina Tradicional; y Herbolaria del IMSS. México. 46. 1982.
- 2.- ALFONSO A.H.: Algunas consideraciones sobre plantas tóxicas para los animales domésticos (Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria). (CENSA). San José de las Lajas. 26. (1988).
- 3.- ALMARAZ A.N.: Propagación del nogal (*caryaillinoensie koch*) por medio de la técnica de cultivo de tejidos, Simposium Internacional sobre Biotecnología y Bióingeniería. Durango. Dgo. Junio 23-26 (1987)
- 4.- A.O.A.C. : Official methods of analysis, 11 th ed, Asocciation of official analytical chemists. Washington, D.C.; USA. (1970).
- 5.- ARREOLA D.M.: Ensayo de aprovechamiento de forraje del *Enterolobium cyclocarpum* o Parota como Forraje para Rumiantes. Utilizando como modelo ganado caprino. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Universidad de Guadalajara. Guad. Jal. Méx. 1976.
- 6.- BADUI D.S. : Química de los Alimentos. Ed. Alhambra-Universidad. México, 1981.403-423.
- 7.- BARRALES D.J.S., GARCIA R.J. y MESTIZA H.C.: Influencia de la distribución de la precipitación pluvial sobre el desarrollo de Amarantho. (*Amaranthus hipochondriacus* L.). Rev. Chapíngo 77 año XVI. 66-70. (1992).
- 8.- BOURGES H.: Nutrición y Alimentos. Su Problemática en México. Edit. CECSA pp. México. 1986.79-84
- 9.- BORKART. A.: Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. ACME AGENCY, Buenos Aires. 1943.
- 10.- BRESSANI R., JARQUIN R., ELIAS L.G., y BRAHAM J.E.: Análisis Químico de la Harina de Almendra de Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y su Evaluación Biológica en Ratas y Pollos. Ed. Turrialba 16. México. 1966. 6, 330 -339.
- 11.- CALABOTA D.F.: Biodisponibilidad de nutrientes en harina de pescado 1. Rev. Tec. Avipec. 14: 10-12. (1989).
- 12.- CASTAÑEDA E.C. : Investigación y crisis alimentaria. Ciencia y Desarrollo (CONACYT). pags. 13-58. (1984).

- 13.- CERVANTES S.J.M.: El Amarantho recurso forrajero mexicano no aprovechado. Estudio Recopilativo Veterinaria. Rev. Vet. Méx. Vol. XVII Octubre-Diciembre #4. 289-296. (1986)
- 14.- CIFUENTES, L.J.L., TORRES G.P. y FRIAS M.N. : El Océano y sus Recursos IX. La Pesca 1a Ed. Fondo de la Cultura Económica. México. D.F. 1989.
- 15.- CLARKE H.E., COATES M.E., EVA J.K., FORD D.J., MILHER C.K., O'DONOGHUE P.N., SCOTT P.P., & WARD R.J.: Dietary standards for laboratory animals. report. of the laboratory animals centre. Diets Advisory Committee. Laboratory Animals II 1-28 (1977).
- 16.- CONTRERAS S.: Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. Arch. Latinoamer. Nutr. 23. 251-259 (1973).
- 17.- CORDERO, J.M.: Digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS) de hojas de capomo, higuera y parota. Tesis de licenciatura. Esc. De Agric. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 1984.
- 18.- CHAGOLLA A.: Purificación y caracterización de los inhibidores enzimáticos presentes en semillas de amarantho. (*Amaranthus hypochoeroides*). XVIII Congreso Nacional Sociedad Mexicana Bioquímica A.C. San Luis Potosí: 122 (1990).
- 19.- CHAVEZ A.: México Hoy, Nutrición, Problemas y Alternativas. Edit. Siglo XXI México. 1983. 220-229.
- 20.- CHAVEZ A.J.L.: Potencial económico de especies vegetales de zonas áridas. Rev. Cienc.y Desarr. No.55, 94-106. (1984).
- 21.- DOMÍNGUEZ A.J. y FRANCO R: Plantas medicinales de México XXXV Estudio químico de la corteza y fruto del guanacaste. Parota o *Enterolobium cyclocarpum*. Jacq., Una leguminosa. Rev. Latinoamer. Quím. Monterrey. N.L. 10,46-48 (1979).
- 22.- DORADO R.O.R.: La subfamilia mimosoide. Tesis de licenciatura. INST. DE BIOL. Universidad Nacional de México. México D.F. 1983.
- 23.- ESPEJEL I. y MARTINEZ E.: "El guanacaste". Inireb Informa. Comunicado.33 Xalapa Ver. Méx. (1979)
- 24.- ESPITIA R.E.: Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en Alegría. Tesis de Maestría. COL. POSTGR. Universidad Nacional de México. México D.F. 1991.
- 25.- ESTRADA F.E.: Leguminosas silvestres de valor alimenticios. Boletín Informativo. U de G. Guadalajara, Jal. (1986).

- 26.- FAO : Las leguminosas en la nutrición humana pp. 14-48 (1964)
- 27.- FAO: World Health. Organization Expert. Groon Energy and protein Requeriments. FAO. Nutrition Meet Report. serie No. 52 y 522. (1973).
- 28.- FEEDSTUFFS. : Febrery 20, Vol.60, No.37, 1989.
- 29.- GÓMEZ P.A.: Los recursos bióticos de México (Reflexiones). Inireb-Alhabra. Xalapa Ver. Méx. (25-29).
- 30.- GONZÁLEZ de C.M.: Especies vegetales de importancia económica de México. Ed. Porrua. México 1984. 110.
- 31.- GONZÁLEZ D.C.: Estudio bioquímico de la Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Tesis de Licenciatura. ESC. NAL. DE BIOL. Instituto Politécnico Nacional. 1942.
- 32.- GONZÁLEZ E.E.: El trópico mexicano y la ganadería. Problemas y alternativas. Inf. Cient. y tecnol. 7 (111). 45-47. (1985).
- 33.- HERNÁNDEZ M. de la V.A. y SOTELO A.: Determinación de la digestibilidad proteica "in vitro" e "in vivo" en cereales y leguminosas crudos y cocidos. Archivos Latinoamer. de nutrición vol. XXXIV No. 3. 513-522. (1984).
- 34.- HERNANDEZ R.J.: Los aminoácidos precursores en la nutrición temprana. Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 73; 69-82. (1987).
- 35.- HUERTA C.M.: La parota *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb como recurso forestal de la zona cálido - húmedas en Jalisco. Tesis de licenciatura. Fac. De Agronomía. Universidad de Guadalajara. Guad. Jal. Méx. 1984.
- 36.- Inventario Nal. Forestal. Subdirección Forestal S.A.R.H. 256. (1970).
- 37.- ISAAC V.M.L.: Determinación de la relación de eficiencia proteica (PER) de un pulverizado de pescado obtenido por hidrólisis electroquímica experimental. Tesis de licenciatura. Fac. De Med. Vet. y Zoot. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jal. 1990.
- 38.- JANZEN D.H.: *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses costa rica plistoce seed dispersal agent. ecology 62; 593-601. (1981).
- 39.- JANZEN D.H.: Guanacaste tree-swallowing by Costa rica Range Horses. Universty of pensilvania. Penn. Pha/ U.S.A. 62,587-592.(1981).
- 40.- JURADO C.R.: Toxicología Veterinaria, 2da. Ed. Edit. Salvat. Barcelona. 1989. 128-132.

- 41.- LÓPEZ M.M. del C.: Estudio analítico de la semilla de *Amaranthus paniculatus* (Alegria). Tesis de licenciatura. Esc. Nal. De Cienc. Quím. Universidad Nacional de México. México, D.F.. 1938.
- 42.- LÓPEZ R.M.D.: Laboratorial de substancias tóxicas en leguminosas antes y después de tratamientos térmicos y químicos. Tesis de licenciatura. Fac. De Med. Vet. Y Zoot. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jal. 1993.
- 43.- MARTÍNEZ M: Plantas Útiles de la Flora Mexicana. Ed. Botas. México. 1959. 279-282.
- 44.- MARTÍNEZ M.: Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas, Edit. F.C.E. México. 1966. 385.
- 45.- MASIU G., GUZMAN J., y CRAVIOTO R.: Contenido en aminoácidos indispensables en algunas semillas mexicanas. Ciencia 10; 1424. (1950).
- 46.-MEJIA U.R.: *Enterolobium cyclocarpun* como ingrediente en raciones para pollos de engorda y la posible acción de la pigmentación. Tesis de licenciatura. Esc. De Agric. Universidad de Guadalajara. Guad. Jal. México. 1984.
- 47.- MENDIETA R.M. y del AMOR S.: Catálogo de las Plantas Medicinales del Estado de Yucatan. Inireb-cecsa. México. 1984.143.
- 48.- National Academy of Science. Tropical Legumess Resource for the future . U.S.A. 200-201. (1979).
- 49.- PENHINTON T.D., y SARA KHAN.: Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO. México. 170-171. (1968).
- 50.- RUBIO D.M. y PINEDO R.F.J.: Comparación de los porcentajes de proteína digestible en Amarantho (*Amaranthus* spp) Sometido a tres niveles de procesamiento térmico. Tesis de licenciatura. Fac. DE Agronomía. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jal. 1994.
- 51.- RUIZ D.M.F.: Recursos Pesqueros de las Costas de México. 2da. Ed. Limusa. México D.F. 1985. 9-23
- 52.- RZEDOWSKI J.,M.C. y VAUGH R.: La Vegetación de Nueva Galicia Contributum from the University of Michigan Herbarium . Edit. M.C. Vaugh, R. México. 19669.16-17.
- 53.- RZEDOWSKI.J.: Vegetación de México. Edit. Limusa. México. 1986. 182-187.

54.- SAENZ R.J.A., y FOORNIER O.L.A.: *Enterolobium cyclocarpum*. Un nuevo hospedero para *Ravenalia Lagermiana* (Lagerheimiana). (Jacq) Griseb., *Diet.* 32. San José Costa Rica. 333-336. (1982).

55.- SAUNDERS R.M., CONNOR M.A., BOOTH A.N., BICCKOFF E. M., Y KOHLER G.O.: Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by in vivo and methods. *J. Nutr.* 103: 503-535 (1973)

56.- SEGURA N.M., VÁZQUEZ S.N., RUBIO V.H., OLGUIN M.L. E., RODRÍGUEZ N.C.E. and HERRERA E.L.: Characterization of Amaranth (*Amaranthus hypocondriacus* L.) seed proteins. *Rev. Journal of Agricultural food Chemistry*. No. 40. CIATE Irapuato. México. 1553 - 1558. (1992).

57.- SERRATOS A.J.C.: Utilización de semillas de Parota para la alimentación humana. Tesis de Maestría. Esc. De Graduados. Universidad de Guadalajara. Guad. Jal. México. 1989.

58.- SERRATOS A.J.C.: Principales factores antinutricionales y biódisonibilidad de las semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Primer Congreso Nacional de Investigaciones de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencia del Mar. (1990).

59.- SÍNTESIS GEOGRÁFICA DE JALISCO: Sec. Prog. y Pres. México. D.F. 157 (1981).

60.- SOLIS M.J.A.: Leguminosas de Chámela Jal. Tesis de licenciatura, INST. DE Biol. Universidad Nacional de México. México. D.F. 1980.

61.- SOLORZANO A.R.: Frutos silvestres tropicales para alimentar el ganado . Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 1942.

62.- SOTELO A.: Chemical compositio and toxic factors contet of, sixteen leguminous seeds. (II), Quart j. crude Drug Rev. 18 (1): 9-16 (1990).

63.- SOTELO A., LUCAS B, UVALLE A. y Giral F.: Leguminosas silvestres, reserva de proteína para la alimentación del fruto. INF. CIENT. TEC. 3, 28, 32.

64.- STANISLAVS J.: Toxic Constiturnts of Legume Forage Plants. Economic Botany 35 (3) . 321-355 (1981).

65.- TANKSLEY T.D., BAKER D.H., y LEWIS A.J.: Proteínas y aminoácidos para cerdos. Asoc. Americana de la Soya. 01/88 (1988).

66.- TEJADA de H.I.: Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México. A. C. México. 1985 . 56-62 y 85-88.

67.- TEJADA, de M.I. : Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal. A.C. México. 1992. 88-89, 336-367.

68.- TEPOSTE R.S.L.: Efectos de una dieta a base de la almendra cocida de parota (*Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Griseb). En el desarrollo y crecimiento de la rata. Un estudio morfológico e histológico del cerebelo. Tesis de licenciatura. Fac. De Ciec. Biol. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jal. 1992.

69.- TORO C.A. del y TORO C.C. del: Evaluación de 15 líneas de *Amaranthus* spp. en dos localidades de los valles centrales de Oaxaca. Tesis de licenciatura. Fac. De Agronomía. Universidad de Guadalajara, Guadalajara. Jal. 1987.

70.- WATSON C.V.: Administrador Asistente del Centro Científico Tropical de San José Costa Rica. (Comunicado Personal). (1987).

71.- ZERIN. S.: Diagrama de flujo del acondicionamiento y tratamiento térmico a la Parota. Instituto Nacional de la Nutrición. Departamento de Producción Animal. Tesis de Licenciatura. Fac. De Cienc. Q.F.B. Universidad de Motolinia. 1981.