

1992

REG. No. 080659032

# Universidad de Guadalajara

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



EFFECTOS DE UNA DIETA A BASE DE LA ALMENDRA COCIDA DE  
PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum* (Jack) Griseb) EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA RATA. UN ESTUDIO  
MORFOLOGICO E HISTOLOGICO DE CEREBELO.

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

SANDRA LETICIA TEPOSTE REYES

---

GUADALAJARA, JALISCO, JULIO DE 1992

---

EFFECTOS DE UNA DIETA A BASE DE LA ALMENDRA COCIDA DE PAROTA  
( Enterolobium cyclocarpum ( Jack ) Griseb ) EN EL CRECIMIENTO Y  
DESARROLLO DE LA RATA. UN ESTUDIO MORFOLOGICO E HISTOLOGICO DE  
CEREBELO.

PROYECTO DE TESIS

Presentado por la pasante en Lic en Biología

SANDRA LETICIA TEPOSTE REYES

DEDICATORIA

CON TODO MI AMOR Y CARINO PARA QUIEN ME DIO LA VIDA, A QUIEN  
ADMIRO Y AGRADESCO EL GRAN APOYO Y AYUDA PARA LLEVAR A CABO ESTE  
TRABAJO Y CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD .

PARA TI PADRE  
CON CARINO Y ADMIRACION

GRACIAS POR CREER EN MI

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES.

CON CARINO Y ADMIRACION

AL M EN C GENARO GABRIEL ORTIZ

MI ETERNO AGRADECIMIENTO POR SUS VALIOSAS  
ENSEÑANZAS Y APOYO CONSTANTE, DESINTERESADO.

A TI

QUE CON TU VALIOSA AYUDA  
HE LOGRADO LO QUE HOY ES  
UNA REALIDAD.  
REQUIEM.

A MIS AMIGOS Y PARIENTES

GRACIAS POR SU CONFIANZA Y AYUDA

## INDICE

Introducción	1
Planteamiento del Problema	14
Hipótesis	15
Objetivos Generales	16
Objetivos Particulares	16
Material y Método	17
Resultados	22
Discusión	37
Conclusiones	41
Bibliografía	42

## INDICE DE ABREVIATURAS

C.D. ....	Coficiente de Desarrollo.
C.G.E. ....	Capa Germinal Externa.
C.M. ....	Capa Molecular.
C.C.P. ....	Capa de Células de Purkinje.
C.G.I.....	Capa Granular Interna.
SNC .....	Sistema Nervioso Central.
DNA .....	Acido Desoxiribonucleico.
RNA .....	Acido Ribonucleico.
HE .....	Hematoxilina y Eosina.

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Inhibidores nutricionales presentes en la semilla de <u>E. cyclocarpum</u>	11
2	Vitaminas presentes en la semilla de pa rota	11
3	Composicion quimica de la semilla de pa rota	12
4	Tipos de Carbohidratos y su concentracion	12
5	Aminoacidos	13
DIAGRAMA 1		20
ESQUEMA 1		21
CUADRO		
1	Comparativo de Crecimiento somatico y encefalico	28
FIGURA		
1	Peso cerebelar de animales testigos y experimentales alimentados con <u>E.</u> <u>cyclocarpum</u>	29
2	Relacion entre peso Encefalico y peso somatico de animales testigo y experi- mental alimentados con almendra cocida de <u>E. cyclocarpum</u> .	30
3	Coefficiente de desarrollo para peso so- matico, encefalico y cerebelar en ratas alimentadas con la almendra cocida de <u>E.</u> <u>cyclocarpum</u>	31

## FIGURA

## PAGINA

4	Desaparicion de la CGE en corteza cerebe- lar en animales testigo y experimental	32
5	Grosor de la CM en corteza cerebalar en -- animales testigo y experimentales	33
6	Grosor de la CGI en corteza cerebalar en - animales testigo y experimentales	34
7	Fotomicrografias de corteza cerebalar en -- animales testigo y experimentales	35
8	Fotomicrografias de corteza cerebalar en - animales testigo y experimentales	36



## INTRODUCCION

### LAS LEGUMINOSAS COMO UN ALIMENTO ALTERNATIVO.

Los productos vegetales con alto contenido proteínico aparecen como la alternativa más interesante para ayudar a resolver el problema económico de la alimentación, debido a su bajo costo. En países como México, donde las principales fuentes de proteína son los cereales y leguminosas, se les ha dado poca importancia a estas últimas debido a que no se tiene información precisa sobre la importancia de las leguminosas para la alimentación humana y animal, sin embargo de las plantas que naturalmente crecen existen muchas leguminosas con valor proteico que son promisorias como complemento alimenticio ( Serratos A. J., 1989 y Aguilar J. y G.F. Alatorre, 1978 ).

Las proteínas vegetales de mayor calidad son las leguminosas ( Michel H.S y H.J. Rynbergen, 1980 ) contienen principalmente globulinas ( hasta un 90% ), pero también hay albúminas (Horborne J.B. y col., 1971 ),son ricas en proteínas ( 17 % a 40 % ), y aunque éstas sean las de mayor calidad por lo general tienen escasos aminoácidos azufrados: metionina y cisteina, pero buena cantidad de lisina ( Sotelo A., 1981 ).

La familia de leguminosas comprende más de 13,000 especies. En América existen alrededor de 4,000 de las cuales se han registrado en México 1,500 especies ( Sotelo A., 1981 ), entre éstas esta la parota ( Enterolobium cyclocarpum ) como una de las más notables.

## LA PAROTA

Son vegetales de larga vida y de fructificación tardía, la floración se produce de Febrero a Mayo y la fructificación de Abril a Junio ( McVaugh R., 1987 ), durante este tiempo se pueden recolectar más de 300 Kg del fruto por árbol ( Serratos A. J., 1989 ).

El máximo crecimiento de E. cyclocarpum se produce en regiones con menos de 1,200 mts. sobre el nivel del mar (Mc Vaugh R., 1987 ). Su habitat corresponde al bosque tropical subdeciduo propio de zonas cálidas húmedas (Rzedowski J. 1986 ). Se le localiza desde el noreste de Sudamérica, Cuba, Jamaica, Centroamérica hasta México ( Hughes C.E. y B.T. Styles, 1984 ) donde se le 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 ( Martínez M., 1959 y Rzedowski J., 1986 ).

En el estado de Jalisco no se tiene la información exacta de la distribución de parota, pero sin embargo por información obtenida al azar resulta evidente que existe una cantidad importante de estos árboles ( Serratos A. J. 1989 ).

Esta planta es conocida popularmente con varios nombres entre los más conocidos en Jalisco tenemos guanacaste y parota ( Niembro-Roca A., 1986 y Díaz, J.L., 1976 ).

### USOS COMO ALIMENTO ANIMAL Y HUMANO.

Se han hecho estudios sobre consumo y digestibilidad del fruto de la parota en diferentes especies animales consideradas

como consumidores naturales del fruto. Entre dichas especies tenemos: al caballo (Equidae: Equus caballus), que puede digerir tan solo una pequeña parte de las semillas totales del fruto (Janzen D.H., 1981 a y Janzen D.H., 1981 b); los bovinos (Bos taurus) quienes ingieren buena cantidad de las semillas del fruto, mas no son capaces de digerir gran parte del material, ya que defecan hasta el 83% de las semillas enteras (Janzen D.H., 1981 a y Janzen D.H., 1981 b), el tapir (Tapiru boardi) muestra un fenómeno parecido a las especies anteriores (Janzen 1981 c) esto debido a la dureza de la semilla (Janzen D.H. y M. Higgins, 1979). Por otro lado las semillas duras y las semillas recién germinadas son una excelente dieta completa para el ratón (Liomys salvini (Heteromyidae)) sin embargo son letales para la rata (Sigmodon hispidus (Cricetidae)), esta última puede vivir tan sólo por 10 días con perjuicio a su salud después de una dieta a base de E. cyclocarpum germinada y aún hervida (Janzen D.H., 1981 b).

En la ganadería, las vainas de E. cyclocarpum son altamente aprovechadas por bovinos, caprinos y equinos, ya sea directamente en el suelo, cuando el árbol las tira en la temporada seca o mediante una colecta moliéndose posteriormente para la obtención de harina (Susano H. R. 1981).

Otra forma de uso para el ganado es cuando se cuecen los frutos, aumentando de esta manera la biodisponibilidad para los animales rumiantes (Sotelo A., 1981).

El fruto es usado también como alimento típico para el hombre, en algunas regiones los nativos almacenan y consumen las semillas, éstas pueden utilizarse en diversas formas ya sea tostadas o después de una simple cocción, también se consumen los frutos en forma de legumbre para preparar sopas, así como es posible agregar en otros alimentos el homogenado de las almendras de la parota ( Sotelo A., 1981 y Serratos A.J., 1989 ) y combinarlas con otros alimentos. En ciertas áreas se convierte en un sustituto del frijol y maíz cuando hay escasez de estos productos ( Serratos A. J., 1989 ).

#### INHIBIDORES NUTRICIONALES.

En general tendemos a desatender el hecho de que hay sustancias tóxicas en la mayoría de las plantas que utilizamos como alimento incluso en las corrientes ( Lindener E., 1984 ) sin tomar en cuenta la existencia de un gran número de sustancias tóxicas que son consideradas como inhibidores nutricionales ( Hernández M., 1975 ), los cuales en su mayoría se destruyen por cocción y no provocan trastornos secundarios en el hombre ( Serratos A. J., 1989 ).

En las diferentes variedades de leguminosas existe un gran número de sustancias tóxicas, por ello las leguminosas para su consumo se clasifican de acuerdo a Hernández M. ( 1975 ) en:

- 1.- Las que producen pérdida de peso y muerte de los animales de experimentación en un lapso aproximado de 2 a 3 semanas , un ejemplo se tiene en el frijol.

2.- Las que producen crecimiento moderado que no obstante es mejor si se consume en forma cocida, por ejemplo la soya.

3.- Las que resultan sin efecto aparente en cuanto a crecimiento de animales si ellas se utilizan en forma cruda o cocida por ejemplo el garbanzo.

Entre los factores antinutricionales presentes en las leguminosas tenemos: inhibidores de tripsina, hemaglutininas, glucósidos cianogénicos, saponinas y alcaloides. De los cuales conocemos que su contenido en la semilla de parota son muy bajos ( tabla No.1 ), ( Serratos A. J., 1989 ). Por ejemplo los inhibidores de tripsina alcanzan 4.82 UTI/mg de muestra, muy bajas en comparación con los valores encontrados en la soya 100 UTI ( Serratos A. J., 1989 ).

Ademas la parota contiene grandes concentraciones de saponinas ( Niembro-Roca A., 1986 ), y se han identificado por lo menos tres sustancias tóxicas en la semilla ( Tabla 1 ).

#### COMPOSICION NUTRITIVA

En uno de los primeros estudios bromatológicos publicados, ( Leung Woot-Tsuew., 1964 ) realizados a la semilla seca de E. cyclocarpum se pudo constatar el alto valor proteínico de éstas ( 31.3% en 100 mg de porción comestible ), además de valores óptimos de carbohidratos ( 60.2 % ) y valores bajos de grasas ( 3.9 % ). Esta publicación incluye datos relativos al contenido de algunas vitaminas ( tabla 2 ) donde se observan pobres concentraciones en ac. ascórbico y vitaminas A activa.

Después de estos resultados se publicaron otros bajo diferentes condiciones: fruto completo, semilla seca y almendra cruda. De todos ellos cabe referir con especial interés los estudios hechos recientemente por Juan Carlos Serratos ( 1989 ), quien analizó la almendra cruda. En el trabajo se reporta la composición química de la almendra en base seca y húmeda ( tabla 3 ), el análisis de los diferentes tipos y concentraciones de carbohidratos presentes en la almendra ( tabla 4 ). Además de analizar el contenido de 12 aminoácidos ( tabla 5 ).

Se tienen reportes previos acerca del contenido de aminoácidos en la semilla, en los cuales se observa una notable variación en sus concentraciones. Estos diferentes resultados son debido a que se han obtenido proteínas con diferente grado de pureza extraídas de la semilla, así como tipo de suelo, clima, laboreo de las tierras, del sitio de recolección, etc. Este tipo de condiciones influyen no solo en el contenido de aminoácidos sino también en la concentración de todos sus nutrientes ( Odum P.E., 1985 y Serratos A. J., 1989 ).

#### MODELOS DE EVALUACION CUALITATIVOS DE ALIMENTOS.

La evaluación de proteínas y de otros valores nutritivos de alimentos generalmente se realiza de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con determinar la concentración y cantidad de nitrógeno y aminoácidos, prosigue a una serie de mediciones químicas específicas y al final una buena prueba biológica, la cual tiende a estimar los resultados obtenidos. Los

inconvenientes encontrados en los procedimientos de evaluación con animales experimentales son inherentes en los diferentes métodos utilizados, ya que la habilidad de un alimento al cumplimiento de sus necesidades de proteína y de nutrientes esta en función de la cantidad de estos en el alimento y su calidad nutritiva. El propósito de los animales de experimentación en los métodos de evaluación es determinar la calidad nutritiva es decir una cuantificación nutricional cualitativa como una característica de una prueba de proteína ( Pellett P. y B. Young, 1980 ).

#### MODELOS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA.

Para evaluar las distintas manifestaciones consecuentes a la desnutrición se utilizan diferentes modelos animales, los cuales tienen como objeto la restricción de ciertos nutrientes en tiempos específicos durante la ontogénia de un organismo ( Forbes y col., 1977 ).

Hasta el momento , se han propuesto varios modelos, tales como aumento en el número de crías en la camada, separación de las madres durante la lactancia por periodos definidos de tiempo, restricción dietética aplicada a la madre en gestación y lactancia ( ya sea en la ingestión de volumen total de alimento o a un ingrediente específico presente en la dieta ), y por último interrupción del flujo sanguíneo a los fetos ( Vega F. y col., 1982 ).

#### RESTRICCIÓN DIETÉTICA Y EL CEREBELO

Bajo condiciones de mala alimentación se tienen reportes de problemas de peso corporal en crias mal nutridas con respecto a otras nutridas normalmente ( Clos J., y Col., 1977 y Taylor J.B., y col., 1986 ). Esto es debido a que durante la gestación se provoca disminución en la recepción de nutrientes por parte del feto, y el Sistema Nervioso Central ( SNC ) es uno de los más afectados ( Forbes W.B.A., y col 1978 ). Algunas regiones del SNC son mas vulnerables que otras dependiendo de la susceptibilidad local, el grado de deficiencia, así como el tiempo efectivo de malnutrición ( Wallingford J.C. y col.. 1980 ), resultando ser el cerebelo uno de los órganos mas dañados cuando se tienen condiciones que interfieren con el crecimiento fetal y el desarrollo posnatal inmediato ( Wallinford J.C. y col., 1980 y Hilman D.E. Y S. Chen, 1981 a ) ya que las células de la corteza se forman después del nacimiento en mamíferos y la sinaptogénesis es un fenómeno posnatal en ratas ( Altman J., 1972 b ).

Para cuantificar las distintas manifestaciones consecuentes a la desnutrición en el cerebelo se realizan pruebas morfológicas histológicas, bioquímicas y de comportamiento (Balazs R. y A. J. Patel, 1973,; Del angel A.R. y col., 1974 ; Fraňkova S., 1977 y Hillman D.E. y S., Chen 1981 a y b ).

#### PRUEBAS MORFOMETRICAS

En pruebas morfométricas realizadas a ratas con desnutrición proteica el peso y el tamaño del cerebelo de sus crias es menor que el de las ratas normales, alcanzando su mayor diferencia ( 25.5 % ) a los 17 días de edad posnatal ( Griffin



#### PRUEBAS HISTOLOGICAS

En un estudio realizado por Hillman y S. Chen ( 1981 a ), se cuantificó el volumen de 3 capas del cerebelo de ratas mal nutridas ( capa granular, molecular y mielinizada ) y se notó una marcada reducción: la capa molecular se encontró en un 17 % menor de grosor en ratas mal nutridas con respecto a las ratas bien nutridas, mientras que tuvieron una disminución de la capa granular 16 % y la mielinizada un 24.5 %. La capa de células de Purkinje también presentó un decremento en su volumen éste fue de 11 %. ( Hillman D.E. y S., Chen, 1981 a ). Hay una reducción en la proliferación celular en las primeras 3 semanas posnatale (Clos J., y col., 1977 ) por lo que varios tipos de células se ven afectadas, en especial las de la corteza cerebelar ( Balazs R. y A.J. Patel, 1973 ).

Uno de los cambios más relevantes observados en la corteza cerebelar, debido a la desnutrición, se tiene en la capa granular externa que muestra un significativo retraso en su desarrollo (Del Angel A.R. y col., 1974; Hillman D.E. y S. Chen, 1981 a, y Mendoza Magaña M., 1987 ), el número de células granulares se ve reducido en un 11 a 37 % en diferentes formas de malnutrición ( Barnes B. y J. Altman 1973, Clos J., y col., 1977 y Hillman D.E. y S. Chen, 1981 a ).

Otro tipo de células afectadas son las células de Purkinje que si bien no disminuyen en número ( Hillman D.E. y S. Chen,

1981 b ), muestran una arborización dendrítica anormal, tamaño pequeño y disminución en el número de dendritas y formación de sinapsis , ( Griffin W.S.T., y col., 1977 y Yu M.C. y W.H. Amy yu, 1977 y Hillman D.E. y S. Chen, 1981 b ).

#### OTROS TRANSTORNOS

En ratas los trastornos menos manifiestos de una dieta deficiente son alteraciones en la locomoción, disminución de la velocidad de respuesta a estímulos e hiperexcitabilidad a estímulos así como la ausencia de movimientos estereotipados ( Mendoza M.M., 1987 ) entre otros.

Tabla No. 1 Inhibidores nutricionales presentes en la semilla de E.cyclocarpum

Inhibidor	Concentración
Albicina	2 %
Ac Pipecólico	1 %
Pitecolobina	?
Hemaglutininas	@
Inhibidores de Tripsina	4.82 UIT*
Glucósidos cianogénicos	0.76 mg*

@ No se observó hemaglutinación en muestras.

\* por 100 mg de muestra.

Tomado de: Aguilar-Contreras A. y C. Zolla ( 1982 ).  
Janzen H.D. ( 1981 a ).  
Serratos J.C. ( 1989 ).

Tabla No. 2 Vitaminas presentes en la semilla de parota.

Vitamina	Necesidades nutritivas de la rata/kg de peso.	Concentración ( mg/100 g de muestra )
Tiamina	4 mg	2.74 mg
Rivoflabina	4 mg	0.23 mg
Niacina	?	1.8 mg
Ac. Ascórbico	-	7.0 mg
Vitamina A	12,000 UIA	15 UIA

Tomado de: Leung Woot-Tsue W ( 1964 ).  
Inglis J.K. ( 1980 ).

Tabla No. 3 Composición química de la semilla de parota.

Descripción	Concentración ( Base Humeda )
Proteína	32.5 %
Grasa	7.13 %
Carbohidratos	51.36 %
Cenizas Totales	3.15 %
Fibra	0.0 %

Tomado de: Serratos A.J. ( 1989 ).

Tabla No. 4 Tipos de carbohidratos y su concentración

Descripción	Concentración
Arabinosa	3.95 %
Galactosa	3.7 %
Glucosa	31.25 %
Resto no determinado	12.54 %

Tomado de: Serratos A.J. ( 1989 )

Tabla No. 5 Aminoácidos

Aminoácido	Concentración (g/100g de proteína)
Ac. Glutámico	14.45 g
Ac. Aspártico	10.54 g
Lisina	7.82 g
Leucina	8.22 g
Glicina	5.0 g
Treonina	5.0 g
Arginina	5.0 g
Isoleucina	4.0 g
Valina	4.0 g
Tirosina	4.0 g
Metionina	0.99 g

Tomado de: Serratos A.J. ( 1989 ).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Generalmente las especies arbóreas forestales como E. cyclocarpum no son consideradas como elementos nutritivos para su consumo sin embargo, son un componente esencial en la dieta de la fauna silvestre así como en la de especies introducidas por el hombre ( ganado ). Además en nuestro país existe una gran diversidad de grupos indígenas para los cuales el consumo de productos silvestres tales como el de la semilla de E. cyclocarpum son importantes como complemento alimenticio.

Esto hace necesario una serie de investigaciones encaminadas a evaluar la semilla de E. cyclocarpum para verificar su calidad como alimento para consumo humano o animal, ya sea de manera directa o mediante procesos tecnológicos para eliminar compuestos indeseables; o incluso como principal fuente de proteínas en una dieta determinada.

Este trabajo evalúa el efecto de la dieta de parota cocida sobre el desarrollo corporal del animal así como sobre uno de los órganos más sensibles a deficiencia nutritiva.

## HIPÓTESIS

Si la semilla de parota presenta una composición nutrimental adecuada, entonces una dieta a base de la semilla dará como resultado un crecimiento y desarrollo normal del individuo y en particular del cerebelo.

## OBJETIVO GENERAL

CONOCER LOS EFECTOS DE UNA DIETA A BASE DE LA ALMENDRA COCIDA DE LA PAROTA (Enterolobium cyclocarpum ) SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA RATA, EN ESPECIAL CEREBELO.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Determinar cuales son los efectos de la dieta a base de la almendra cocida de parota sobre el peso y crecimiento de:
  - a) Cuerpo de la rata.
  - b) Encéfalo y Cerebelo de la rata.
  
- 2.- Realizar un análisis histológico a nivel de Corteza Cerebelar, en ratas alimentadas con E. cyclocarpum



## MATERIAL Y METODOS

### DESCRIPCION DE Enterolobium cyclocarpum.

Las plantas de Enterolobium cyclocarpum pertenecen a la familia leguminosae, subfamilia mimosaideae. Son plantas leñosas de 20 a 40 m de altura, caducifolias, frondosas, con troncos de 1 metro o más de diámetro. Poseen un pecilo usualmente conectado a una columna sésil adaxial, las hojas son de 15 - 40 cm de largo, pina dividida en 5 - 10 partes. Hojuelas divididas en 15 - 35 partes, linear-oblongas, algunas veces encorvadas, en su mayor parte 8 - 15 mm de largo, agudas inaequilaterales. Inflorescencia con pedúnculos de 1.5 - 4 cm de largo, cabezuelas densas muy floreadas de 1 - 2 cm de diámetros. Flores con cáliz de 2 - 5 mm de longitud con dientes agudos densamente pubescentes. Corola blanca de aproximadamente 5 mm de longitud, frecuentemente en pares tan largos como el cáliz, presentan lóbulos pubescentes más o menos excertos de aproximadamente 7 mm de longitud, filamentos libres de 12 - 15 mm de longitud. Legumbre verde oscura, finalmente negra, brillante de 3 - 5 cm de grueso, curvadas hasta formar por completo un círculo de 8 - 10 cm de diámetro, 10 - 15 semillas que se localizan alrededor del perímetro reniforme, de 1.8 - 2.3 cm de longitud, circundadas por una pulpa dulce ( Mc Vaugh, 1987 )

Son vegetales de larga vida y de fructificación tardía, la floración se produce de Febrero a Mayo y la fructificación de Abril a Junio ( Mc.Vaugh R.,1987 ), durante este tiempo se pueden

recolectar mas de 300 Kg del fruto por árbol ( Serratos A.J., 1989 ).

#### MUESTRA EXPERIMENTAL Y REGISTRO DE DATOS

Se utilizaron 36 ratas hembras y 10 ratas machos de la cepa Wistar de 200 - 250 g y de 450 - 500 g de peso corporal respectivamente. Los animales estuvieron en un bioterio, en el que se mantienen en forma constante ciclos de luz-obscuridad 12 horas cada una, a una temperatura de 22 ° C y una humedad relativa de 50 % con alimentación controlada.

De la población previamente mencionada se utilizaron 10 ratas hembras como testigo ( Grupo I ) y se alimentaron en abundancia con un producto comercial para roedores ( nutricubos Show Purina ), (Diagrama No. 1 ). El Grupo II se estableció con 26 ratas que se alimentaron con una dieta a base de la semilla cocida de E. cyclocarpum. Estas semillas se cocieron por un espacio de 3 horas sin agregar ningún condimento, se administró en forma de croqueta en abundancia por una semana antes de aparearse con machos normales. Esta dieta se administró durante gestacion y lactancia y se prosiguió hasta llegar a estado adulto. El día 0 de gestación se determinó por la presencia de espermatozoides en el frotis de la citología vaginal.

En los productos que se obtuvieron de las ratas hembras testigos y experimentales, se llevaron a cabo evaluaciones morfométricas e histológicas a diferentes intervalos de tiempo despues de la gestación ( 0, 5, 15, 20, 30, y 60 días ).

En los estudios morfométricos se registraron las siguientes

variables: a) Peso ( g ), b) Diámetro Longitudinal, Transversal y vertical del encéfalo y cerebelo ( cm ), ( Esquema No. 1 ). Así como Peso y Crecimiento corporal longitudinal.

Para los estudios histológicos se anestesiaron 5 productos ( por grupo ) con éter, posteriormente se procedió a perfundir por vía intracardiaca utilizando el método descrito por Feria-Feria-Velasco y Karnovsky ( 1970 ).

Después de la perfusión se realizó craneotomía y se obtuvo el encéfalo completo, el cual se midió y pesó. Posteriormente se separó el cerebelo que fue medido y pesado para después posfijarlo por inmersión en la solución fijadora durante un lapso de 90 minutos, después de lo cual se realizaron tres lavados con la solución lavadora. El siguiente paso fue hacer un corte sagital a nivel de vermis. Se deshidrató el tejido con una serie de alcoholes graduados ( 70 %, 80 %, 90 % y 100 % ), alcohol absoluto-xileno 1:1 durante 20 minutos y dos cambios de 5 minutos en xileno para aclarar el tejido.

Las muestras se incluyeron en paraplast Plus Monoject HRI 8889-502004, una vez que se obtuvieron los bloques se efectuaron los cortes en microtomo, los cuales se tificaron con hematoxilina y eosina para su observación al microscopio.

Los resultados se analizaron estadísticamente por medio de media, T-Student y ANOVA ( se utilizó el programa de computadora Epistat ).

Diagrama No. 1

ELABORACION DE LA DIETA



ANALISIS BROMATOLOGICO

GRUPO I  
Testigo

GRUPO II  
Alimentado con E. cyclocarpum cocida

Una semana

MACHO NORMAL

Apareamiento

HEMERA

Gestación

SACRIFICIO  
CRIAS

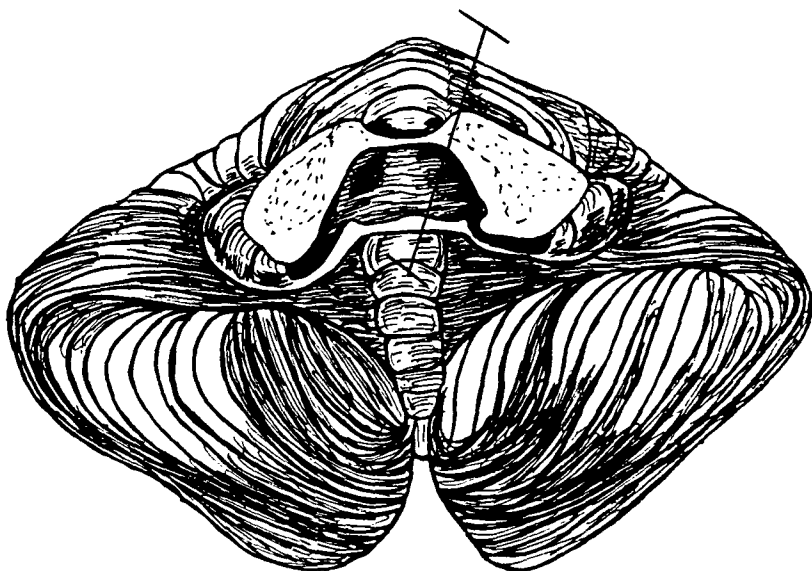
0 5 15 20 30 60  
Dias

ANALISIS ( Machos y Hembras )

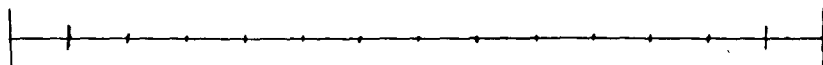
SOMATOMETRICO

HISTOLOGICO

DIAMETRO TRANSVERSA:



DIAMETRO LONGITUDINAL



ESQUEMA No. 1 Muestra toma de registros en Cerebelo.  
Tomado de: Llinas R.R. 1975.

## RESULTADOS

Al término de la fase experimental el grupo de madres experimentales tubo un 42 % de reabsorciones y un 40% el grupo testigo.

El promedio de crías por madre experimental fue de 9 y de 14 para el grupo testigo. El porcentaje de muertes al nacer en el grupo experimental fue de 26 ( un promedio de 2 crías por camada ). En el grupo testigo no se observaron muertes al nacer. 26 % murieron despues del nacimiento por diferentes causas.

### ESTUDIO MORFOMETRICO

#### Peso Somático.

Se tuvo una diferencia del 30% entre el peso corporal de testigos y experimentales al nacer. 5 días despues esta diferencia en peso persiste ( 32 % ). Para el 15avo. día hay una sustancial diferencia entre peso somático de testigo y experimentales, ésta es del 50 %. la diferencia en peso de los grupos fue del 69 % a los 20 días de edad. La máxima diferencia en peso somático se tuvo a los 30 días, cuando el peso de las ratas experimentale fue el 77 % menor al peso de las ratas testigo. La diferencia en peso entre los 2 grupo decrece al llegar a estado adulto encontrándose una diferencia del 67 % en peso ( Cuadro No. 1 ).

## Peso Encefálico.

No se encontró diferencia en el peso de encefalo a los 0 días de edad entre animales testigo y experimentales. Se observa una sustancial diferencia en peso encefálico entre ratas testigo y experimentales al día 15 de edad, la que persiste al día 20 ( 32 % ). A los 30 días de edad se registra la máxima diferencia en peso encefálico entre ratas testigo y experimentales ( 36 % ). La diferencia en peso entre ambos grupos decrece en estado adulto ( 60 días de edad ) hasta 20 %, ( cuadro no. 1 ).

## RELACION ENTRE PESO SOMATICO Y PESO ENCEFALICO.

Los animales experimentales muestra una desviación de los valores normales acerca del peso corporal de los 10 gr de peso a los 15 gr, esto corresponde entre lo 15 días y 30 días de edad. La relación para peso corporal fuera de este margen no tiende a normalizarse, sin alcanzar el peso corporal valores ideales en su relación. ( fig. 2 ).

## Peso Cerebelar

Al nacer no hay diferencia significativa entre peso cerebelar de ratas testigo y experimental. Se observa un retraso en el desarrollo del cerebelo de ratas experimentales a los 15 días de edad. No hay diferencia significativa entre ambos grupos a los 20 días de edad. Es perceptible una sustancial diferencia en peso entre ratas testigo y experimentales a los 30 días. Al llegar a estado adulto el peso cerebelar de ratas experimentales

es igual al de las ratas testigo ( Fig. No. 1 )

#### COEFICIENTE DE DESARROLLO

El Coeficiente de Desarrollo ( C.D. ), es la relacion de pesos y edades de un individuo experimental y un testigo,  $C.D. = \frac{\text{Peso del individuo experimental}}{\text{Peso del individuo testigo}}$ . En el día 0 para peso somático es de 0.69, sin embargo el C.D. para peso encefálico y cerebelar es igual a 1. El día 5 el peso somático muestra un C.D. de 0.67 y el peso encefálico y cerebelar el de 1. Para el día 15 los valores de C.D. para los tres parámetros han declinado ( 0.49, 0.70, y 0.52 respectivamente ). A los 30 días los valores de C.D. son 0.2 para peso somático , 0.6 para peso encefálico y cerebelar, siendo estos los valores mas bajos de la gráfica. Al llegar a estado adulto los valores de C.D. para soma, encéfalo y cerebelo son : 0.32 , 0.79 y 1 respectivamente ( Fig 3 ).

#### MIGRACION CELULAR EN CORTEZA CEREBELAR

##### CAPA GERMINAL EXTERNA ( CGE ).

Al nacer la CGE en animales testigo y experimentales no presentan diferencia significativa en este parámetro. A los 15 días de edad la CGE persiste y mide tan solo 7.4 u, no se encontró diferencia significativa en este dato. La desaparición de la CGE es a los 20 días de edad en ambos grupo ( Fig 4 ).

##### CAPA MOLECULAR ( CM )

Al 5o. día de edad se hace presente la CM sin haber diferencias significativa en la talla entre ratas experimentales y testigo. Hay aumento en el grosor de CM a la edad de 15 días,



en este parámetro no hay diferencia significativa entre animales testigo y experimentales. El grosor de la CM es constante a los 20 días de edad. La CM muestra un ligero grosor a los 30 días. Al llegar a los 60 días la CM ha alcanzado la talla de 97.7 u, a esta edad no hay diferencia significativa entre ambos grupos ( Fig 5 ).

#### CAPA GRANULAR INTERNA ( C.G.I ).

Al día 5 de edad se observan rasgos de la naciente CGI, no se encontró diferencia significativa en el grosor de esta capa entre ratas testigos y experimentales. Notable aumento en el grosor de la CGI a los 15 días en este parámetro no hay diferencia significativa. La CGI no varía en su grosor a los 20, 30 y 60 días de edad ( Fig 6 )

#### DESCRIPCION HISTOLOGICA

El animal experimental al nacer presentó en su corteza cerebelar características normales en su aspecto general, la Capa Germinal Externa esta bien delimitada, así también se observa una zona de proliferación y otra de migración bien establecidas. El aspecto visual de sus componentes celulares es aparentemente normal con respecto a cerebelo de crías testigo de la misma edad ( Fig. 7 a y b ).

La prole de madres alimentadas con parota, a los 5 días cuenta con una capa germinal externa definida, una zona de migración con elementos tisulares fusiformes así como un área de células hipercromáticas, la naciente capa germinal interna. No se

ve anormalidad alguna en las células observadas respecto a las testigo ( Fig. 7 c y d ).

A los 15 días no se observa diferencia alguna en el acomodo de los elementos tisulares de la corteza cerebelar de experimentales y testigo. La Capa Germinal Externa se encuentra adelgazada ( 3 a 4 células ), se observan elementos de migración ( células alargadas ) a lo ancho de la Capa Molecular bien definidos. Se tiene una Monocapa de Células de Purkinje y una notable Capa Granular Interna ( Fig. 7 e y f ).

No hay alteraciones en las células de corteza cerebelar a los 20 días, al igual que los animales testigo, los experimentales presentan delgada capa germinal externa constituida por una célula , la capa molecular presenta algunos elementos de migración. La Capa de células de Purkinje esta bien delimitada, sus elementos tisulares no muestran anormalidades en su forma. La capa granular interna ha aumentado en su grosor ( Fig. 8 a y b ).

La corteza Cerebelar de ratas jóvenes experimentales a los 30 días, no presenta Capa Germinal Externa al igual que las normales y los componentes tisulares de capa molecular no muestran anormalidades. La capa de células de Purkinje es uniforme ( Fig. 8 c y d ).

En estado adulto no existe diferencia perceptible entre ambos grupos experimentales y testigos. Las tres capas muestran un aspecto normal ( Fig. 8 e y f ).

Resultados del análisis bromatológico realizado el 26 de Junio de 1989 en los laboratorios de análisis bromatológico de Control de Calidad Agropecuario.

MUESTRA

Almendra cocida de E. cyclocarpum

HUMEDAD ( % )    CENIZAS ( % )    PROTEINA ( % )    FIBRA ( % )

9.11

2.46

28.57

5.70

GRASAS ( % )

CARBOHIDRATOS ( % )

4.23

49.79

DIAS	PESO SOMATICO			PESO ENCEFALICO		
	EXPERIMENTAL	TESTIGO	%	EXPERIMENTAL	TESTIGO	%
0	5.06 + 0.47	7.26 + 0.49	30 *	0.306 + 0.03	0.316 + 0.02	-
5	7.60 + 0.32	11.24 + 0.23	32 *	0.624 + 0.03	0.635 + 0.04	-
15	12.10 + 1.44	24.26 + 0.69	50 *	0.916 + 0.142	1.303 + 0.07	30 *
20	9.64 + 0.76	31.40 + 5.57	69 *	1.012 + 0.11	1.493 + 0.08	32 *
30	11.75 + 4.83	50.40 + 2.07	77 *	0.944 + 0.10	1.486 + 0.14	36 *
60	64.00 + 8.4	195.20 + 3.9	67 *	1.51 + 0.04	1.89 + 0.11	20 e

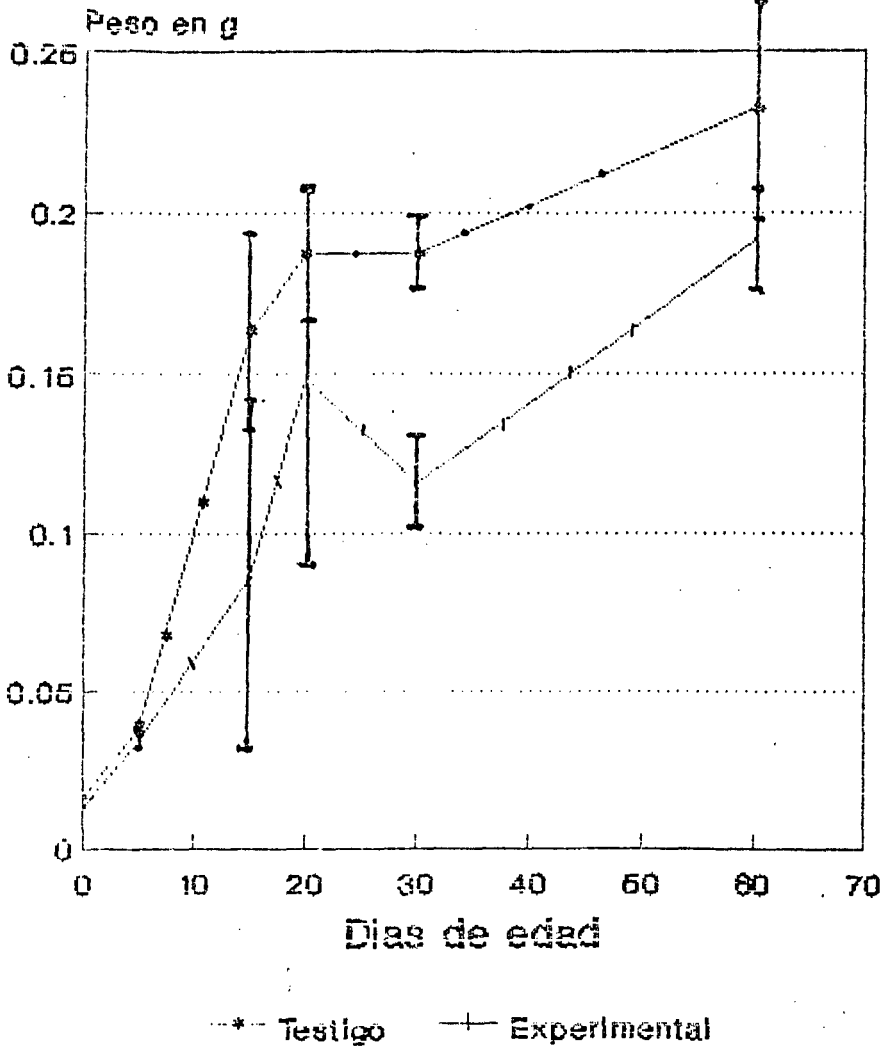
CUADRO No. 1 COMPARATIVO DE CRECIMIENTO SOMATICO Y ENCEFALICO

\* P < 0.001

@ P < 0.01

FIG. 1 PESO CEREBELAR DE ANIMALES TESTIGOS Y EXPERIMENTALES  
ALIMENTADOS CON ALMENDRA COCIDA DE E. cyclocarpum.

# Peso Cerebelar



Dieta con *E. cyclocarpum*

FIG 2 RELACION ENTRE PESO ENCEFALICO Y PESO SOMATICO DE ANIMALES  
TESTIGOS Y EXPERIMENTALES ALIMENTADOS CON ALMENDRA COCIDA  
DE E. cyclocarpum.

RELACION ENTRE PESO ENCEFALICO Y PESO SOMATICO

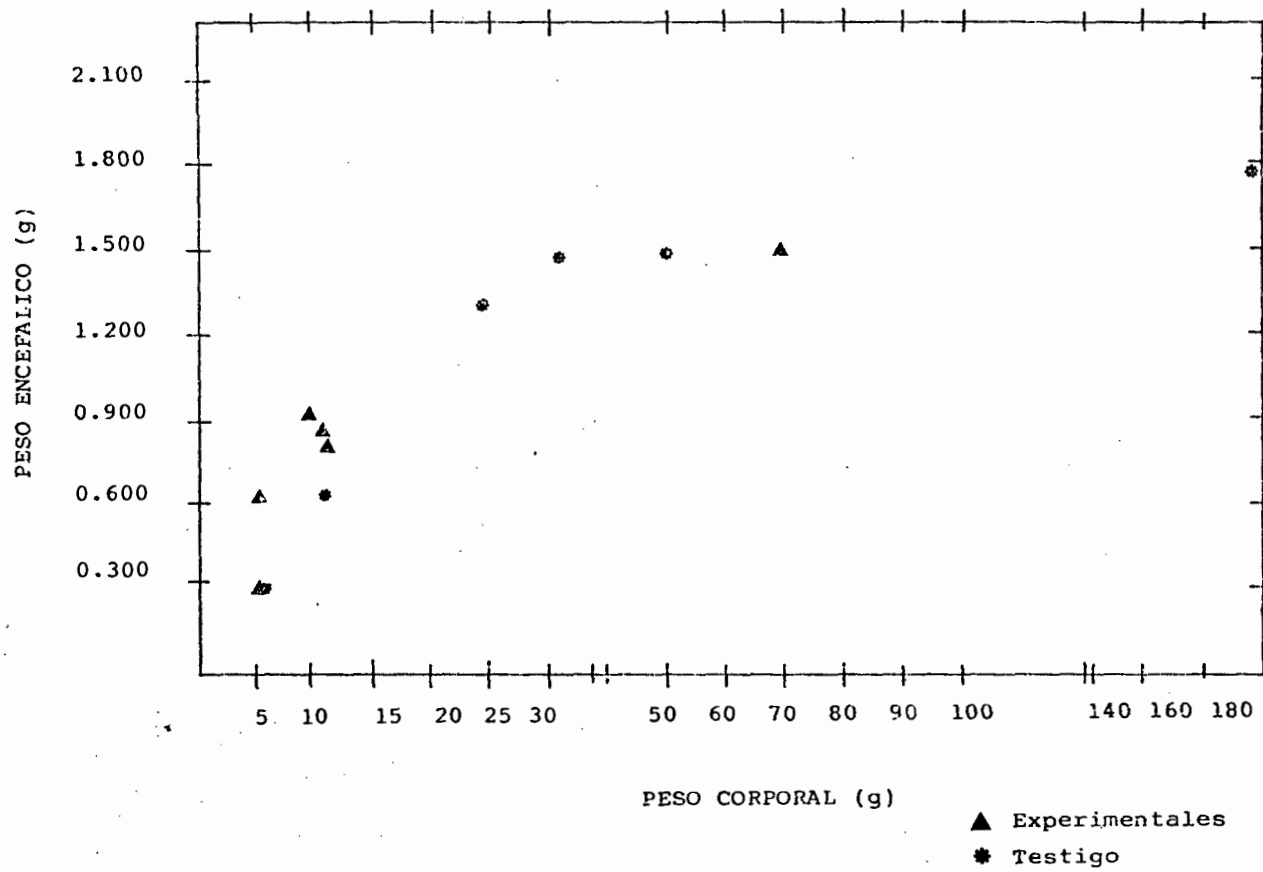




FIG 3 COEFICIENTE DE DESARROLLO PARA PESO SOMATICO, ENCEFALICO Y  
CEREBELAR DE RATAS ALIMENTADAS CON LA ALMENDRA COCIDA DE  
E. cyclocarpum.

ENCEFALICO Y SOMATICO DE RATAS ALIMENTADAS CON LA

ALMENDRA COCIDA DE

*Enterolobium cyclocarpum*

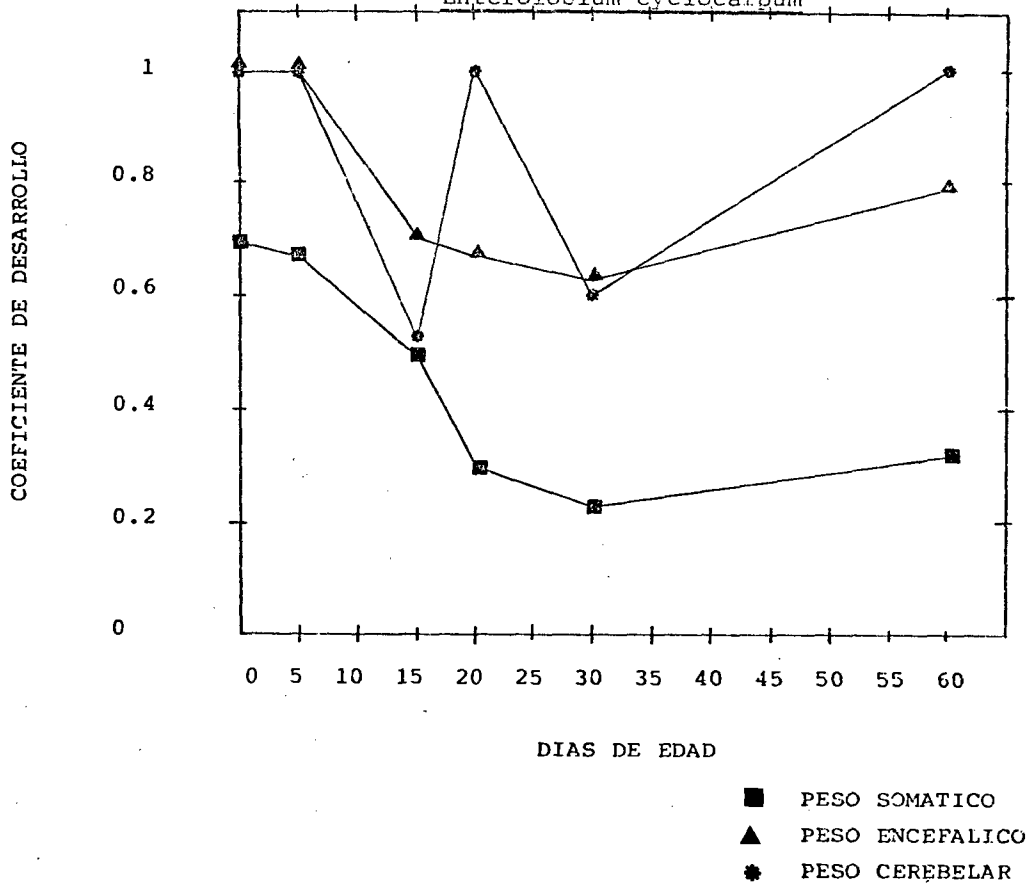


FIG 4 DESAPARICION DE LA CAPA GERMINAL EXTERNA EN CORTEZA  
CEREBELAR DE ANIMALES TESTIGO Y EXPERIMENTALES  
ALIMENTADOS CON LA ALMENDRA COCIDA DE E. cyclocarpum.

# Desaparición de la C.G.E. en Corteza Cerebelar

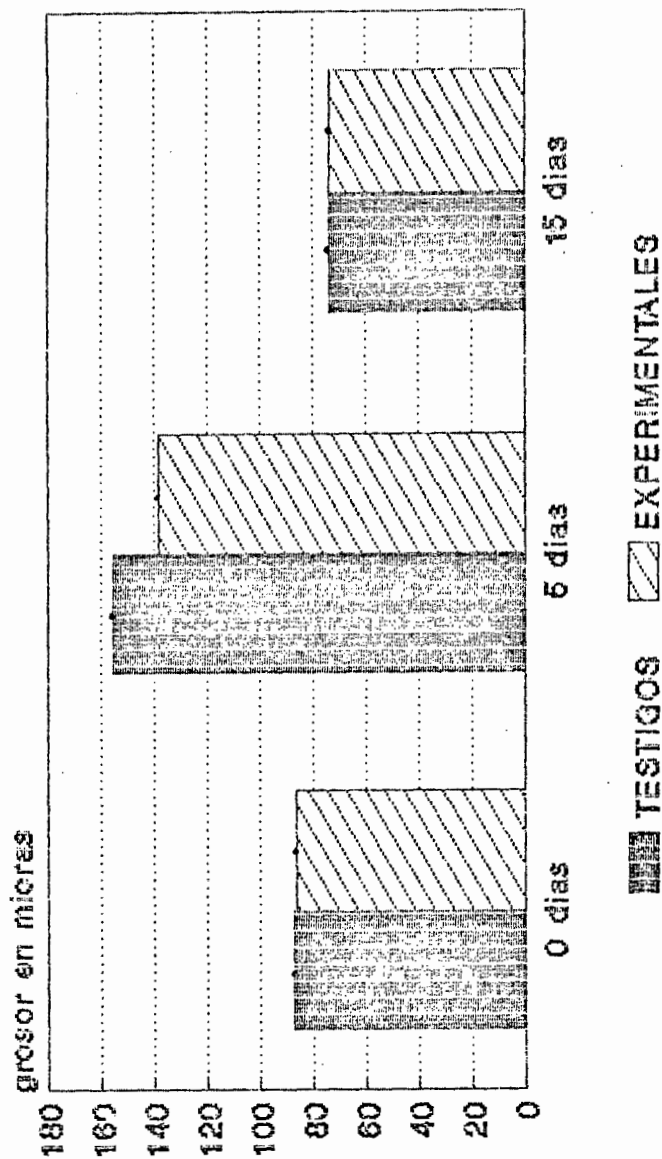


Figura 4

FIG 5 GROSOR DE LA CAPA MOLECULAR EN CORTEZA CEREBELAR DE ANIMALES TESTIGO Y EXPERIMENTALES ALIMENTADOS CON ALMENDRA COCIDA DE E. cyclocarpum.

# Grosor de la Capa Molecular en Corteza Cerebelar

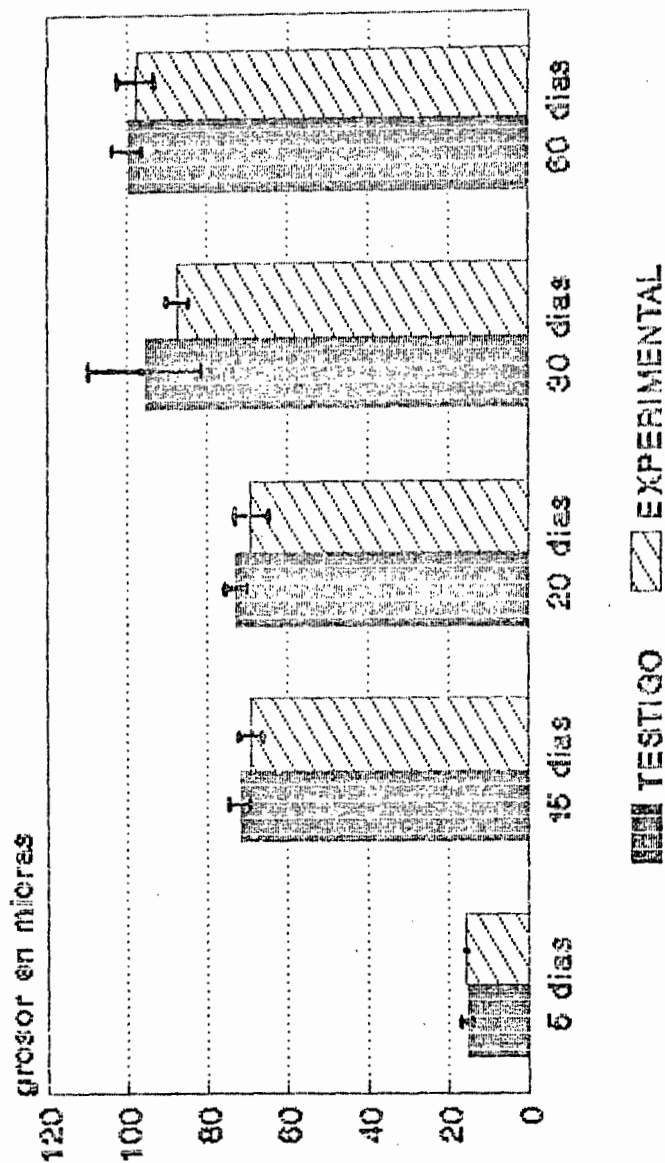


Figura 5

FIG 6 GROSOR DE LA CAPA GRANULAR INTERNA EN CORTEZA CEREBELAR DE ANIMALES TESTIGO Y EXPERIMENTAL ALIMENTADOS CON LA ALMENDRA COCIDA DE E. cyclocarpum.

# Grosor de la C.G.I. en Corteza Cerebelar

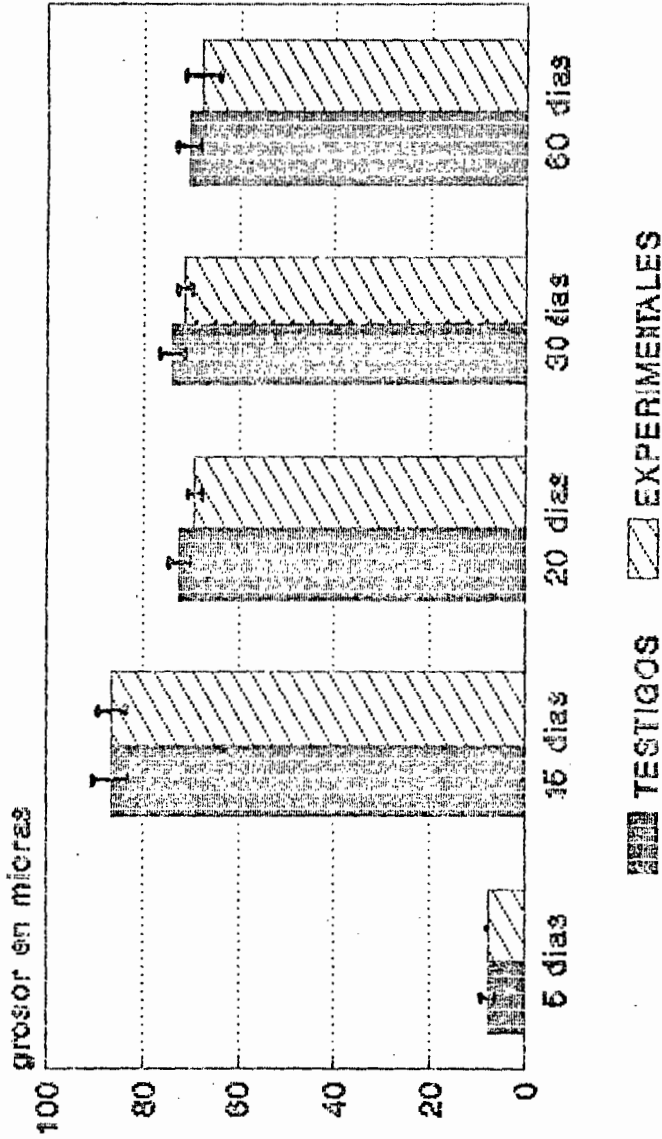


Figura 3



FIG 7 a FOTOMICROGRAFIA DE UNA FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE ANIMAL TESTIGO DE 0 DIAS DE NACIDO. SE DISTINGUE CGE ( ↓ ) Y ZONA DE MIGRACION CELULAR ( ☆ ). HEMATOXILINA Y EOSINA X 84 .

FIG 7 b FOTOMICROGRAFIA DONDE SE MUESTRA UNA FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE UNA RATA EXPERIMENTAL DE 0 DIAS DE NACIDA. SE OBSERVA ZONA DE PROLIFERACION CELULAR ( ↓ ) Y SE DISTINGUE ZONA DE MIGRACION BIEN ESTABLECIDA ( ☆ ). H-E X 84 .

FIG 7 c FOTOMICROGRAFIA DONDE SE MUESTRA FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE RATA TESTIGO DE 5 DIAS DE EDAD, SE DISTINGUEN CLARAMENTE LA CGE ( ↓ ) Y UNA ZONA DE MIGRACION CELULAR ( ☆ ). H-E X 84 .

FIG 7 d FOTOMICROGRAFIA DE FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE CRIAS EXPERIMENTALES DE 5 DIAS DE EDAD DONDE SE OBSERVA UNA BANDA EXTERNA Y CLARA DE CELULAS GRANULARES ( ↓ ), SEGUIDA DE UNA ZONA DE MIGRACION ( ☆ ), EN ZONA MAS INTERNA SE OBSERVA UNA PEQUEÑA CAPA DE CELULAS GRANULARES. H-E X 84 .

FIG 7. e FOTOMICROGRAFIA DONDE SE OBSERVA FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE RATAS TESTIGO A LOS 15 DIAS DE EN LA QUE SE MUESTRA UNA DELGADA CGE ( ↓ ), UNA CM CLARA ( ★ ), DEFINIDA CAPA DE CELULAS DE PURKINJE, SEGUIDA UNA CGI ( ☆ ). H-E X 84 .

FIG 7 f FOTOMICROGRAFIA QUE MUESTRA UN AREA SEMEJANTE A LA ANTERIOR QUE CORRESPONDE A CRIA EXPERIMENTAL DE 15 DIAS DE EDAD, AL IGUAL QUE LOS ANIMALES TESTIGO SE OBSERVA UNA DELGADA LINEA EXTERNA QUE ES LA CGE ( ↓ ), EN SEGUIDA SE PUEDEN OBSERVAR ELEMENTOS DE MIGRACION A LO ANCHO DE LA CM ( ★ ). SE APRECIA CLARAMENTE UNA LINEA DE CELULAS DE PURKINJE ( ▲ ) SEGUIDA DE LA CGI ( ☆ ). H-E X 84 .

7 a

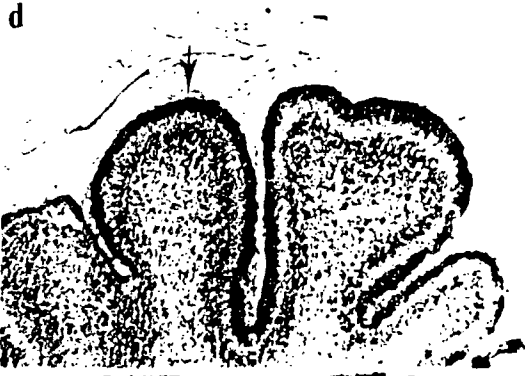
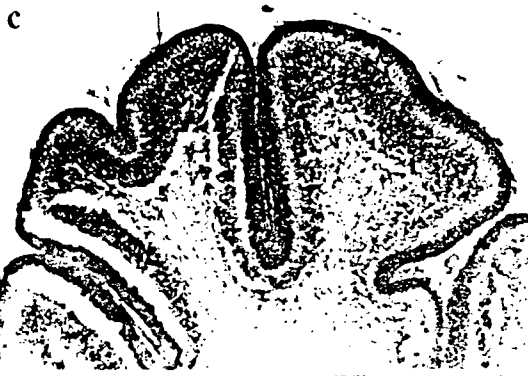


FIG 8 a FOTOMICROGRAFIA QUE MUESTRA CGE DE UNA CELULA DE CROSOR ( ↓ ), CM ( ★ ), CLARA CAPA DE CELULAS DE PURKINJE ( ▲ ) Y CGI ( ☆ ). DE CORTEZA CEREBELAR DE UNA RATA TESTIGO DE 20 DIAS DE EDAD. H-E X 84 .

FIG 8 b FOTOMICROGRAFIA DONDE SE OBSERVA, AL IGUAL QUE EN EL CORTE ANTERIOR UNA MONOCAPA DE CELULAS GERMINALES ( ↓ ), CM ( ★ ), CCP ( ▲ ), SEGUIDA DE LA CGI ( ☆ ), DE CORTEZA CEREBELAR DE RATAS TESTIGO DE 20 DIAS DE EDAD. H-E X 84 .

FIG 8 c FOTOMICROGRAFIA DE UN ANIMAL TESTIGO DE 30 DIAS DE EDAD DONDE SE MUESTRA CM ( ★ ), CAPA DE CELULAS DE PURKINJE ( ↓ ) Y CGI ( ☆ ). H-E 84 .

FIG 8 d FOTOMICROGRAFIA EN LA QUE SE MUESTRA CORTE DE CORTEZA CEREBELAR DE UN ANIMAL EXPERIMENTAL DE 30 DIAS DE EDAD QUE EXHIBE SEMEJANZA CON LA ANTERIOR: CM ( ★ ), CCP ( ↓ ) Y CGI ( ☆ ) APARENTEMENTE NORMALES. H-E X 84 .

FIG 8 e FOTOMICROGRAFIA QUE PRESENTA FOLIA DE CORTEZA CEREBELAR DE RATA ADULTA TESTIGO DONDE SE OBSERVAN LAS TRES CAPAS LA CORTEZA CEREBELAR: CM ( ★ ), CCP ( ↓ ) Y CGI ( ☆ ). H-E X 84 .

FIG 8 f FOTOMICROGRAFIA DE CORTEZA CEREBELAR DE UNA RATA EXPERIMENTAL DE 60 DIAS DE EDAD DONDE NO SE OBSERVA DIFERENCIA PERCEPTIBLE CON LA FIGURA ANTERIOR DE UNA RATA TESTIGO: CM ( ★ ), CCP ( ↓ ) Y CGI ( ☆ ). H-E X 84 .

8



## DISCUSION

Ya que los modelos de restricción alimenticia nos ofrecen información acerca de la calidad nutritiva de dietas. En este trabajo los resultados que se obtuvieron muestran datos interesantes respecto a la calidad de la almendra cocida de E. cyclocapum en especial, y sobre el fenómeno de plasticidad neuronal de SNC.

Una dieta con un porcentaje bajo en proteínas y otros nutrientes puede provocar reabsorciones fetales en la hembra, por ejemplo en una dieta con 6 % en contenido de proteína produce un porcentaje de reabsorción del 85 % ( Henricks, S.M, y L.B., Bailey, 1976 ), por este dato esperaba reabsorciones en hembras experimentales debido a la deficiencia en algunos nutrientes según el análisis bromatológico ( cuadro No. 7 ). Encontre reabsorción en un 42 % de las ratas experimentales, sin embargo el alto porcentaje obtenido en hembras testigo ( 40 % ) me indica algún problema estresante. De hecho las hembras localizadas en las jaulas de la zona baja, presentaban reabsorción, ya fuera experimental o testigo. Por lo cual, se puede suponer que el porcentaje real de reabsorciones en hembras experimentales fue menor.

Los trastornos del desarrollo corporal en los animales experimentales fueron notorios desde el nacimiento de las ratas experimentales. Estudios realizados por diferentes investigadores quienes utilizaron los más variados métodos de desnutrición, han encontrado en común la pérdida de peso corporal en ratas. En

estos trabajos se encontró que esta disminución en peso corporal es debido a que en esta etapa de desarrollo los tejidos son particularmente vulnerables al encontrarse en fase de proliferación y diferenciación (Eayrs A.T., 1955). Además se descubrió que el tiempo de mayor crecimiento corporal en animales desnutridos comienza tarde (21 - 28 días de edad postnatal), (Griffin y col., 1977; y Forbes y col., 1977). Más sin embargo Taylor y col. (1986), en su trabajo donde utilizan diferentes concentraciones de proteínas y grasas en el contenido de la dieta encontraron una considerable pérdida de peso en ratas que consumieron una dieta alta en proteínas y baja en grasas. En acuerdo a los resultados obtenidos del análisis bromatológico de la almendra cocida de E. cyclocarpum tenemos una pequeña deficiencia en grasas (de las cuales desconocemos el tipo y concentración de lípidos), lo cual me da una razón para suponer que la diferencia de peso es debida en gran parte a este hecho. Además de una notable deficiencia en Vitamina A activa (vitamina liposoluble) que entre los trastornos más manifiestos tenemos retraso en el crecimiento (Martin D., y col., 1981). Se encontro este mismo fenomeno al estudiar cuatro regiones de encéfalo (Cerebelo, Tallo cerebral, Diencefalo y Telencefalo) donde utilizaron diferentes concentraciones de proteína y una dieta a base de maiz (Winick M. 1976 y Romero C.J., 1984).

De acuerdo a los resultados que obtuve se registra una leve baja de peso a partir del día 15 en encefalo de ratas alimentadas con E.cyclocarpum cocida, dato que esta a la par con

la pérdida de peso somático. Estos datos están de acuerdo con otros autores ( Morgane y col., 1978 y Forves y col. 1977 ); quienes reportan pesos similares de encefalo en animales alimentados con diferentes cantidades de proteína en la dieta ( 25 % y 8 % de proteína ) variando sólo el peso corporal.

El fenómeno de plasticidad del SNC se observa de una manera relevante en esta región del encéfalo estudiada ( cerebelo ) donde el periodo de proliferación de las células neuronales termina a proximadamente en el día 17 de edad posnatal ( Altman J., 1972 a y b ). En esta región del SNC, se encontró una nula o escasa pérdida de peso. Además uno de los cambios estructurales más importantes observados en corteza cerebelar debido a algún tipo de restricción nutritiva ha sido encontrado en la CGE, que muestra un significativo retraso en su desaparición ( Del Angel A. y col., 1974 ; Clos J., y col., 1976; y Hillman S., 1981a ). En el presente trabajo no se encontró tal retraso en la desaparición de la CGE y lo que es más relevante ninguna otra alteración tanto en grosor como en estructura del resto de las capas se mostraron características aparentemente normales en la migración celular, esto lo podemos ratificar cuando observamos los cortes histológicos donde no se ve alteración en las estructuras celulares bajo esta metodología. Al parecer el fenómeno de plasticidad neuronal observado por Forbes y col. ( 1977 ) y otros autores se extiende en este caso hasta nivel celular. Una manera de explicar este fenómeno podría ser el hecho de que al parecer el aporte nutricional del organismo se canaliza primordialmente a SNC y en este a aquellos sitios donde es más



necesario el aporte de tales nutrientes. ( Romero C.J., 1984 ), lo que esta en acuerdo con los datos obtenidos por Griffin y col., ( 1976 ) quien encontró que la principal etapa de crecimiento comienza un poco después que el cerebelar.

Ahora bien los resultados obtenidos en este trabajo parece ser satisfactorios en cuanto a darnos a entender que la calidad nutritiva de la almendra cocida de E. cyclocarpum es pues satisfactoria para proveer una rica cantidad de proteína con alta calidad, que al parecer es excelente a los requerimientos nutritivos del SNC, sistema en estudio y de mayores requerimientos cualitativos en nutrientes. La semilla E. cyclocarpum no provee las cantidades suficientes de nutrientes necesarios para lograr un excelente desarrollo corporal. Son necesarios otros estudios donde se vean diferentes regiones de Encéfalo, donde se observe una pequeña disminución en peso y una serie de estudios Bioquímicos ( DNA, RNA y proteínas ) y Fisiológicos.

## CONCLUSIONES

- 1.- Los ratas alimentadas con almendra cocida de E. cyclocarpum como elemento único de la dieta resultaron afectadas tanto en peso como en talla corporal, no así en en Encefalo y Cerebeio, éste último no mostro ningún cambio.
- 2.- Como resultado de este trabajo experimental se sugiere que la almendra cocida de E. cyclocarpum sea utilizada como un suplemento ( de alta calidad en protefna ) en la alimentación ya sea de animales o humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Aguilar-Contreras A., y C., Zolla, ( 1982 ) Plantas tóxicas de México. Instituto Mexicano del Seguro Social. México. pp.: 96 - 97.
- 2.- Aguilar J. y F.C. Alatorre, ( 1978 ) Monografía de la planta de la alegría. En : Memorias del grupo de estudios ambientales A.C.
- 3.- Altman J., ( 1972 a ) Postnatal development of the cerebellar cortex in rat. I. The external Germinal Layer and the Transitional Molecular Layer. J. Comp. Neur. 145:353-398.
- 4.- Almant J., ( 1972 b ) Postnatal development of the cerebellar cortex in rat. II. Phases in the maturation of Purkinje cells and of the Molecular Layer. J. Comp. Neur. 145:399-464.
- 5.- Balazs R. y A.J., Patel ( 1973 ). Factor affecting the biochemical maturation of brain. Effect of undernutrition during early life. In: Neurobiological aspects of maturation and aging. Progress in Brain Research ( Ford D.H., ed ) Elsevier Amsterdam pp 115-128.
- 6.- Barnes D., and J., Altman ( 1973 ) Effect of two levels of gestational-lactational undernutrition on the postweaning growth of the rat cerebellum. Exp. Neurol. 38: 420-428.
- 7.- Clos J., Faure C., Selme-Matrat, M., y J., Legrand ( 1977 ) Effect of undernutrition on cell formation in the rat brain

- and specially on cellular composition of the cerebellum. Brain Research, 123: 13-26.
- 8.- Del Angel A.R., Tapia-Arizmendi G., y A., Feria-Velazco ( 1974 ) Effects of food restriction during lactation on postnatal development of rat cerebellum. Correlative biochemical and structural study. Nut. Reporta International. 30 ( 1 ): 95-109.
- 9.- Díaz, J.l. ( 1976 ) Indice y sinonimia de las plantas medicinales de México. Monografía Científica II. Depto. de Neurobiología. Inst. Investigación Biomédica de la UNAM pp 41-48, 144, 184-6 y 309.
- 10.- Eayrs A.T., Goodheand B., ( 1955 ) Postnatal development of the cerebellar cortex in the rat. J. Anat. 93, 385 - 402.
- 11.- Feria -Velasco A., y M.J. Karnovsky ( 1970 ) Preservación optima del sistema nervioso central por perfusión con gluteraldehido para estudio ultraestructural. Arch. Inv. Med. 1:201 - 220.
- 12.- Forbes W.B., Tracy C., Resnick D., y P.J. Morgane ( 1977 ) Effects of maternal dietary protein restriction on growth of the brain and body in the rat. Brain Research Bulletin. 2: 131 - 135.
- 13.- Forbes W.B.A., Stern, C., Trancy, C.A., Resnick, D. y P.J., Morgane ( 1978 ) Effect of chronic malnutrition on experimentally induced seizure in the rat. Exp. Neurol. 62:

- 14.- Fraňková S., ( 1977 ) External environment: a factor modifying the effect of early protein calorie malnutrition. Act. Nerv. Sup. ( praha ) 19 ( 2 ): 133-34.
- 15.- Griffin W.S.T., Woodward D.J., y R., Chanda ( 1977 ) Malnutrition and brain development: cerebellar weight, DNA, RNA y protein and correlations histological. J. Neurochem 28 1269-79.
- 16.- Henricks S.M., y L.B. Bailey ( 1976 ) Effects of dietary protein restriction on hormone status and embryo survival in the pregnant rat. Biology of reproduction, 14: 143 - 150.
- 17.- Hernández M., ( 1975 ) Efectos de las condiciones de cocción sobre la actividad tóxica residual, disponibilidad de aminoácidos y valor proteínico de algunas leguminosas ( Tesis ) Cs. y Tec. de Alimentos INCAP. Guatemala. pp 31.
- 18.- Hillman D.E., y S., Chen ( 1981 a ) Vulnerability of cerebellar development in malnutrition. I Quantitation of layer volumen and neuron number, Neuroscience 6: 1246-62.
- 19.- Hillman D.E., y S., Chen ( 1981 b ) vulnerability cerebellar development in malnutrition. II Intrinsic determination of total synaptic area on Purkinje cell spine. Neuroscience 6: 1263-75.
- 20.- Horborne J.B., Boulter D., y B.L., Turner ( 1971 ) Chemotaxonomy of the leguminosae. Academic Press. London and

New York. pp 612.

- 21.- Hughes C.E., y B.T., Styles ( 1984 ) Exploration and seed collection of multiple purpose dry zone trees in centralamerica. The International tree crops. Journal, 3: 1-31.
- 22.- Inglis J.K., ( 1980 ) Introduction to Laboratory Animal. Science and technology. Ed. Pergama Press, Oxford pp 135.
- 23.- Janzen D.H., ( 1981 a ) Guanacaste tree seed-swallowing by Costa Rica range hourse. Ecology, 62 ( 3 ): 587-97.
- 24.- Janzen D.H., ( 1981 b ) Enterolobium cyclocarpum seed passage rate a survival in houses. Costa Rican Pleistocene seed despersal agentes. Ecology 62 ( 3 ): 593-601.
- 25.- Janzen D.H., ( 1981 c ) Digestive seed predation by a Costa Rican Baird's Tapir. Biotropoca 13 ( 12 ): 59-63.
- 26.- Janzen D.H., y M.L., Higgins ( 1979 ). How hard are Enterolobium cyclocarpum ( Leguminosae ) seed. Breesenia. 16: 61-67.
- 27.- Leung Woot-Tsue W., ( 1964 ) Tablas de composición de alimentos para uso en América Latina. Inst. de Nutrición de Centroamérica (INCAP ) Comité Interdepartamental de Nutrición ( ICNND ) Ed. Interamericana. México. pp 63.
- 28.- Lindener E., ( 1984 ) Toxicología de los alimentos. España. Ed. ISBN. pp: 1, 4-6.

- 29.- Lliñas R.R., ( 1975 ) The Cortex of the Cerebellum. Scientific American ( Jun )pp 56- 71.
- 30.- Martin W.D., Rodwel V.W., y P.A. Mayes ( 1982 ) Bioquímica de Harper: Manual de química fisiológica. Ed. Manual Moderno ( México ).
- 31.- Martínez M. ( 1959 ) Plantas Útiles de la flora Mexicana. Mexico. Ed Bogota Pag 279 - 282.
- 32.- McVaugh Rogers ( 1987 ) Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of western México. Vol 5 Leguminosae. Ed. William R. Anderson pp 176 - 178.
- 33.- Mendoza-Magaña M.L., ( 1987 ) Estudio histológico de la población celular neuronal y glial del encéfalo de la rata con retardo en el crecimiento intrauterino. ( Tesis ). Universidad de Guadalajara, Fac. de Med., Veterinaria y Zootecnia. Guadalajara, Jal.
- 34.- Mitchel H.S., y H.J., Rynbergen ( 16 ed ) Nutrición y dieta de Cooper. Linnea Anderson Marjorie V. Dibbe. Ed. Interamericana. Méx. pp 39.
- 35.- Morgane P.J., Miller, M., Kemper, T., Forbes, W., Hall, R., Bronzino, J., Kissane, J., Hawrylewicz, E., y Resnick O.: ( 1978 ) The effects of protein malnutrition on the developing Central Nervous System in the rat. Neuroscience and Biobehavioral reviews. Vol 3, No 2: 137 - 230.
- 36.- Niembro-Roca A. ( 1986 ) Aroales y arbustos útiles de

México. Ed. Limusa. ( México ).

- 37.- Odum P.E. ( 1985 ) Ecología. México. Ed CECSA. PP 210
- 38.- Pellett P., y Young B. ( 1980 ). Nutrition Evaluation of Protein Food. United nation University. Japan. pp 41-55.
- 39.- Romero C. Juan ( 1984 ) Efectos de una dieta deficiente en proteínas y a base de maíz sobre los niveles de ADN, ARN, y proteínas, serotonina ( 5-HT ) y ácido 5-Hidroxi-indolacético ( 5-HIAA ) en cerebro de rata.( Tesis ) Universidad de Guadalajara, Fac. de Ciencias. Guadalajara, Jal.
- 40.- Rzedowski J. ( 1986 ) Vegetación de México. México. Ed Limusa pag: 182 - 187.
- 41.- Serratos A.J. ( 1989 ) Utilización de semillas de parota ( Enterolobium cyclocarpum ) para la alimentación humana. ( Tesis ). Universidad de Guadalajara. Escuela de graduados. Guadalajara, Jal.
- 42.- Sotelo Angela ( 1981 ) Leguminosas silvestres reserva de proteínas para la alimentación del futuro. Información Científica y Tec. 3 ( 54 ): 28-32.
- 43.- Susano H.R., ( 1981 ) Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovechar como forraje. Revista científica forestal. No. 29 ( 6 ) pp 31 - 39.
- 44.- Taylor J., Chris Calvert C., Lee Baldwin R., y R.D. Sainz



- ( 1986 ). Effects of dietary protein, fat and restriction on body composition and energy balance in lactating rats. J. Nutr. 116: 1519 - 1528.
- 45.- Vega F., Romo G., y T. Toca ( 1982 ) Efecto de la desnutrición en las etapas fetal y de lactación sobre el crecimiento del sistema nervioso de la rata. Depto. de Nut. Gastroenterol. Hospital Infantil de México "Federico Gómez" 118: 272 - 278.
- 46.- Wallingford J.C., Shade R.E., y F.J., Zeman ( 1980 ) Effect of maternal protein-caloric malnutrition on fetal rat cerebellar neurogenesis. J. Nutrition 110: 543-51.
- 47.- Winick, Myron: ( 1976 ) Malnutrition and brain development. Ed. Oxford University Press, Inc. pp 35 - 92 ,
- 48.- Yu M.C., y W.H., Amy Yu ( 1977 ) Ultrastructural changes in the developing rat cerebellum in chronic undernutrition. Neuropath. Appl. Neurobiol 3: 391-401.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS .

Sección .....  
Expediente .....  
Número .....

C. SANDRA LETICIA TEPOSTE REYES  
P R E S E N T E .-

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "EFECTOS DE UNA DIETA A BASE DE LA ALMENDRA COCIDA DE -- PAROTA (Enterolobium cyclocarpum (Jack) GRISEB) EN EL CEREBELO DE RATA" - para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M. en C. Genaro Gabriel Ortiz.



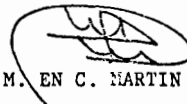
FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., 14 de Diciembre de 1990.

EL DIRECTOR

M. EN C.  CARLOS BEAS ZARATE.

EL SECRETARIO

  
M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.

c.c.p.- Al M. en C. Genaro Gabriel Ortiz.- Pte.  
c.c.p.- El archivo del alumno.

CBZ/MTM/vsg'

Biologo Juan Luis Cifuentes Lemus  
Director de la Fac. de Ciencias  
Presente

Por medio de la presente le informo que la pasante en Biología Sandra Leticia Teposte Reyes con No. Reg 80659032 a terminado satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado EFECTOS DE UNA DIETA A BASE DE LA ALMENDRA COCIDA DE PAROTA ( Enterolobium cyclocarpu ( Jack ) Griseb ) EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA RATA. UN ESTUDIO MORFOLOGICO E HISTOLOGICO DE CEREBELO. Estudio efectuado en la Fac. de Ciencias.

Asi mismo informo que he revisado el manuscrito de la tesis y considero que cumple con los requisitos establecidos por la Fac. de Ciencias a su digno cargo.

Sin mas por el momento aprovecho la ocacion para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Genaro Gabriel Ortiz  
Director de Tesis

Guadalajara, Jal., 22 de Junio de 1992.

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Archivo  
660/sltr\*  
920622