

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS



**EVALUACIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL DE *Enterolobium cyclocarpum* (PAROTA), *Prosopis juliflora* (MEZQUITE)
Y *Leucaena leucocephala* (GUAJE), SOMETIDOS A
TRATAMIENTO TÉRMICO - QUÍMICO**

**TRABAJO QUE CON CARÁCTER DE
T E S I S
P R E S E N T A
EL. C. MVZ. GERARDO SIMON ESTRADA MICHEL**

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA NUTRICIÓN ANIMAL
DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. ESTHER ALBARRÁN RODRÍGUEZ
A S E S O R :
DRA. IRMA ELIZONDO ESPINOZA
LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL.
D I C I E M B R E D E 1 9 9 8**

CONTENIDO:

RESUMEN.....	X
INTRODUCCION.....	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Parota).....	1
<i>Prosopis juliflora</i> (Mezquite):.....	3
<i>Leucaena leucocephala</i> (Guaje):	4
Antienzimas:.....	5
Alcaloides:	6
Glucósidos Cianogénicos:.....	6
Hemoaglutininas (LECTINAS):.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACION.....	12
OBJETIVOS.....	13
HIPOTESIS:.....	14
MATERIAL Y METODOS.....	15
<i>Actividad Inhibidora de Tripsina:</i>	15
<i>Análisis Cuantitativo "Alcaloides totales" Método de Cundiff-</i> <i>Markunas.</i>	16
<i>Determinación Espectrofotométrica de Glucósidos</i> <i>Cianogénicos.</i>	16
<i>Determinación Semicuantitativa de Hemoaglutininas.</i>	17
<i>Digestibilidad "in situ"</i>	18
<i>Determinación cualitativa de aminoácidos</i>	19
RESULTADOS	21
<i>Coefficientes de Digestibilidad:</i>	24
<i>Factores antinutritivos:</i>	31
<i>Evaluación cualitativa de aminoácidos.</i>	41
DISCUSION.....	45
CONCLUSIONES:.....	53
BIBLIOGRAFIA:.....	54

RESUMEN

Con la finalidad de analizar el efecto de diversos tratamientos físico químicos sobre el contenido bromatológico, digestibilidad, factores antinutritivos y contenido de aminoácidos, de leguminosas silvestres, se utilizaron el follaje, fruto completo y semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, *Prosopis juliflora* y *Leucaena leucocephala*, sometidos a 3 tratamientos térmicos y químico: 1) 1 h 15 lbs. de presión, 2) 3 h cocción simple y 3) 1 h 15 lbs. + 5% de Ca(OH)_2 . Se procedió a deshidratar, moler y pesar las muestras para la determinación del bromatológico, Coeficiente de digestibilidad (CD) "in situ" de materia seca (MS), materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC), factores antinutritivos como inhibidores de tripsina, alcaloides totales, glucósidos cianogénicos, presencia de hemoaglutininas, y contenido cualitativo de aminoácidos. Con respecto a las variaciones en la composición bromatológica, los nutrientes que se modificaron por efecto de los tratamientos fueron, PC; fibra cruda (FC); y Cenizas (C). Generalmente se presentó un incremento de FC, después de aplicados los tratamientos, para la PC, el comportamiento no fue constante y el porcentaje de cenizas siempre fue mayor al aplicar el tratamiento 3. Se determinó un porcentaje de digestibilidad aceptable para frutos y semillas de parota con un rango de 60 - 68 %, excepto en PC, la menor digestibilidad fue la de follaje de las tres leguminosas con valores de 18-43 %, en general los tratamientos no aumentaron el CD, y en particular, al aplicar el tratamiento 1, en varias muestras disminuyó dicho parámetro. En cuanto a factores antinutritivos, fruto y semilla sin tratar presentaron las mayores concentraciones de los diversos factores antinutritivos. En semilla de parota los tratamientos reducen hasta en un 74.53% los inhibidores de tripsina, en semillas de guaje y mezquite y fruto de guaje y parota los resultados indican que la aplicación del calor, presión y Ca(OH)_2 no tuvieron efecto, sobre inhibidores de tripsina, el mejor tratamiento resulta la cocción simple por 3 h. Para glucósidos cianogénicos solo los dos primeros tratamientos resultaron adecuados, ya que el tratamiento 3, aparentemente incrementa el contenido de este factor, parcialmente el contenido de alcaloides disminuye por efecto de los tres tratamientos, en follaje los valores de inhibidores de tripsina fueron, mezquite 11.09, parota 31.85 y guaje 17.07 U.I.T./mg; En el caso de glucósidos cianogénicos, los promedios fueron, mezquite 0.89, parota 2.25 y guaje 3.18 μg de -CN, y para alcaloides totales en mezquite 21.3, parota 2.6 y guaje 1.2 %. La mayor hemoaglutinación se presentó en follaje, semilla y fruto, de guaje; en semilla y fruto de mezquite y parota se encontró, reducción de la hemoaglutinación por efecto de los tratamientos. La composición de aminoácidos, resultó modificada por efecto de los tratamientos, tanto en número como en la proporción, aunque no se identificó un patrón definido, atribuible a los tratamientos aplicados. Se puede concluir que bajo las condiciones del presente trabajo, los tratamientos 1 y 2, disminuyeron en la mayoría de muestras analizadas los factores tóxicos, los distintos tratamientos no modifican de manera importante los coeficientes de digestibilidad, de MS, MO y PC. Por último el tratamiento 3, y *Leucaena leucocephala*, presentaron un comportamiento no esperado.

INTRODUCCION

Debido a los numerosos productos y beneficios que proporcionan los árboles y arbustos son un patrimonio para todos los habitantes de la tierra. (Niembro, 1986).

México dada su diversidad de zonas climáticas posee una gran variedad de especies vegetales, el 40% del territorio Nacional está clasificado como zona árida, en esta región crecen diversas especies vegetales como el nopal (*Opuntia sp*), la calabacilla (Concubita), el huizache (Acacia) y el mezquite (Prosopis); En la zona del trópico se localizan la chaya (*Nidosculus chayamansa*), el saramuyo (*Annona escamosa*), una amplia variedad de Leucaenas (*L. esculenta*, *L. glauca*, *L. leucocephala*) comúnmente conocidos como guajes y la parota o guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*). Se calcula que dicha flora esta compuesta por mas de 25,000 especies (10% de la flora mundial); de estas aproximadamente 1,500 especies son leguminosas. (Chagolla, 1990., Soto, 1983., Chavéz, 1984., Estrada., 1976., Espejel, 1979).

Las leguminosas constituyen una extensa familia con características heterogéneas donde se encuentran hierbas pequeñas hasta árboles de gran porte, desde un punto de vista nutricional, representan plantas de gran utilidad por sus granos y forrajes, tanto si se refiere a la alimentación humana, (en el caso de los primeros) como a la de los animales domésticos, ya que contienen adecuados niveles de proteína cruda y elementos energéticos. Algunas especies de este grupo son: Leucaena ó *Enterolobium cyclocarpum* (Parota), *Prosopis juliflora* (Mezquite) y *Leucaena leucocephala* (Guajes), (Galindo, 1986). Las características más importantes de estas leguminosas son:

***Enterolobium cyclocarpum* (Parota)**

Arbol de 30 m de altura y diámetro de hasta 3 m, con el tronco derecho, con ramas ascendentes y copa hemisférica generalmente más ancha que alta, gris clara a gris pardusca, una corteza interna de color crema rosado, granulosa, con exudado pegajoso y dulzón que se coagula al contacto con el aire, es una especie que se encuentra distribuida por el Vertiente del

Golfo desde el Sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán y en la Costa del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas (Cordero, 1984).

Los nombres más comunes son: guanacastle, guanacaste, cocanaste, necaste y cuaunacastli. En Michoacán y Jalisco le llaman parota; en San Luis Potosí, Veracruz y Puebla, orejón; en Chiapas y Tabasco, picho; en Oaxaca, aguacaste y en Yucatán, pich. En general todos los nombres se refieren a la forma del fruto que semeja una oreja humana; así cuanacastli es una alteración del náhuatl, cuauhuitl - árbol y necastli - oreja (Espejel, 1979).

Los frutos de 7 a 12 cm de diámetro, aplanados y enroscados, de color moreno oscuros brillantes, y sabor dulce, contiene numerosas semillas ovoides y aplanadas de 2.3 X 1.5 cm morenas y brillantes con una línea pálida con la forma del contorno de la semilla, rodeada por una pulpa fibrosa y dulce.

La parota es un árbol de larga vida y de fructificación tardía, ya que produce su semilla a partir de los 8 a 10 años. La floración es de febrero a abril y la fructificación de abril a mayo, siendo mayo y junio cuando las vainas llegan a su completa madurez y entonces se desprenden del árbol con gran facilidad.

Los árboles de esta especie pierden las hojas de febrero a abril. Su reproducción se hace por medio de semilla, la cual tiene un alto poder germinativo.

El árbol de parota produce por término medio alrededor de 225 kg. de vainas anualmente (Huerta, 1983).

En el Parque Nacional en Santa Rosa, Costa Rica al noroeste de la provincia de Guanacaste los árboles producen de 2,000 a 2,200 frutos llegando a 5,000 frutos durante la segunda mitad de la temporada de sequía (marzo - mayo), aunque no todos los frutos llegan a madurar (Janzen, 1982., Janzen, 1981).

Mejía (1984) indica que solo se puede utilizar la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* o parota en la alimentación de pollos de engorda en un nivel del 5% de inclusión en la ración, pudiendo substituir parcialmente al sorgo y a la soya. Otro parámetro analizado fue, la pigmentación del pollo en tarsos, piel y pico la cual no se presentó en un nivel considerable en ninguno de los tratamientos (5%, 10%, 15%).

Serratos (1989) alimento pollos de engorda de la raza Petterson de 1 día de edad con harina de semillas completas en sustitución del porcentaje de proteínas de un 10 y 20%. La

ganancia de peso acumulada fue, de 1.538, 1.304 y 1.708 kg para las dietas con el 10, 20 y 0% de sustitución de proteína a partir de harina de semilla.

Sin embargo también existe información de que las leguminosas contienen factores antinutritivos como: glucósidos cianogénicos, alcaloides, hemoaglutininas, inhibidores de tripsina, entre otros (Valle, 1991).

***Prosopis juliflora* (Mezquite):**

Es un árbol común en regiones áridas de México. Alcanza una altura de 5 a 7 m, con un tronco de 30 a 50 cm de diámetro, cubierto por una corteza oscura y gruesa posee ramas irregularmente encorvadas. Su fruto es una vaina (ejote) de color amarillento o rojizo, las hojas son estipuladas, las flores se agrupan en racimos de color verdoso, olorosas, cuando se abren se ven amarillas, la época de floración empieza en marzo y abril; el fruto comienza a madurar en junio y se le ve en racimos de número variable de frutos, las semillas tienen forma cuadrada, más gruesas del centro, aplastadas en los bordes y separados entre sí cuando el fruto está seco. Su producción oscila de 3,000 a 4,000 kg./ha. (Barajas, 1995., Galindo, 1986).

De esta planta se puede utilizar además del fruto, las hojas que son consumidas ávidamente por los rumiantes. Esta leguminosa es de las más abundantes en el país, Se reproduce en cualquier clima. Ocupa todo tipo de terrenos. En los lugares bajos se considera que el mezquite es indicador de las corrientes de agua, en estos lugares, alcanza más altura y frondosidad (Martínez, 1959).

Antiguamente, los apaches hacían una harina para hornear panes a los que llamaban mezquitamal, o bien preparaban una bebida con agua (mezquitatole). La flor del mezquite es aprovechada también por las abejas para elaborar miel de sabor agradable y color claro. La madera es sumamente dura, pardo rojiza, veteada, muy apreciada en mueblería (Flores, 1981).

Se han realizado una serie de estudios tratando de incorporar de manera sistemática esta leguminosa a la alimentación animal. En la alimentación de conejos machos recién destetados (de 42 días de nacidos) de la raza Nueva Zelanda, alimentados a voluntad con cinco niveles de harina de mezquite (0, 5, 10, 15 y 20%) encontraron que el consumo de alimento, ganancia de peso, eficiencia y conversión alimenticia de los animales en experimentación fueron similares al testigo (Santos, 1983).

Soto (1983) tomó muestras al azar de distintos árboles (Mezquite) posteriormente los mezcló, tomó muestras compuestas representativas, las desecó a 75° C durante 72 h. determinando que la digestibilidad "in vitro" de la materia seca fue, de 5.5 % en un período de fermentación de 6 a 18 horas.

Leucaena leucocephala (Guaje):

Arboles con copa irregular de menos 5 m, abierta en la época seca y densa en época de lluvia, alcanzando una altura media de 4-18 m y hasta 30 cm ó más de diámetro, de hojas bipinadas, flores blancas o rojizas, el fruto es aplanado, bivalvado de color café, oscuro, de tamaño variado, sumamente duras, a este genero se le conoce por los nombres comunes de guashin, guaxin (Yucatán) y en otros estados como huaxe, guaje.(Hurtado.1984., Inventario Nacional.1970)

En México se le considera como especie endógena de la Península de Yucatán, sin embargo se le encuentra en casi todo el país principalmente en Guerrero, Oaxaca, Campeche, Chiapas, Jalisco y Nayarit. Prefiere suelos secos y calizos. Estas plantas tienen un alto contenido de carotenos, excelente para colorear la yema de huevo en las aves, además de ser fuente de vitamina K

Se señala como condicionante para su consumo, el contenido en mimosina, o de manera directa el metabolito dihidroxi-4-(H)-piridón (DHP), que es un poderoso bociógeno. Sin ningún tratamiento que disminuya el contenido de factores antifisiológicos (antinutricionales), el 25 % de inclusión de esta planta en Base Seca (BS), de la dieta puede dar origen a intoxicaciones en rumiantes. En aves no debe sobrepasar del 10%, niveles mayores reducen la postura. El contenido de mimosina, se reduce por la desecación natural de las hojas y más aún si se aplica calor (60°C). Se puede precipitar la mimosina con bajos niveles de sulfato de hierro ó adicionando este compuesto a la dieta, sin embargo los niveles resultantes son aún peligrosos (Ugarte, 1983).

En cuanto a su producción, existen reportes de rendimientos de forraje de las variedades Peruana, Cubana y Común de: 43.15, 46.34 y 39.3 toneladas/ha/año en Base Húmeda (BH) y 14.72, 16.47 y 16.36 toneladas/ha/año en BS, respectivamente (Quero, 1988).

La producción de la variedad Peruana, en terrenos de temporal, clima tropical semiseco, precipitación media anual de 785 mm, a una altura de 1,200 m sobre el nivel del mar, cosechada cuando la planta alcanzaba 1.5 m, a tres alturas de corte, 0.20, 0.40 y 0.60 m, con una frecuencia de corte de 30 días. presentó valores de:

Altura de Corte en Metros	Forraje (BS) Ton/ha.	Proteína Cruda (PC) %	Digestibilidad %
0.20	8.2	28.9	81.0
0.40	6.0	30.0	80.6
0.60	9.5	29.9	77.7

(Rodríguez, 1986., Sánchez, col, 1990).

El rendimiento de las variedades *Leucaena leucocephala*, *L. greggii* y *L. leucocephala* variedad *K 743*, sembradas en un terreno de matorral típico, con un total de nueve cortes en tres periodos vegetativos y una frecuencia trimestral, en BS. fueron: 6.04, 3.79 y 8.40 ton/ha /año respectivamente (Foroughbakhck, 1989).

Antienzimas:

Entre las antienzimas conocidas se encuentran inhibidores de la colinesterasa, amilasa, invertasa y proteasas. Son muchas las plantas que contienen sustancias inhibidoras de las colinesterasas; Hojas del brécol, raíz de la remolacha, espárrago, papa, nabo y apio.

De estas sustancias la más estudiada y conocida es la solanina existente en la papa principalmente en estado verde. Existen sustancias típicamente inhibidoras de la colinesterasa pudiendo citar como ejemplos los insecticidas, organofosforados y carbamatos (Jurado, 1989).

En estudios realizados acerca de 15 y 16 leguminosas; recolectadas en México para determinar su contenido de factores antinutritivos, todas las muestras presentaron inhibidores de tripsina, sin embargo solo una (*Pithecellobium f*) presentó un valor alto 240 Unidades Inhibidores de Tripsina (UIT) (Sotelo, 1978., Sotelo, 1980).

Alcaloides:

Son compuestos orgánicos complejos con algunas características como: contienen nitrógeno, son alcalinos e insolubles al reaccionar con otros compuestos, insolubles en agua, forman sales al reaccionar con ácidos.

Se encuentran en gran variedad de plantas, entre las que destacan: *Astragalus* (hierbas locas), *Claviceps* (cornezuelo del centeno), *Conium delphinium* (espuela de caballero), *Nicotiana* (tabacos), *Solanum* (mala mujer, trompillo), *Zingadenus*.

Sus dosis letales, (DL50) intraperitoneales, se encuentran entre 35 y 300 mg/kg. (retorcían y heliotrina) (Jurado, 1989). Al parecer el mezquite contiene un alcaloide para el que se propuso el nombre de mezquitlina o juliflorina.

Glucósidos Cianogénicos:

Son compuestos complejos constituidos por un factor químico no azucarado y un azúcar. Cuando el azúcar que contiene el compuesto es glucosa se le conoce como glucósido. Los glucósidos tóxicos incluyen varios compuestos entre los que figuran los glucósidos cianogénicos que liberan ácido cianhídrico (prúsico), además al ser hidrolizados liberan sustancias causantes de bocio, aceites irritantes como el de la mostaza, glucósidos cumarínicos y glucósidos esteroides (cardiacos o saponificantes)(González, 1989).

Los géneros vegetales que mayor contenido de glucósidos son: *Acacia spp.*, *Holcus lanatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Lotonis laxa*, *Sorghum spp.*, *Adenia digitata*, *Cerocarpus spp.*, *Eucalyptus spp.*, *Pasiflora spp.*, (Alfonso, 1988).

Las dosis letales encontradas para este grupo de compuestos son: Ácido cianhídrico puro, por vía digestiva puede señalarse entre 1 y 2 mg/kg. para la mayoría de especies animales. Para bovinos 1.5, ovinos 2.0 y equinos 2.3 mg/kg. (Jurado, 1989), cianógeno 13 mg/kg.

(Dreisbach, 1988), cianuro potásico, la dosis letal para caballos es de 4-8, bovinos 6-8, perro 1.2-0.5, hombre 0.1-0.15 g/kg. (Jurado, 1989).

Hemoaglutininas (LECTINAS):

Hemoaglutininas, fitohemoaglutininas, lectinas o fitotoxinas son sustancias extraídas de algunas plantas que tienen la propiedad de aglutinar los hematíes, se suelen encontrar en las semillas principalmente y pueden ser extraídas por agua ó solución salina.

De forma general, se considera que las lectinas vegetales son proteínas de alto peso molecular con propiedades físicas variables dependientes de la especie y variedad vegetal. Químicamente son mucoproteínas ó lipoproteínas, se conocen unas 500 especies vegetales que contienen lectinas, encuadradas en diversos géneros como: Ricinus, Croton, Jatropha, Hura, Abrus, Robinia, Cassia, Glycine.

Dosis del género Ricinus (ricina) absorbida por vía digestiva, conjuntival y pulmonar.

Caballo	0.1 g de semilla / kg de peso vivo.
Ganso	0.4 " "
Conejo	0.9 " "
Cerdo y Ovino	1.2 " "
Bovinos	2.0 " "
Caprinos	5.5 " "
Gallina	14.0 g de semilla /kg de peso vivo. (Jurado, 1989).

Resulta evidente que existe poca información de los diversos factores antinutritivos o tóxicos presentes en las especies de la Familia Leguminosae, ya que los datos existentes se refieren al grupo como tal, sin embargo resulta significativo la particularidad de especie. Algunos datos importantes para las leguminosas del presente estudio (Leucaena, Prosopis y Enterolobium) son:

El principio tóxico del mezquite (*Prosopis juliflora*) no ha sido determinado con exactitud, aunque se sabe que ingerido como única fuente de forraje causa muerte a largo plazo (González, 1989).

Para diversas especies de Leucaena, solo se menciona como factor tóxico la presencia de mimosina (alfa-aminoácido), de la que en diversos estudios demuestran una ligera disminución cuando se someten a tratamientos térmico-químicos (Adeneyen, 1991).

Por otro lado se conoce que la nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad; que comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrimentos, así como su transporte hacia la totalidad de células del organismo y la consecuente eliminación de elementos no utilizables ó productos de desecho del metabolismo (Maynard, 1986).

De un alimento o ingrediente cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la que es eliminada vía heces, es considerada indigestible, de aquí que cada alimento tenga diferente digestibilidad y esta dependa, en el caso de un alimento vegetal, del grado de crecimiento, así como de la edad y especie animal que lo consuma.

Dentro de una misma especie animal existen variaciones en el aprovechamiento de los alimentos que dependen sobre todo de la edad, raza, especialización zootécnica, estado de salud y tipo e intensidad del trabajo a que estén sometidos (Curso UNAM 1988/1989).

Para la evaluación del valor nutritivo de los alimentos no es decisivo el contenido de nutrimentos brutos como proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), grasa cruda (GC) entre otros, si-no el contenido de nutrimentos digestibles. Estos últimos se utilizan para el calculo de importantes índices de la valoración energética. Si se refiere específicamente a la proteína se hace necesario la valoración de los aminoácidos que la están constituyendo así como la disponibilidad biológica de la misma. Por lo que resulta comprensible la trascendencia de determinar con la mayor exactitud posible los valores de digestibilidad, y demás parámetros que nos permitan establecer el valor nutritivo de los ingredientes que constituyen un alimento terminado (Wiesemller, 1983).

El coeficiente de digestibilidad se define como la particularidad que posee un alimento de ser utilizado en mayor ó menor proporción por el aparato digestivo, expresado en porcentaje. Para estimar este parámetro se utilizan diversas técnicas: Digestibilidad "in situ", "in vitro" e "in vivo" (Risse, 1980).

El método de digestibilidad "in situ" se utiliza principalmente para estimar la calidad de los forrajes, mediante el uso de bolsas de nylon, que contienen la muestra y se incuban en el rumen de animales (borregos o bovinos) fistulados. La desaparición de la materia, se interpreta como elementos digeribles (Tejada, 1992., Van Soest. 1982).

La digestibilidad "in situ" de ingredientes altos en fibra ó forrajes se realizan en rumiantes, por la relación que se establece entre fibra-flora ruminal (Van Soest, 1982).

La flora microbiana alojada en la cavidad ruminoreticular es capaz de desdoblar la celulosa, aprovechando una fuente de energía vegetal, la cual es difícilmente aprovechable por otras especies (Kaufmann, 1981).

Así también diferentes investigadores han realizado distintos trabajos con tratamientos físicos, químicos y térmicos con la finalidad de intensificar la utilización de las leguminosas así como incrementar la disponibilidad de los nutrimentos además de disminuir o eliminar los factores antinutritivos contenidos en ellas.

Mediante la limpieza-desenvainado-limpieza del grano, remojo en agua durante 2 horas y después un tratamiento térmico en autoclave a 121° C por 30 minutos/16 lbs, descascarillado -secado en horno de aire caliente a 70° C, molienda a un grueso de 80 mallas, se encontró una reducción de los factores antifisiológicos (antinutritivos) principalmente antitripsico, saponina y mimosina, (Univ. Moreliana, 19819).

Tratamiento térmico--Químico, frutos completos de parota, se mantuvieron sumergidos en una solución acuosa de hidróxido de calcio común en relación 2:1 volumen en solución/peso del fruto, por 45 minutos a 15 lbs de presión, y 120° C se redujeron los factores antitripsico, saponina y la mimosina, (Serratos, 1989).

Se llevo a cabo un experimento utilizando maíz amarillo, pasta de soya/ harina de hojas de *Leucaena Leucocephala* (HHL), en 5 dietas para pollos de 1 a 5 semanas de edad, la HHL sometida a 0,15,30,45 y 60 minutos de cocción en autoclave (121° C) se agrego en un 15% del total de la dieta. El contenido de mimosina en cada una de las diferentes dietas fue de 5.82,5.66,5.70,5.23,5.02 % sin que se observaran efectos benéficos atribuibles al tratamiento (Enríquez, 1986 a).

En un experimento con 210 pollos de 1 a 5 semanas de edad, utilizando sorgo, pasta de soya y la inclusión del 15 y 20% de harina de hojas de *Leucaena* (HHL) tratadas con una solución al 2% de FeSO₄ más cocimiento en autoclave, durante 15 minutos, a 15 libras de

presión. Obtuvieron disminución de mimosina en un 3% y baja conversión alimenticia de las dietas que contenían la HHL(Enriquez, 1986 b).

Por lo señalado resulta evidente que las Leguminosas representan un gran potencial, por sus aceptable contenidos de proteína (15 al 35 %) y carbohidratos (20-50 %), sin embargo se deben caracterizar sistemáticamente la presencia y posible eliminación de factores antinutritivos como hemoaglutininas, alcaloides, inhibidores de tripsina y glucósidos cianogénicos, además de ser elemental analizar los cambios del coeficiente de digestibilidad y variaciones en el contenido de nutrimentos que presenten las leguminosas después de someterlas a tratamiento físicos y químico y así contribuir a su completa caracterización que permita su utilización de manera fundamentada en la alimentación animal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen diversas leguminosas silvestres, aprovechadas solo en ciertas regiones del país, tanto para la alimentación humana como animal, es evidente que representan un gran potencial alimenticio, por su adecuado contenido proteico y de carbohidratos, nutrimentos indispensables en la dieta para consumo humano o animal y por los cuales en la actualidad compiten. A pesar que las leguminosas son adaptables a diversos climas y se cuentan con una gran diversidad y producción, no se utilizan o bien se emplean en forma limitada por la presencia de factores antinutritivos y la falta de conocimientos básicos de su valor y disponibilidad, tanto de orden químico como biológico. La presencia de factores antinutritivos, pudiera mejorar al aplicar a las leguminosas tratamientos físicos y químicos como sucede con el frijol común y la soya, resultando de gran trascendencia conocer los cambios de digestibilidad de los nutrimentos y posibles modificación de los mismos, cuando se somete a las leguminosas a estos tratamientos, lo que contribuiría a generar la información necesaria para salvar la segunda limitante de utilización señalada.

JUSTIFICACION

Dentro del grupo de las leguminosas los géneros *Prosopis*, *Leucaena* y *Enterolobium* se caracterizan por tener un adecuado nivel proteico, que varía del 23 al 32%, además de contar con una buena distribución en el estado de Jalisco, sin embargo no se utilizan eficientemente en la alimentación animal, por la falta de información acerca de su valor químico, biológico aunado a la presencia de factores antinutritivos, característica que teóricamente se modifica al someter las leguminosas a tratamiento térmico ó químico, y que colateralmente también modifican el porcentaje de digestibilidad.

Por lo cual en el presente trabajo se pretende evaluar el efecto de los tratamientos térmicos y químicos sobre los factores antinutritivos, así como las posibles variaciones en los porcentajes de digestibilidad y presencia cualitativa de aminoácidos, y de esta forma contribuir a la generación de información que permita fundamentar la utilización de las leguminosas silvestres en la alimentación animal.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar la evaluación químico nutricional de *Enterolobium cyclocarpum* (parota), *Prosopis juliflora* (mezquite) y *Leucaena leucocephala* (guaje), sometidos a tratamiento térmico, químico.

PARTICULARES

1. - Caracterizar al follaje, fruto y semillas de 3 leguminosas silvestres sobre su contenido de factores antinutritivos.
2. - Valorar el efecto de los tratamientos térmicos y químicos sobre el contenido de factores antinutritivos del fruto y semillas de mezquite, guaje y parota.
3. - Estimar los posibles cambios del coeficiente de digestibilidad aparente "in situ" de Materia seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Materia Orgánica (MO), del follaje, fruto y semillas de 3 leguminosas silvestres cuando se someten a diversos tratamientos.
4. - Determinar las posibles variaciones cualitativas de aminoácidos presentes en las diferentes elementos de las leguminosas sometidas a los diferentes tratamientos.

HIPOTESIS:

El follaje, fruto y semilla de guaje, parota y mezquite (leguminosas silvestres) tiene un adecuado valor nutritivo, sin embargo la presencia de factores antinutritivos en su mayoría termolábiles, limitan su empleo adecuado en la alimentación animal, por lo que el someter estas leguminosas a diversos tratamientos físicos/químicos, disminuirán dichos factores antinutritivos así como aumentaran la digestibilidad aparente de sus nutrimentos, sin modificaciones cualitativas de los aminoácidos presentes.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se utilizó el follaje, fruto y semillas de 3 leguminosas silvestres (parota, guaje y mezquite) recolectados durante los meses de Enero/Febrero y Mayo/Julio, en los municipios del Limón, La Huerta, Puente Grande, Zapopan y Jocotepec, se tomaron 3 muestras por municipio y por lo menos 3 municipios por leguminosa ha analizar.

Las muestras se reunieron en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia, hoy división de ciencias veterinarias. Donde se sometieron a: una hora de cocción a 15 libras de presión, 121°C, (1h-15 lbs), tratamiento No.1, tres horas de cocción simple (3h) tratamiento No.2 y una hora de cocción a 15 libras de presión, más 5% hidróxido de calcio Ca(OH)_2 (1h - 15 lbs. + 5% Ca(OH)_2) tratamiento No.3.

Se determino el análisis bromatológico, coeficiente de digestibilidad, factores antinutritivos y presencia cualitativa de aminoácidos, de las diferentes muestras antes y después de aplicados los tratamientos, realizándose tres repeticiones por muestra. Las técnicas utilizadas fueron:

Actividad Inhibidora de Tripsina:

Pesar 1 g de la muestra, molida a través de una criba de 1mm, depositar en un matraz de 120 ml, y agregar 50 ml de NaOH 0.01 N, dejarla reposar durante 3 horas, comprobar que el pH de la suspensión se mantenga entre 8.4 y 10. Diluir esta suspensión a un punto que 1 ml, produzca una inhibición de tripsina del 40-60%.

Preparar 2 series de tubos tomando 0.0, 0.6, 1.0, 1.4, 1.8 y 2.0 ml, de la suspensión diluida de la muestra. Completar con agua bidestilada hasta 2ml y mezclar. Adicionar 2ml de la solución de tripsina a cada tubo, excepto al que contiene los 2.0 ml, de la suspensión de la muestra. Colocar los tubos en baño maria a 37°C y agregar 5 ml de solución BAPNA (Bezoil DL Arginina Pnitroanilidina clorhidrato) precalentada a 37°C y mezclar bien. Detener la reacción a los 10 minutos, adicionando 1ml de ácido acético al 30%. Al tubo con 2.0 ml de

suspensión diluida de la muestra, agregar tripsina. La densidad óptica se mide a 410 nm (Tejada, 1992).

Análisis Cuantitativo "Alcaloides totales" Método de Cundiff-Markunas.

Pesar 2.5 gramos de la muestra desecada y triturada, colocarla en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y adicionar 15 ml de ácido acético al 5 %. El matraz se debe agitar para que la muestra se impregne, agregar 100 ml de la solución benceno - cloroformo (1:1), en el matraz, adicionar 10 ml de solución NaOH al 36 %, cerrar herméticamente y agitar durante 20 minutos. Filtrar, utilizando papel Whatman numero 2.

Tomar, 25 ml del filtrado en un matraz Erlenmeyer de 125 ml, oxigenar la superficie del matraz durante 5 minutos, y adicionar 2 gotas de indicador para titularlo a un punto final de color verde, con HClO_4 al 0.025 N.

Cálculos:

$$\% \text{ Total de Alcaloides} = \frac{V1 \times N \times 32.45}{\text{Peso de la Muestra}}$$

N= normalidad

V1 = volumen titulado (AOAC, 1984).

Determinación Espectrofotométrica de Glucósidos Cianogénicos.

Pesar 10 g de muestra, colocarlos en un matraz de Kjeldahl de 800 ml, agregar 250 ml de agua acidulada (ácido clorhídrico), perlas de vidrio y antiespumante (trozos de parafina). Conectar el matraz al destilador de Kjeldahl. En el matraz colector depositar 25 ml de agua. Tener cuidado de que el tubo del condensador quede dentro de la solución.

Dejar reposar 2 horas, al cabo de este tiempo iniciar lentamente la destilación cuidando que no pase espuma al matraz colector (ya que dependiendo de la muestra, en ocasiones no es suficiente el agregar el antiespumante), destilar aproximadamente 100 ml. Aforar el destilado a 150 ml con agua destilada. Tomar una alícuota de 25 ml (el pH puede variar de 2 hasta 10) colocarlos en un matraz volumétrico de 50 ml, agregar 1 ml de solución de cloramina T al 1% agitar, tapar, y dejar reposar durante 1 minuto. Agregar 3 ml de solución reactiva [ácido

barbitúrico (3 gr), piridina (30 ml), y ácido clorhídrico (5.5 ml), aforados a 100 ml con agua bidestilada]. Aforar con agua bidestilada, leer después de 8 minutos a 570 nm contra un blanco (agua bidestilada) (Tejada, 1992).

Determinación Semicuantitativa de Hemoaglutininas.

Se realiza mediante una técnica de diluciones seriadas en la cual se determino el punto final por una estimación visual de la aglutinación de glóbulos rojos.

El método de microtitulación es rápido y requiere una mínima cantidad de muestra. Se necesita trabajar con glóbulos lavados y activados con una solución de proteasa disponible para mejorar la aglutinación.

Cuando la sangre se va a trabajar inmediatamente se puede utilizar, solución de heparina ó citrato, en la siguiente relación: Solución heparina sangre = 15-20 UI, de heparina, por 1 ml sangre. Solución citrato sangre = 1 ml de citrato por 1 ml de sangre.

Si la sangre no se trabaja de inmediato se debe conservar en refrigeración, usar como solución anticoagulante, la solución ELSEVER en proporción 1:1, (sangre solución)

Sensibilización del paquete de eritrocitos:

Verter a tubos de centrifuga, la sangre con anticoagulante para lavar (3 veces) con solución salina al 0.9%. La relación sangre: solución salina es aproximadamente 1:5. Centrifugar a 1500 r.p.m. durante 10 minutos, después del ultimo lavado, medir en el tubo de centrifuga, la cantidad del paquete de eritrocitos, para diluir al 4%, para lo cual, agregar por cada ml de glóbulos rojos, 24 ml de solución salina al 0.9 %.

Agregar 1 ml de solución de tripsina al 0.1%, en solución salina, a cada 10 ml de suspensión de glóbulos rojos al 4%, incubar por 1 hora a 37°C.

Centrifugar para eliminar la enzima sobrenadante dando, 3 lavados con solución salina al 0.9%. Resuspender el paquete de glóbulos rojos al 5 %, para lo cual a cada ml de paquete de eritrocitos, adicionar 19 ml de solución salina 0.9%.

Tomar 1 ml de la suspensión de glóbulos rojos ya sensibilizada, agregar 4 ml de solución salina al 0.85%. Leer al espectrofotómetro a 620 nm, usando un adaptador de celdas

que solo permita el paso de 1 cm cuadrado de luz, como blanco utilizar solución salina al 0.85%.

La lectura que se debe obtener es ± 2 de transmitancia, en caso contrario, realizar la dilución necesaria para que la suspensión de glóbulos quede dentro de dicho rango.

Con un pipeteador de gota, colocar 50 μ l de solución salina al 0.85%, en cada pozo de un microtiter de placas tipo "V", evitando tocar las paredes del pozo, del microtiter.

Por contacto con la superficie llenar un microdilutor de 50 UI, con extracto problema, para el presente trabajo se utilizaron cantidades 0, 20, 40, 60, 80, 100, 150 y 200 μ l de muestra.

Con una pipeta colocar en cada pozo 50 μ l de la suspensión de glóbulos rojos sensibilizada y ajustada. Rotar la placa en forma circular e incubar a 37°C por espacio de una hora.

Colocar la placa sobre el dispositivo de lectura, observar a través del espejo, el fondo de los pozos de cada hilera de prueba. Se reporta la máxima dilución que presente aglutinación (Curso UNAM 1988/1989).

Digestibilidad "in situ"

Se tomo otra serie de muestras antes y después de ser aplicados los diferentes tratamientos, para deshidratarlas hasta peso constante (Materia Seca, MS) y someterlas por triplicado a las determinaciones rutinarias del análisis químico proximal determinando de esta manera el posible cambio en el contenido de nutrimentos (Maynard, 1986., Tejada, 1992).

La determinación del Coeficiente de digestibilidad (CD) se realizo de acuerdo a la técnica de la bolsa de nylon, que consiste en, pesar 5 g de muestra seca y molida, depositar dentro de una bolsa de nylon, para posteriormente cerrarse y colocarse en el rumen (incubación) de animales fistulados (borrego de aproximadamente 30 kg). Se depositaron 3 bolsas por muestra, incubandose durante 72 horas. Al cabo de este tiempo, las bolsas se lavan, se secan en una estufa a 100°C durante 48 horas. La diferencia entre el peso de la muestra antes y después de la incubación, indica la muestra digerida.

Cálculos:

$$C. D. \% = \frac{\text{Peso de muestra antes de incubar} - \text{Peso de muestra después de incubar.}}{\text{Peso de muestra antes de incubar, (Tejada, 1992)}} \times 100$$

Se estimó el Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína Cruda (PC).

Determinación cualitativa de aminoácidos

Se analizaron el follaje, fruto y semillas de las tres leguminosa, sin tratar y sometidas a los diferentes tratamientos, mediante prueba de cromatografía en capa fina, realizando corrimientos por triplicado para cada muestra.

Preparación de la muestra:

Colocar 0.005 de g de muestra, desengrasada en una ampolleta de 5 ml, para su digestión con 2 ml de HCl, 6N, insuflar nitrógeno con la finalidad de eliminar el exceso de oxígeno.

Las ampolletas se sellan con ayuda de un mechero, e incuban a $145 \pm 1^\circ \text{C}$, durante 4 horas, eliminar el HCl, utilizando un desecador al vacío. Resuspender la muestra ya digerida en agua bidestilada, filtrar (papel Whatman # 50), ajustar el pH a 6.8 ± 0.2 , aforar a 5 ml con agua bidestilada y desionizada.

Preparación de los estándares:

Preparar los estándares, para cada uno de los aminoácidos, a una dilución de 2.5 μmol , en agua bidestilada y desionizada, con fines prácticos se prepararon 10 ml/aminoácido.

Desarrollo y revelado:

Utilizar cromatoplasas de alcelulosa (aluminio - celulosa, sin indicador de fluorescencia), para cromatografía en capa fina (Merck No.5552), las que se marcan finamente cada 2 cm, marcas en las que mediante el uso de una jeringa hamilton, se aplicaran 10 μl , de las muestras hidrolizadas o estándares de aminoácido.

Colocar la cromatoplasa en un tanque de corrimiento, para la fase móvil, utilizar una mezcla de butanol, acetona, ácido acético y agua, (70, 70, 20, y 40 ml), dejar que se suceda el corrimiento por 3 hrs, desecar a temperatura ambiente, para posteriormente revelar con

ninhidrina (200 mg/100 ml, de acetona), desecar a 110° C hasta obtener el revelado (González, 1991., Shapira, 1989).

Cálculos:

El valor Rf (relación al frente del solvente) puede calcularse para cada compuesto de la igualdad siguiente:

$$Rf = a / b$$

Siendo:

a = Distancia en mm, de la línea de aplicación al centro del compuesto separado

b = Distancia en mm, de la línea de aplicación a la altura alcanzada por el solvente (Frente), (Curso Merck, 1991).

Los valores promedio obtenidos tanto para los coeficientes de digestibilidad, como para el contenido de los diferentes factores antinutritivos, se sometieron a análisis estadístico de varianza completamente aleatorio y en el caso de diferencias entre promedios, se aplicó la prueba múltiple de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 (Wayne, 1990).

RESULTADOS

Para analizar el efecto de los distintos tratamientos sobre, la composición bromatológica, coeficientes de digestibilidad de MS, MO, PC, Inhibidores de Tripsina, Glucósidos Cianogénicos, Alcaloides Totales, Hemoaglutininas, así como la composición cualitativa de aminoácidos, se prepararon gráficas, cuadros e imágenes que a continuación se describen:

Cuadro No. 1 Bromatológico de *Enterolobium cyclocarpum* (Parota)

	H %	P. C. %	F. C. %	E. E. %	C. %	E.L.N. %
Follaje	60.25	17.47	28.82	1.79	7.3	43.26
Fruto	10.92	14.88	13.18	0.58	3.98	67.15
1 Fruto	10.78	14.69	15.77	1.12	4.13	64.4
2 Fruto	10.58	16.26	15.28	1.27	3.84	59.88
3 Fruto	11.3	30.66	15.78	1.21	6.62	45.2
Semilla	2.27	24.69	10.39	0.81	4.46	58.8
1 Semilla	2.35	23.86	17.81	1.7	3.51	53.32
2 Semilla	2.15	22.21	11.47	1.71	3.6	62.03
3 Semilla	2.34	22.68	13.42	1.52	6.92	55.11

1 = 1h, 15 lbs, 2 = 3h. de cocción simple, 3 = 1h, 15 lbs. + 5% Ca(OH)₂
 H = Humedad, PC = Proteína Cruda, FC = Fibra Cruda, EE = Extracto Etéreo,
 C = Cenizas, ELN = Extracto Libre de Nitrógeno.

En parota el porcentaje de P.C., de fruto se eleva de 14.88% a 30.66%, cuando se aplico el tratamiento No.3, mientras que en semilla este mismo nutriente se reduce alrededor de 2% ya que va de 24.69 a 22.68%. En F.C, tanto en semilla como en fruto se observa un mínimo aumento al aplicar el tratamiento No.2, se observa incremento en el porcentaje de C, de semilla y fruto, después de aplicar el tratamiento No.3. (Cuadro No.1).

Cuadro No. 2 Bromatológico de *Prosopis juliflora* (Mezquite)

	H %	P. C. %	F. C. %	E. E. %	C. %	E.L.N. %
Follaje	60.54	22	24.82	1.61	7.72	44.23
Fruto	22.71	16.28	23.49	1.54	4.71	50.75
1 Fruto	22.2	14.44	26.48	1.18	2.49	55.54
2 Fruto	21.89	14.26	46.05	1.18	2.62	35.88
3 Fruto	22.5	13.14	41.55	2.08	12.03	31.22
Semilla	18.59	15.23	16.46	1.88	4.71	51.55
1 Semilla	17.95	13.51	50.81	1.47	2.12	32.12
2 Semilla	18.5	12.83	53.46	1.21	2.44	30.04
3 Semilla	19	12.21	51.18	1.48	9.76	25.75

1 = 1h, 15 lbs, 2 = 3h. de cocción simple, 3 = 1h, 15 lbs. + 5% Ca(OH)₂
 H = Humedad, PC = Proteína Cruda, FC = Fibra Cruda, EE = Extracto Etéreo,
 C = Cenizas, ELN = Extracto Libre de Nitrógeno.

Para mezquite, el follaje obtuvo promedios de 22, 24.82 y 7.72% para P.C., F.C. y Cenizas. Para el fruto la P.C. disminuye conforme se aplicaron los distintos tratamientos variado de 16.28 a 13.14%, en la muestra sin tratar y sometida al tratamiento 3, el comportamiento de la proteína, contenida en semilla, es similar al del fruto, el porcentaje de la fibra cruda de fruto y semilla, fue en aumento al aplicar los distintos tratamientos y al igual que en guaje las cenizas se elevaron hasta en un 200% como efecto de aplicar el tratamiento 3. (Cuadro No.2).

Cuadro No. 3 Bromatológico de *Leucaena leucocephala* (Guaje)

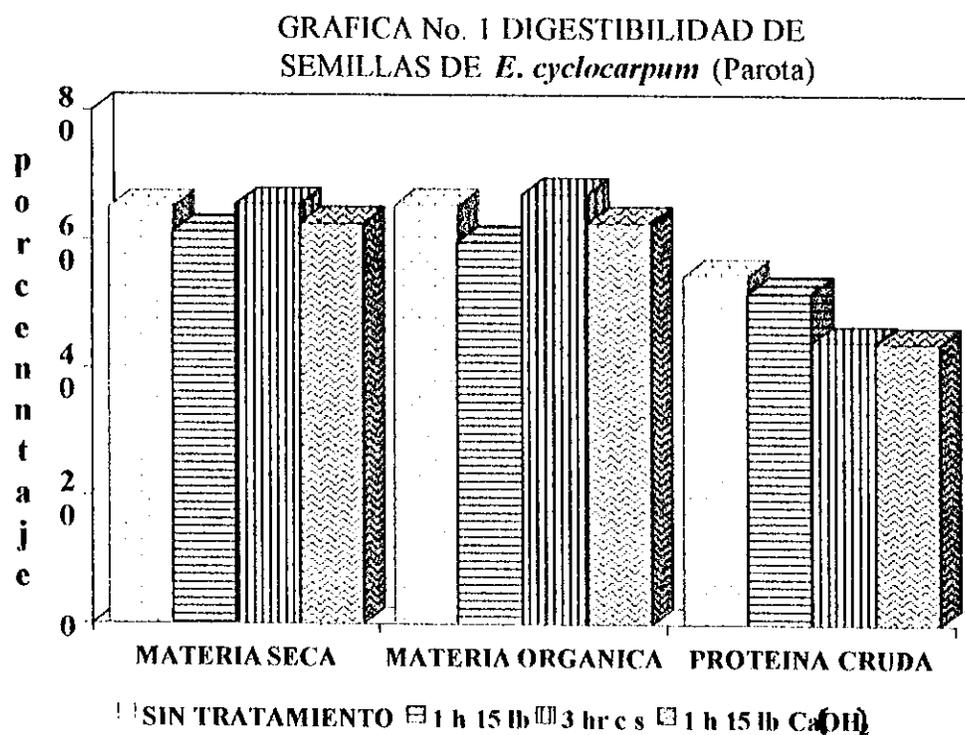
	H %	P. C. %	F. C. %	E. E. %	C. %	E.L.N. %
Follaje	68.81	13.99	26.29	3.67	9.43	46.9
Fruto	70.83	20.2	22.02	2.13	6.55	50.53
1 Fruto	71	20.36	35.19	1.55	7.98	34.89
2 Fruto	69.9	19.45	32.49	1.82	9.48	36.71
3 Fruto	70.2	19.04	29.62	4.19	14.91	32.13
Semilla	66.40	30.45	25.12	3.98	5.61	32.19
1 Semilla	65	30.42	16.31	3.86	7.3	42
2 Semilla	65.8	31.92	15.37	6.3	10.39	36.02
3 Semilla	66.2	21.98	15.14	4.5	24.17	36.21

1 = 1h, 15 lbs. 2 = 3h. de cocción simple. 3 = 1h, 15 lbs. 1 5% Ca(OH)₂
H = Humedad, PC = Proteína Cruda, FC = Fibra Cruda, EE = Extracto Etéreo,
C = Cenizas, ELN = Extracto Libre de Nitrógeno.

Al revisar los resultados de los análisis bromatológicos de los elementos vegetales de guaje, se observan para, proteína cruda, 13.99, 20.2 y 30.45% en follaje fruto y semilla no tratada, al aplicar los diferentes tratamientos, el rango de P.C. se mantuvo dentro de una variación del 1.32%, para la semilla el valor obtenido después de aplicado el tratamiento 1, es similar al de la muestra sin tratar, para el tratamiento 2, se eleva en 1.47%, alcanzando 31.92%, y para el tratamiento 3 disminuye hasta un 21.98%.

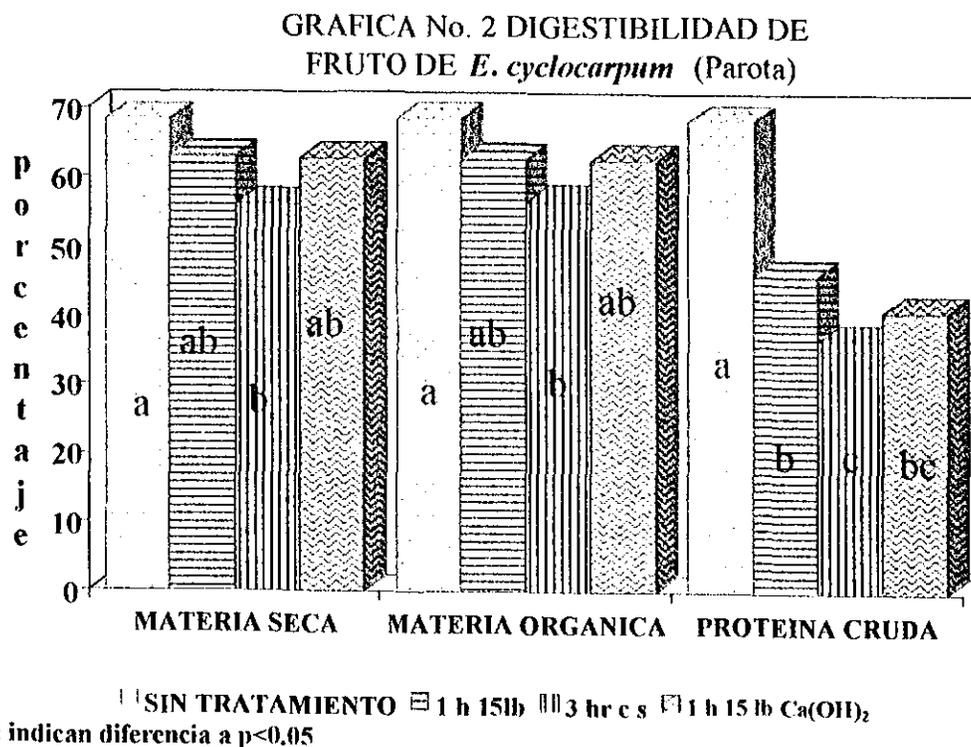
De forma general el porcentaje de fibra cruda del fruto se eleva como efecto de la aplicación de los distintos tratamiento, y por el contrario en la semilla disminuye este porcentaje a un mínimo de 15.14%, al aplicar el tratamiento 3. Tanto en fruto como en semilla el porcentaje de cenizas aumenta al aplicar los diferentes tratamientos, alcanzando en el fruto un 14.91%, que significa un incremento del 227.63%, para la semilla el incremento es del 430.83% ya que los valores, obtenidos varían de 5.61 a 24.17% (Cuadro No.3).

Coeficientes de Digestibilidad:



Al analizar los coeficientes de digestibilidad aparente, para materia seca (MS), de semilla de parota no se encontró diferencia significativa entre los valores de las muestras sin tratar y de aquellas sometidas a los diversos tratamientos, las estimaciones variaron de 61.2 a 65.4 %; Siendo el valor mayor para el tratamiento No. 2 (3 horas de cocción simple) y el menor para el tratamiento No. 1 (1 hora de cocción a 15 lbs de presión), que incluso esta por abajo del 64.9% de la muestra sin tratar. El mismo comportamiento se observó para la materia orgánica (MO), con porcentajes entre 59.7 a 67%, al igual el valor mayor y menor fueron para los tratamientos 2 y 1 respectivamente, también el tratamiento No.1 disminuyó la digestibilidad por debajo de la encontrada para la muestra sin tratar, para proteína cruda (PC) el porcentaje de la muestra sin tratar fue 54.7% y los valores de los tratamientos 1, 2 y 3, son 52, 44.3 y 44.1% respectivamente, es evidente el detrimento del parámetro al aplicarse los distintos tratamientos.

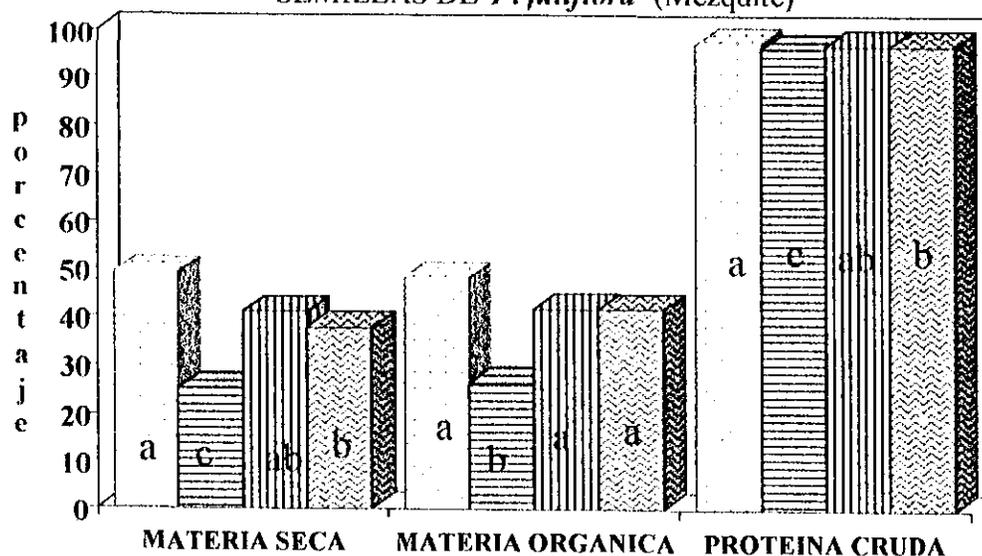
(Gráfica No 1).



Por lo que respecta al fruto de parota, se encontraron diferencias significativas entre los (CD)%, atribuibles a los diferentes tratamientos aplicados. En materia seca el valor más alto se reporta para la muestra sin tratar (68.33 %) y el más bajo para la muestra sometida al tratamiento No. 2 (56.25), estos porcentajes difieren estadísticamente ($p < 0.05$). Para el tratamiento No.1 y 3 los valores fueron de 62.9 y 62.7% semejantes entre sí.

Para MO y PC, las muestras con mayor coeficiente de digestibilidad fueron aquellas que no se sometieron a ningún tratamiento con valores de 68.5 y 68.3% respectivamente, los valores más bajos se encontraron para el tratamiento No. 2 (56.8 y 36.8%), y para los tratamientos No. 1 y 3 los valores tienen un ligero repunte aunque nunca alcanzan los de las muestras sin tratar (Gráfica No 2).

GRAFICA No. 3 DIGESTIBILIDAD DE SEMILLAS DE *P. juliflora* (Mezquite)



1 SINTRATAMIENTO 2 1 h 15 lb 3 3 hr cs 4 1 h 15 lb Ca(OH)₂

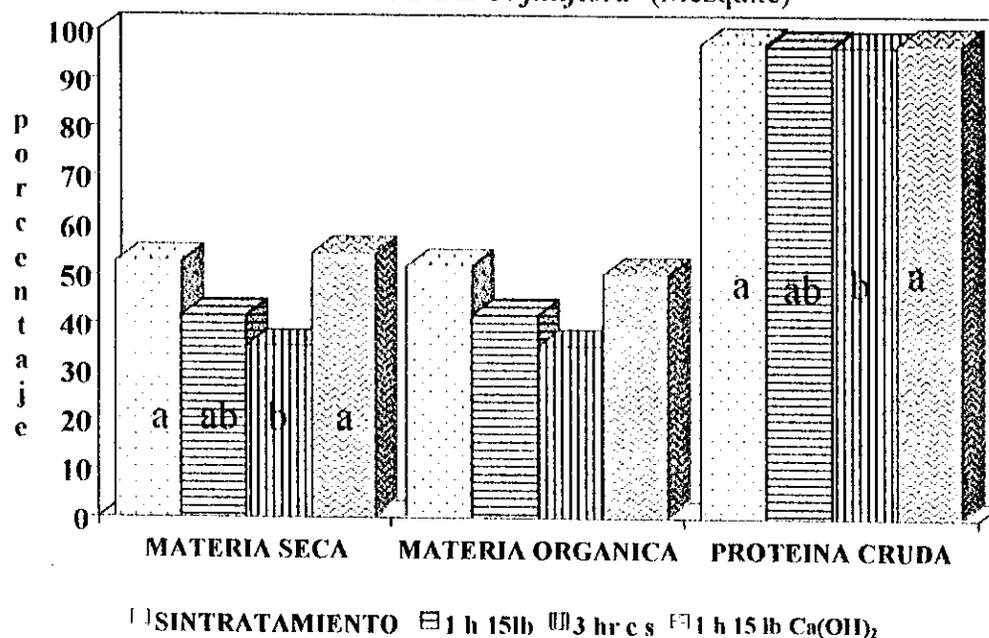
a,b,c indican diferencia a $p < 0.05$

En semilla de mezquite se presentaron diferencias significativas entre los coeficientes de digestibilidad, atribuibles a los diferentes tratamientos. En MS el valor más alto lo presentó la muestra sin tratar (49.12%) y el mínimo es para el tratamiento No.1 (25.41%), entre el tratamiento 2 (40.84) y el tratamiento 3 (37.48) no se presentó diferencia significativa.

Para materia orgánica solo el valor 26.6% del tratamiento No.1 difirió estadísticamente del 48.1, 41.4 y 41.3 % de la muestra sin tratar, tratamientos 2 y 3 respectivamente.

En el caso de la PC los Coeficientes de digestibilidad, encontrados fueron muy elevados, determinándose para la muestra sin tratar (97.45%), el del tratamiento 1 (96.27%), tratamiento 2 (97.04%) y el tratamiento 3 (96.87%) aunque numéricamente los valores son muy cercanos, se determinó diferencia significativa ($p > 0.05\%$) entre tratamientos, (Gráfica No 3).

GRAFICA No. 4 DIGESTIBILIDAD DE
FRUTO DE *P. juliflora* (Mezquite)



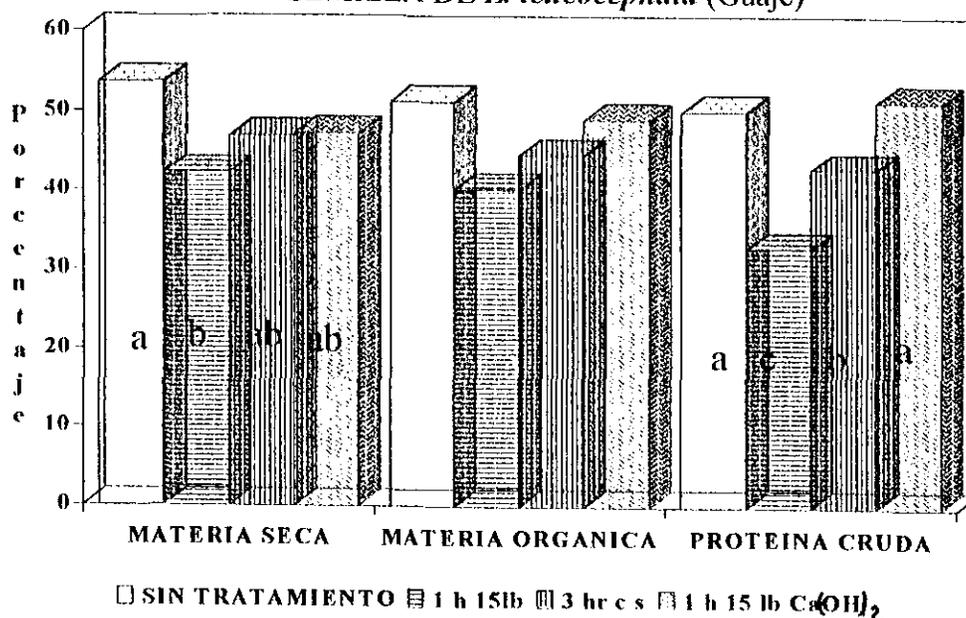
a,b,c indican diferencia a $p < 0.05$

Analizado el CD (%) del fruto de mezquite se observó, en la materia seca de las muestras sometidas al tratamiento 3, un valor promedio de 54.15% y sin tratar promediaron 52.49% no difieren estadísticamente, sin embargo para los tratamientos 1 y 2 las determinaciones fueron 41.39 y 35.13% respectivamente, entre los que si existe diferencia significativa.

En MO se observó que al igual que en MS los tratamientos 2 y 3 deprimen la digestibilidad, sin que se halla presentado diferencia significativa entre los diferentes promedios reportados 51.7, 41.7, 35.3 y 50.3% de las muestras sin tratar y sometidas a los tratamientos 1,2,y 3 respectivamente.

Referente a PC, los coeficientes de variación fueron $< 1\%$, por lo que aunque numéricamente sean muy similares se encontraron diferencia significativa entre los CD reportados, el valor mayor lo presentó el tratamiento No. 3, 97.7% y el 96.8% del tratamiento 2 fue el menor, las muestras sin tratar, y el tratamiento 1 alcanzaron, un 97.62 y 96.75%,

GRAFICA No. 5 DIGESTIBILIDAD DE
SEMILLA DE *L. leucocephala* (Guaje)



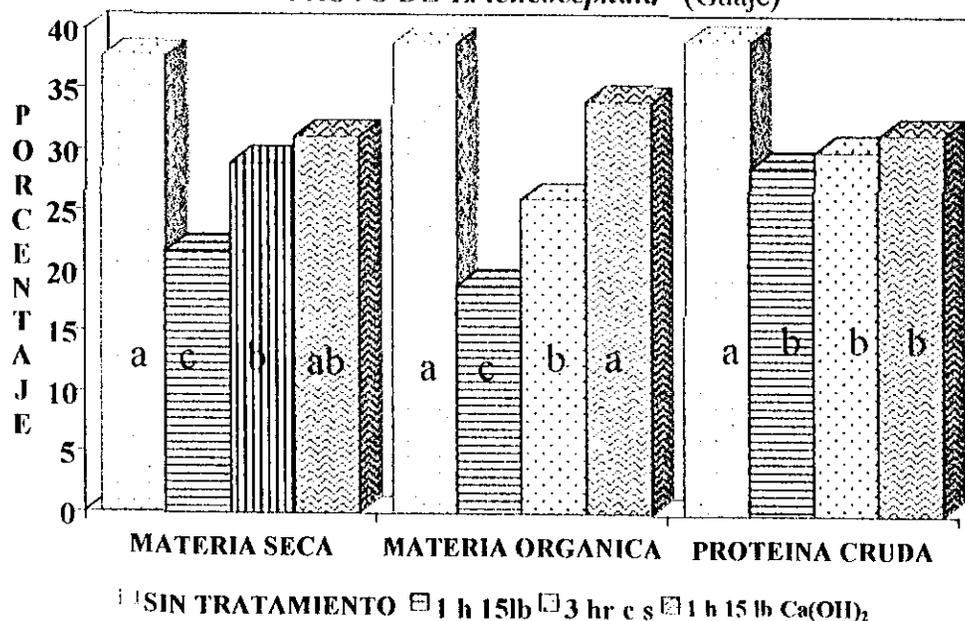
a,b,c indican diferencia a $p < 0.05$

Para semilla de guaje el CD de MS, disminuye al aplicar los distintos tratamientos, para la muestra sin tratar se obtuvo un 53.64%, para el tratamiento 1 42.2%, resultando ser él más bajo, y en los tratamientos 2 y 3, 47 y 47.3% respectivamente, encontrándose diferencia significativa entre ellos.

Con respecto a MO, se observa que los distintos tratamientos provocaron, descenso en los valores promedio obtenidos, la muestra sin tratar o sometida a los tratamientos 1,2, y 3, promediaron, 51.2, 40.1, 44.6 y 49.1% respectivamente, sin presentar diferencia significativa.

En lo que respecta a PC, existe diferencia significativa entre los promedios obtenidos, así el 50.1% de la muestra sin tratar y el 51.4%, del tratamiento No. 3 son similares entre sí pero difieren de los tratamiento No.2 y 3 que promediaron 42.83 y 32.8%, respectivamente, los cuales entre sí también son diferentes (Gráfica No 5).

GRAFICA No. 6 DIGESTIBILIDAD DE
FRUTO DE *L. leucocephala* (Guaje)



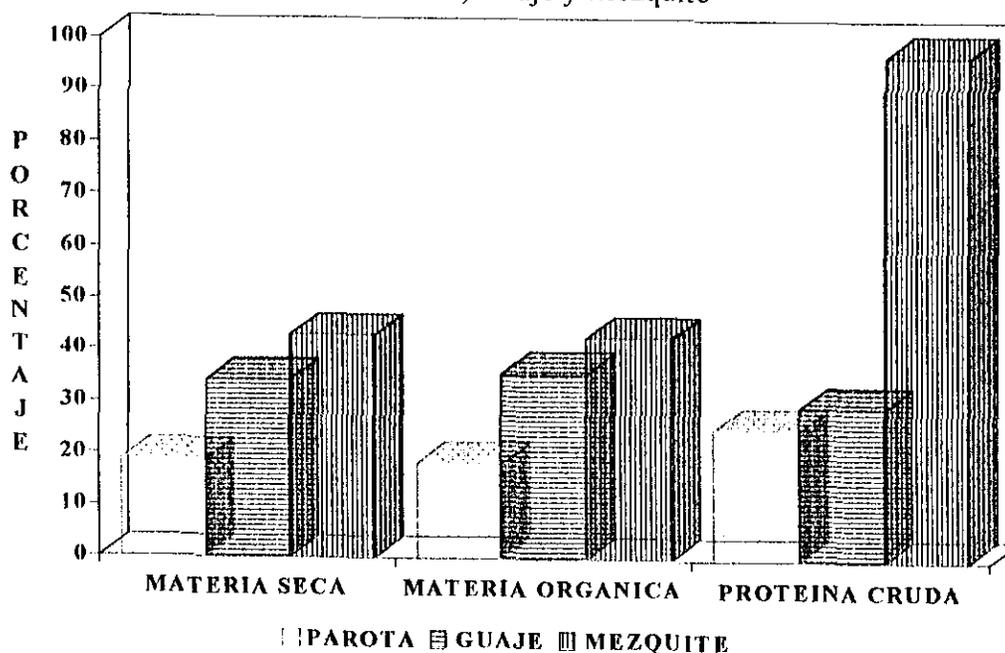
a,b,c indican diferencia a $p < 0.05$

Observando el CD % de MS del fruto de guaje, la muestra que se sometió al tratamiento No. 1, presenta el menor coeficiente ya que promedio 21.7%, el que difiere significativamente de la muestra sin tratar y de los obtenidos para los tratamientos No. 2 y 3, los que respectivamente promediaron 37.73, 29 y 31.24 %.

En referencia a la MO, los promedios de los coeficientes de digestibilidad para la muestra sin tratar y las sometidas a los tratamientos 1,2 y 3 fueron 38.9, 18.9, 26, y 34% respectivamente, encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos, se observa que los tratamientos tuvieron efecto detrimental sobre el coeficiente de digestibilidad a excepción del tratamiento No. 3 que aunque numéricamente es diferente a la muestra sin tratar, estadísticamente son similares.

Por lo que respecta a PC, la muestra sin tratar promedio 39.2%, el que difiere significativamente del 28.8, 30.1 y 31.5%, de los tratamientos 1,2, y 3 respectivamente, (Gráfica No 6).

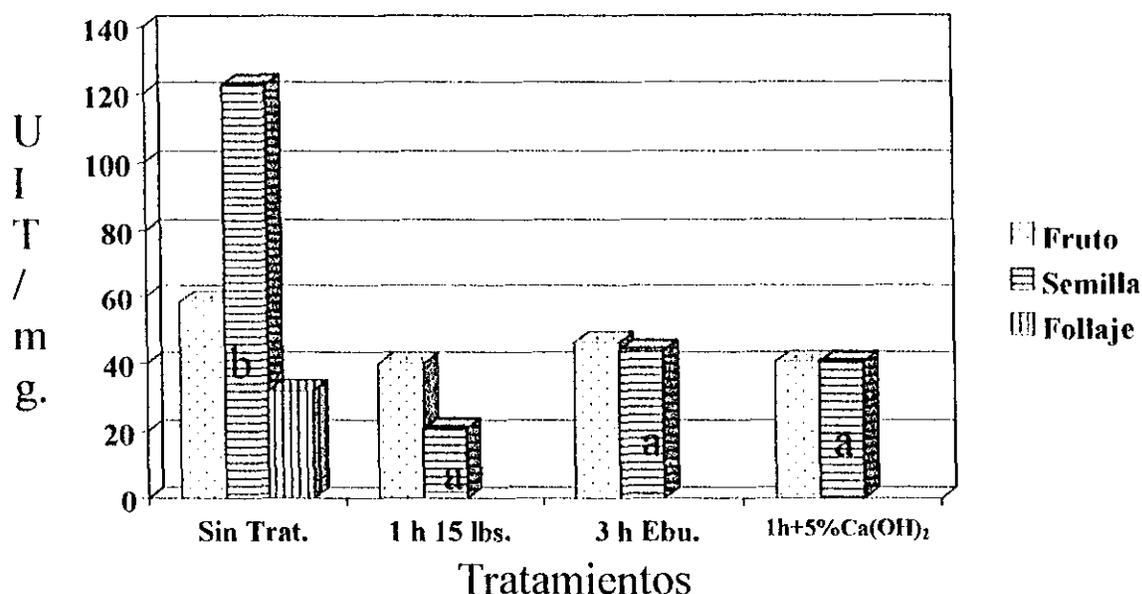
GRAFICA No. 7 DIGESTIBILIDAD DE FOLLAJE DE
Parota, Guaje y Mezquite



Con respecto al follaje de parota, guaje y mezquite, los que no fueron sometidos a ningún tratamiento los coeficientes de digestibilidad obtenidos en parota fueron MS, 18.86%, MO 18.33% y PC 25.32 %, en el caso de guaje los coeficientes de digestibilidad promediaron para MS, 34.3%, MO 35.8% y PC 29.6%, Con respecto a mezquite, los coeficientes de digestibilidad encontrados para la PC, MS, y MO fueron, 97.15, 43 y 42.9% respectivamente, de resaltarse es el hecho de que la digestibilidad de la fracción proteica, al igual que en fruto y semilla es elevada. (Gráfica No.7)

Factores antinutritivos:

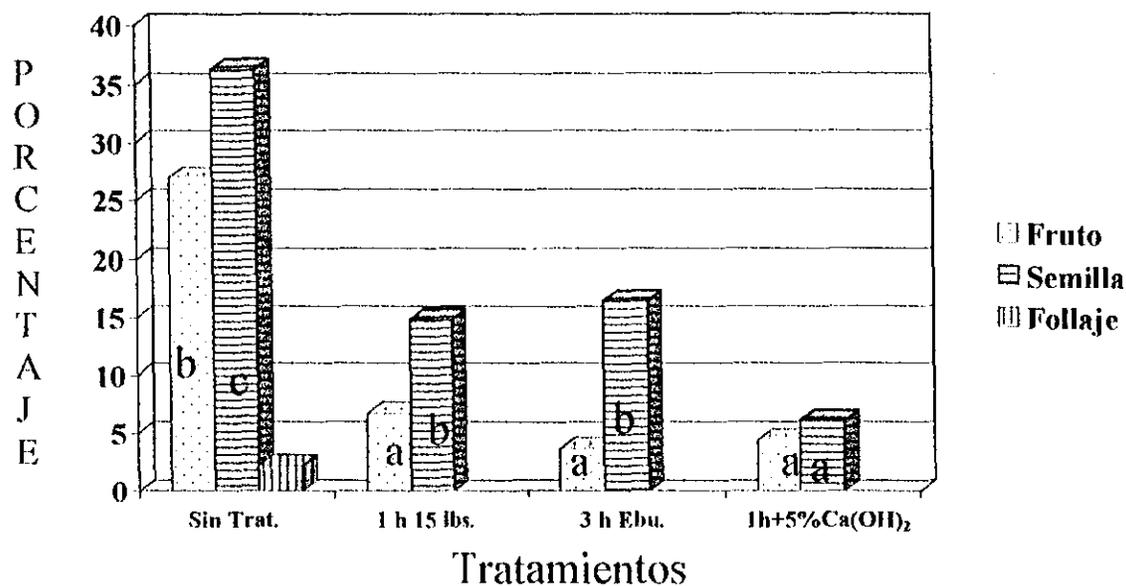
GRÁFICA No.8 INHIBIDORES DE TRIPSINA EN
E. cyclocarpum (Parota)



a y b Indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

Al analizar los datos reportados para *Enterolobium cyclocarpum* (Parota), en cuanto a la presencia de inhibidores de tripsina, para el fruto sin tratar se determinó un valor promedio de 58.51 UIT/mg. Observándose una disminución en el contenido de este, en los distintos tratamientos, así el tratamiento No. 1 (1 hora a 15 lbs. de presión) promedia 40.18 UIT/mg, para el No. 2 (3 horas de ebullición simple) el valor fue 46.34 UIT/mg, y (1 hora a 15 lbs. de presión más 5% de hidróxido de sodio), tratamiento No. 3 promedio 40.45 UIT/mg., sin que existan diferencias significativas entre ellos. En semilla se observa una marcada disminución de inhibidores de tripsina por efecto de los tratamientos empleados existiendo diferencia significativa entre ellos, sin tratar el valor fue 122.63 U.I.T./mg, para el tratamiento No. 1 se determinó 20.77 U.I.T./mg., lo que significa una disminución del 83.06%, para los tratamientos No. 2 y 3, los promedios fueron de 43.87 y 40.45 U.I.T./mg, que equivalen a una disminución del 64.22 y 67.01% respectivamente. Para follaje el valor de Inhibidores de Tripsina fue de 31.85 U.I.T./mg (Gráfica No 8).

GRÁFICA No.9 ALCALOIDES TOTALES EN
E. cyclocarpum (Parota)

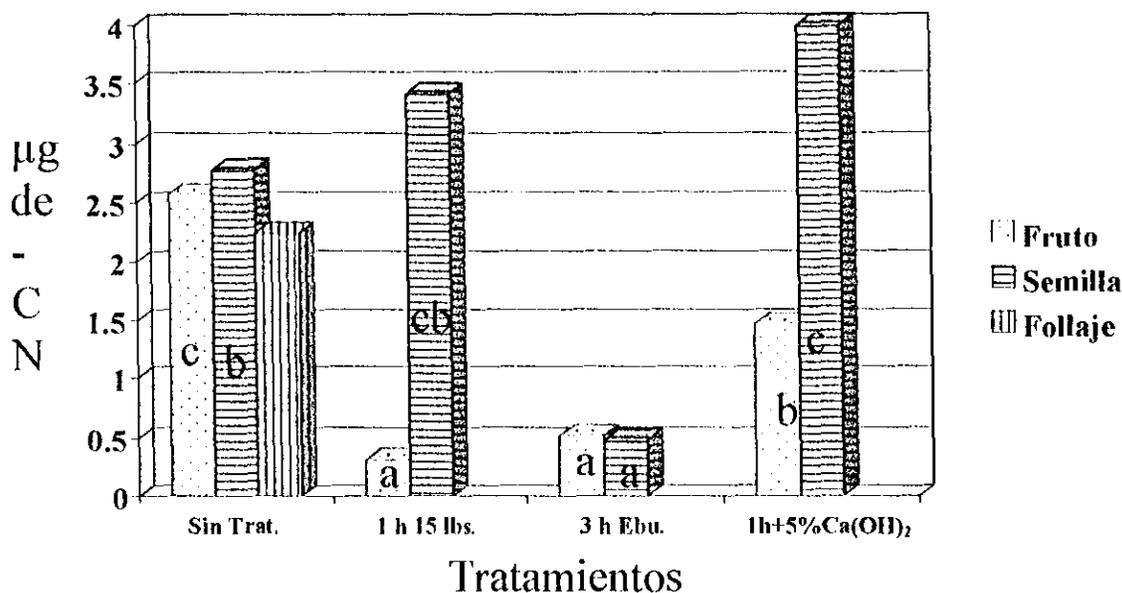


a, b y c Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

En cuanto a la presencia de alcaloides totales, la semilla de parota sin tratar presenta un valor de 36.29%, encontrándose un efecto benéfico de los distintos tratamientos, siendo más manifiesto al someter la muestra al tratamiento No. 3, al observarse una disminución de 83.38%, ya que se determinó un promedio de 6.03%, los tratamientos, 1 y 2 promediaron 14.76 y 16.35%, estadísticamente similares entre sí, pero diferentes del resto de promedios obtenidos.

Para el fruto el valor máximo es para la muestra sin tratar con un 26.9% estadísticamente diferente a los encontrados en los distintos tratamientos, la disminución en el contenido de alcaloides totales fluctuó de 75.01 a 86.35%, sin que exista diferencia significativa, en follaje el valor es de 2.25%, (Gráfica No 9).

GRÁFICA No.10 GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS EN
E. cyclocarpum (Parota)

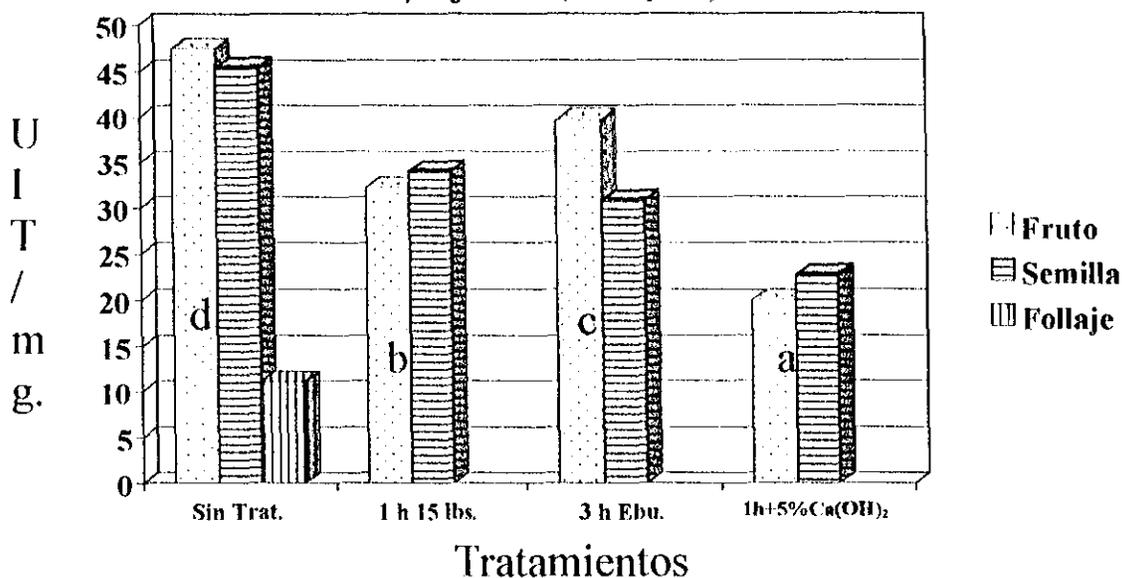


a , b , c y bc Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

Al analizar los datos obtenidos para glucósidos cianogénicos contenidos en la semilla de parota, se observa que además de existir diferencia significativa entre los promedios, al parecer los tratamientos 1 y 3 provocan un incremento en el contenido de este, ya que los valores obtenidos son 2.78, 3.41 y 3.99 μg de $-\text{CN}/100$ g, para la muestra sin tratar y los tratamientos 1 y 3 respectivamente, el tratamiento 2 resulta en una disminución del 82.73%, el promedio encontrado es de 0.48 μg de $-\text{CN}/100$ g, (Ácido cianhídrico ó Ácido prúsico).

Con respecto al fruto de parota y su contenido de glucósidos cianogénicos, se observa la disminución en el contenido de este, para la muestra sin tratar promedio 2.78 μg de $-\text{CN}/100$ g, disminuyendo en un 88.67, y 81.83% en los tratamientos 1 y 2 respectivamente existiendo igualdad estadística entre ellos y para el tratamiento No. 3, la disminución fue en 43.41% difiriendo estadísticamente de la muestra sin tratar y el resto de los tratamientos. Al analizar el follaje se obtuvo un valor promedio de 2.25 μg de $-\text{CN}/100$ g, (Gráfica No.10).

GRÁFICA No.11 INHIBIDORES DE TRIPSINA EN
P. juliflora (Mezquite)

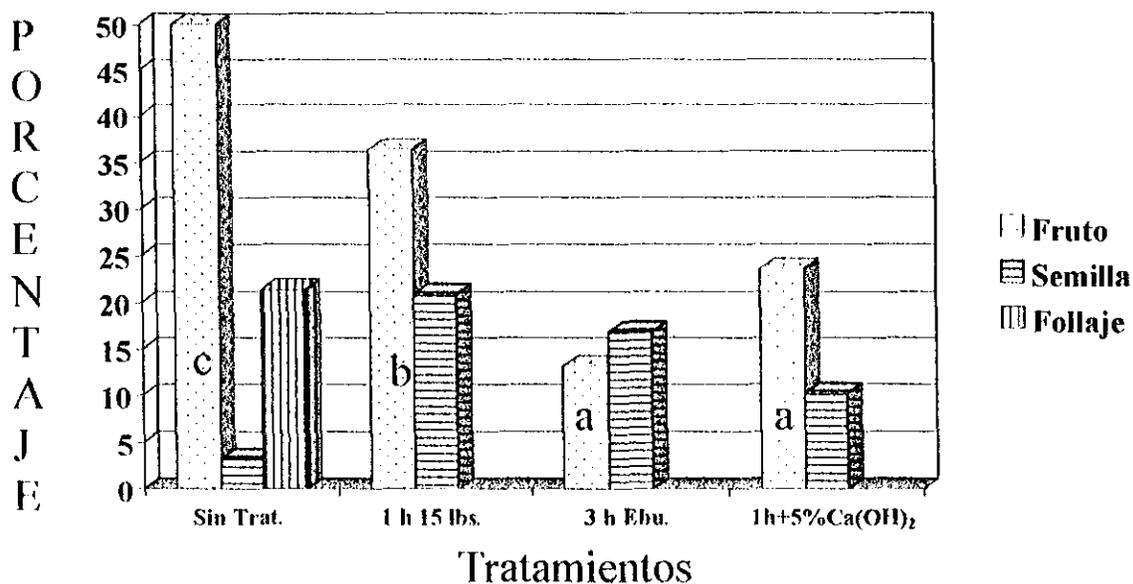


a , b , c y d Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

Para *Prosopis juliflora* (Mezquite) la respuesta de la semilla, sin tratar y las sometidas a los diversos tratamientos oscilan entre 45.2 y 22.63 U.I.T./mg. Se observa disminución en el contenido de este factor antinutritivo por efecto de los tratamientos siendo más evidente cuando se combina calor, presión e hidróxido de calcio, tratamiento No. 3, en el que se redujo el contenido de inhibidores de tripsina en un 50% aproximadamente.

Al analizar el fruto de mezquite sin tratar tuvo un valor de 47.25 U.I.T./mg, promedio que estadísticamente es mayor que los obtenidos por las muestras sometidas a los distintos tratamientos, la disminución de este factor es marcada en los tratamientos con presión, para el tratamiento 1 32.18 y 20.02 U.I.T./mg, en el tratamiento 3, en el cual se agregó hidróxido de calcio, alcanzando una reducción del 57.62%, menos evidente en el tratamiento con ebullición simple (No 2), donde la reducción fue de 16.19%. En follaje el contenido de inhibidores de tripsina fue 11.09 U.I.T./mg (Gráfica No 11).

GRÁFICA No.12 ALCALOIDES TOTALES EN
P. juliflora (Mezquite)

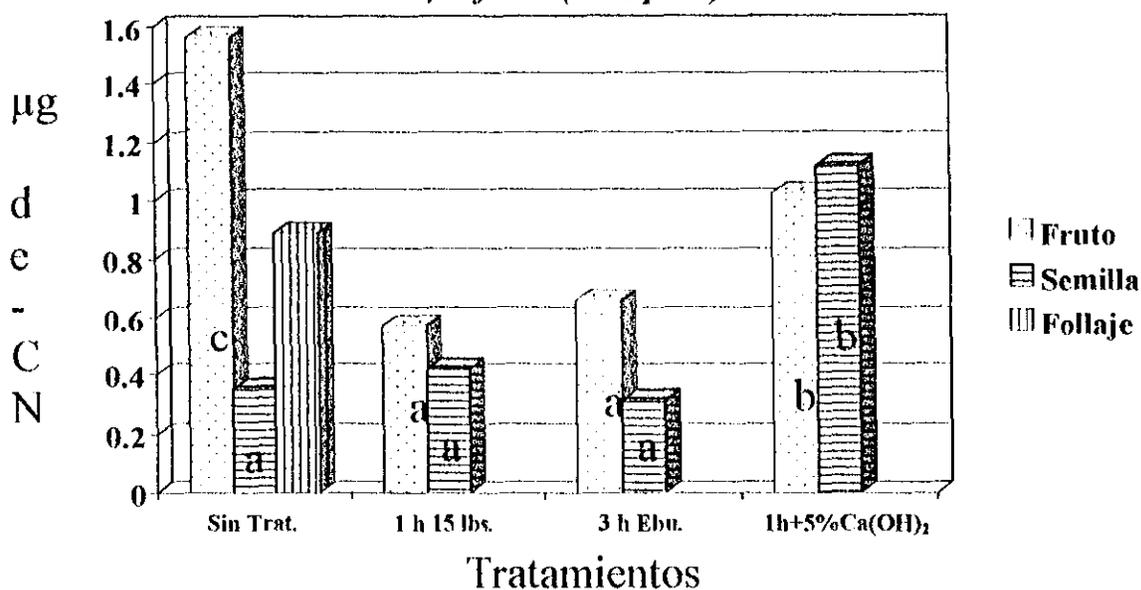


a, b y c Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

Con respecto a los alcaloides totales contenidos en la semilla de mezquite se observa un incremento en el contenido de los mismos al someter las muestras a los diversos tratamientos, ya que el promedio obtenido para la muestra sin tratar es de 3.3% y los tratamientos 1, 2, y 3 promediaron 20.83, 16.80 y 10.22%, respectivamente.

En el fruto se advierte el efecto esperado de disminución en el contenido de alcaloides, de modo que para la muestra sin tratar se obtuvo un valor de 49.89%, diferente estadísticamente de los promedios 36.34, 13.10 y 23.48%, que se traducen en disminuciones del 27.15, 73.68 y 52.93% de alcaloides totales en las muestras sometidas a los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Se obtuvo un valor de 21.3% de alcaloides totales, para el follaje de mezquite (Gráfica No.12)

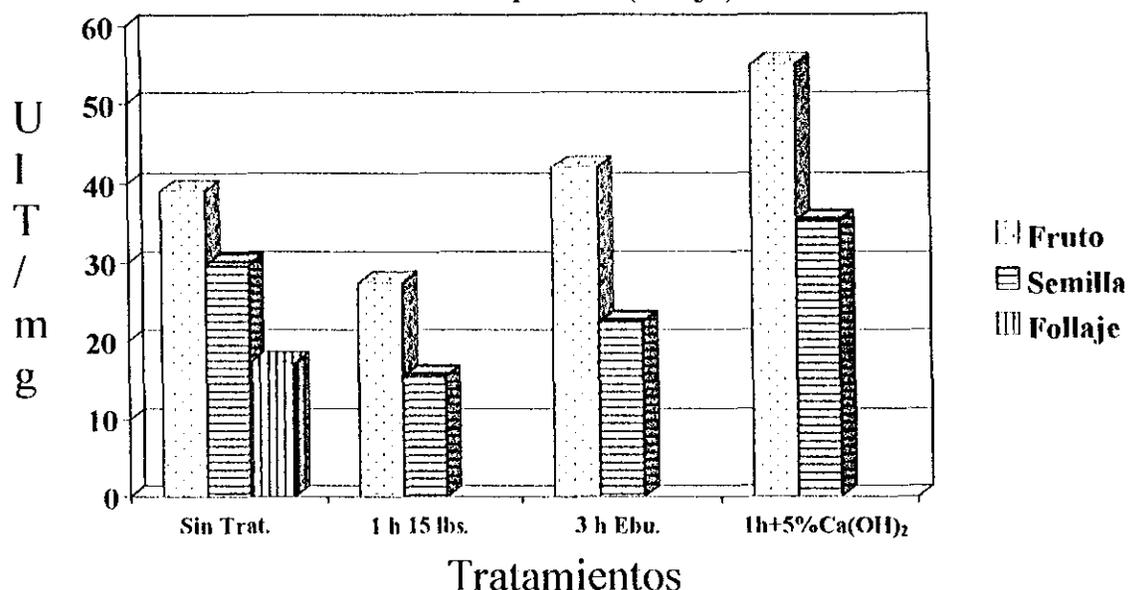
GRÁFICA No.13 GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS EN
P. juliflora (Mezquite)



a , b , c y d Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

En semilla de mezquite el contenido de glucósidos cianogénicos se incremento, al aplicar los diferentes tratamientos, para la muestra sin tratar se obtuvo un valor promedio de 0.35 μg de -CN/100 g, de muestra y para los tratamientos 1 y 3, 0.42 y 1.12 μg de -CN/100 g, solo para el tratamiento 2, se observa una disminución del 11.42%, las muestras sometida a este tratamiento promediaron, 0.31 μg de -CN/100 g., valor que estadísticamente es similar al de la muestra sin tratar y tratamiento No. 1, y diferente al del tratamiento No.3. Al analizar los resultados para fruto se observa que el contenido de glucósidos cianogénicos disminuye de 1.56 μg de -CN/100 g para la muestra sin tratar a 0.57, 0.66 y 1.025 μg de -CN/100 g, en los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente, existiendo diferencia significativa entre ellos. Al analizar el contenido de glucósidos cianogénicos en el follaje de mezquite, se obtuvo un valor de 0.89 μg de -CN/100 g (Gráfica No.13).

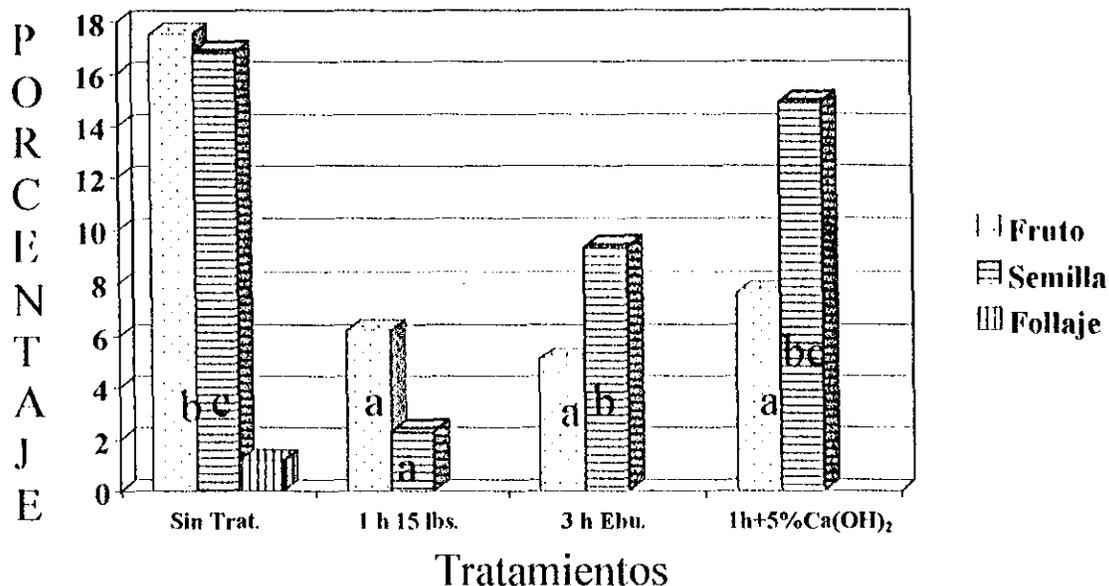
GRÁFICA No.14 INHIBIDORES DE TRIPSINA EN
L. leucocephala (Guaje)



Inhibidores de tripsina para semilla de *Leucaena leucocephala*, (Guaje), a pesar de que existe diferencia numérica entre los promedios, estos no difieren estadísticamente, se observa un efecto benéfico de los tratamientos 1 y 2, (15.4 y 22.44 UIT/mg), no así para el tratamiento 3 que promedio 35.27 VS 29.73 UIT/mg de la muestra sin tratar.

En el fruto de guaje se observa un comportamiento similar al de semilla, solo al aplicar el tratamiento 1, se obtuvo un promedio menor al de la muestra sin tratar, los valores observados son 39.21, 27.44, 42.11 y 55.04 UIT/mg de inhibidores de tripsina, para la muestra sin tratar y los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente. Al someter a análisis el follaje de guaje se obtuvo una media de 17.07 U.I.T./mg de inhibidores de tripsina. (Gráfica No.14).

GRÁFICA No.15 ALCALOIDES TOTALES EN
L. leucocephala (Guaje)

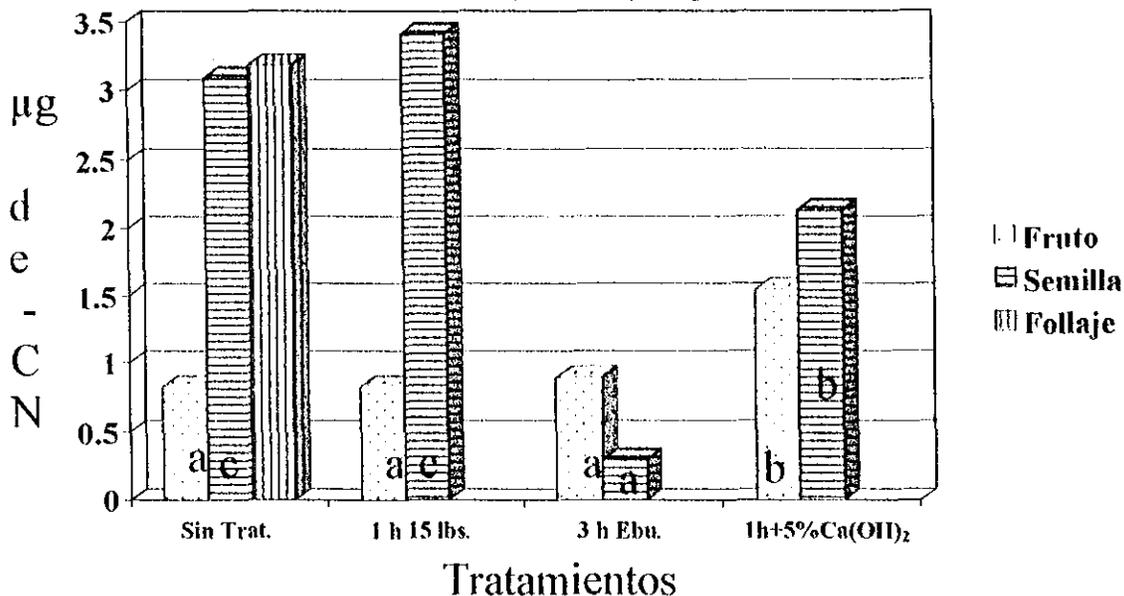


a , b , y c Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

Con respecto a alcaloides totales en la semilla de Guaje, la muestra sin tratar, contiene 16.08%, que se redujo al aplicar los tratamientos, la disminución para los tratamientos 1,2 y 3 fue de 86.19, 44.4 y 11.48% respectivamente, existiendo diferencia significativa entre estos y con la muestra sin tratar.

Para el fruto de guaje, los promedios obtenidos para el contenido de alcaloides totales, al aplicar los 3 tratamientos, son iguales estadísticamente y difieren de la muestra sin tratar, la disminución en el porcentaje de alcaloides se mantuvo entre 70.81 y 56.42%, al aplicar los distintos tratamientos, los valores promedio obtenidos fueron 17.51, 6.21, 5.11 y 7.63%, para la muestra sin tratar y las sometidas a los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Para follaje el valor promedio obtenido fue de 1.2% de alcaloides totales.(Gráfica No.15).

GRÁFICA No.16 GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS EN
L. leucocephala (Guaje)



a, b, y c Indican diferencia significativa a $p < 0.05$

En cuanto a los glucósidos cianogénicos contenidos en la semilla de guaje, los valores medios obtenidos para los distintos tratamientos difieren estadísticamente entre sí, al aplicar los tratamientos 2 y 3 disminuye el contenido de glucósidos cianogénicos; en 31.06% para el tratamiento 3 y significativamente en un 90.29% al aplicar el tratamiento No. 2, los promedios obtenidos para la muestra sin tratar y la sometida al tratamiento 1, fue 3.09 y 3.41 μg de -CN/100 g.

Al analizar los promedios obtenidos para el fruto se observa que el aplicar los distintos tratamientos no tienen efecto benéfico en el contenido de glucósidos cianogénicos, los valores obtenidos para la muestra sin tratar y tratamientos 1, 2 y 3 fueron 0.82, 0.82, 0.89 y 1.54 μg de -CN/100 g, respectivamente, este ultimo es el único que difiere estadísticamente. Para follaje el valor promedio obtenido (3.18 μg de -CN) supera en un 2.9% al de la semilla sin tratar y en 387% al del fruto. (Gráfica No.16).

Para facilitar la presentación de los datos obtenidos para la presencia de hemoaglutinas dado que se realizo en forma cualitativa se preparo el cuadro que a continuación se describe.

Cuadro No. 4 Valoración cualitativa de Hemoaglutininas

	Parota	Mezquite	Guaje
Follaje	-	-	150 μ l
Semilla	150 μ l	20 μ l	80 μ l
1 Semilla	-	-	80 μ l
2 Semilla	80 μ l	20 μ l	80 μ l
3 Semilla	-	-	100 μ l
Fruto	80 μ l	200 μ l	100 μ l
1 Fruto	-	100 μ l	100 μ l
2 Fruto	-	150 μ l	150 μ l
3 Fruto	-	100 μ l	150 μ l

1 = 1h, 15lbs. 2 = 3 h cocción simple. 3 = 1h, 15 lbs + Ca(OH)_2
 (-) Sin aglutinación, (X μ l Aglutinación con:

En parota el follaje resultó negativo a la presencia de hemoaglutininas, la semilla sin tratar (150 μ l) y sometida al tratamiento No.2 (80 μ l) presentaron hemoaglutinación, al aplicar los tratamientos 1 y 3 se elimina dicha actividad. En el fruto de parota sin tratar se observa hemoaglutinación (80 μ l), que al aplicar los diferentes tratamientos se elimina.

En follaje de Mezquite no se presentó hemoaglutinación, con ninguna de las cantidades de muestra utilizadas (0, 20, 40, 60, 80, 100, 150 y 200 μ l), en semilla se observó actividad (20 μ l) la que disminuye, después de someterla a los tratamientos 1 y 3. En fruto los distintos tratamientos no modifican la actividad de hemoaglutinación, presentándose cuando se utilizaron de 100 a 200 μ l de muestra.

En el caso de guaje, follaje presenta hemoaglutinación escasa, tanto semilla como fruto sin tratamiento presentaron moderada hemoaglutinación, para semillas no disminuye dicha actividad por efecto de los tratamientos, sin embargo para fruto todos los tratamientos la disminuyen de moderada a escasa, al requerir de mayor cantidad de muestra para que se presente hemoaglutinación (150 a 200 μ l) (Cuadro No 4).

Evaluación cualitativa de aminoácidos.

Cuadro No.5 Detección cualitativa de Aminoácidos en *E. cyclocarpum* (Parota)

	Follaje	Fruto	1 Fruto	2 Fruto	3 Fruto	Semilla	1 Semilla	2 Semilla	3 Semilla
Ac. Aspártico	★			★	★	★			★
Ac. Glutámico	★	★		★	★	★		★	★
Alanina		★	★			★	★	★	★
Arginina	★		★	★	★		★		
Asparagina		★		★	★	★	★	★	★
Cistina	★	★		★		★	★	★	★
Fenilalanina	★								
Glicina	★			★	★				
Histidina				★		★			
Isoleucina	★	★	★		★				
Leucina	★	★		★	★		★	★	★
Lisina									
Metionina	★			★			★	★	★
Prolina	★			★		★	★	★	★
Serina	★			★	★				
Tirosina									
Treonina	★			★		★			
Triptófano	★	★					★		

1 = 1h, 15 lbs. 2 = 3h. de cocción simple. 3 = 1h, 15 lbs. + 5% Ca(OH)₂

En la valoración cualitativa de aminoácidos (a.a.) presentes en parota, se observa que follaje, presenta el mayor numero de aminoácidos, fruto y semilla sin tratar, numéricamente solo difieren en un a.a., sin embargo la diferencia en la variedad es mayor, además de advertir el menor numero de a.a. en fruto sometido al tratamiento No. 1.

Los aminoácidos presentes en menor proporción fueron, fenilalanina e histidina, en el caso de lisina y tirosina no se encontraron en ninguna de las muestras analizadas, (cuadro No. 5 y figura No.1).

Cuadro No.6 Detección cualitativa de Aminoácidos en *P. juliflora*
(Mezquite)

	Follaje	Fruto	1 Fruto	2 Fruto	3 Fruto	Semilla	1 Semilla	2 Semilla	3 Semilla
Ac. Aspártico	★		★	★		★	★	★	★
Ac. Glutámico	★	★		★	★	★	★		★
Alanina	★	★			★	★	★	★	★
Arginina	★	★	★			★			
Asparagina	★	★			★			★	
Cistina		★	★		★	★	★	★	★
Fenilalanina	★								
Glicina	★				★				
Histidina	★			★					
Isoleucina			★	★		★	★		★
Leucina	★	★			★			★	★
Lisina									
Metionina		★				★	★		
Prolina	★	★	★		★				★
Serina	★				★				
Tirosina		★							
Treonina	★		★	★			★		
Triptófano	★					★		★	

1 = 1h, 15lbs. 2 = 3 h cocción simple. 3 = 1h, 15 lbs + Ca(OH)₂

Para *Prosopis juliflora*, el mayor número de aminoácidos se encontraron en las muestras de follaje, fruto y semilla sin tratamiento, al aplicar los distintos tratamientos se observa una menor proporción de a.a.

Fenilalanina, glicina, histidina, serina y tirosina, son los aminoácidos detectados con menor frecuencia, en particular lisina no se encontró en ninguna de las muestras analizadas. (Cuadro No. 6 y figura No.1).

Cuadro No.7 Detección cualitativa de Aminoácidos en
L. leucocephala (Guaje)

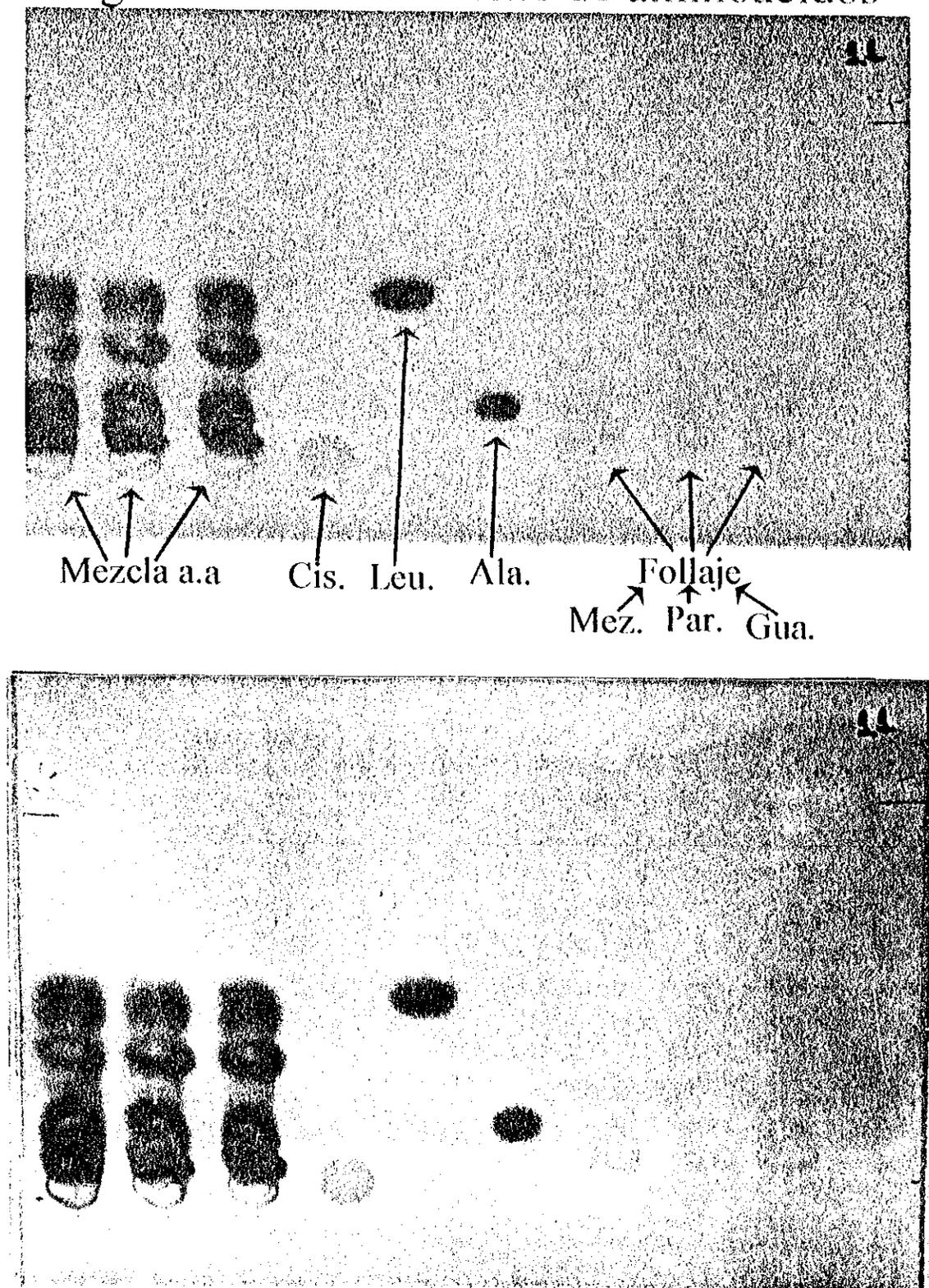
	Follaje	Fruto	1 Fruto	2 Fruto	3 Fruto	Semilla	1 Semilla	2 Semilla	3 Semilla
Ac. Aspártico	★	★	★	★	★	★	★		★
Ac. Glutámico	★	★	★	★	★	★	★	★	★
Alanina				★			★	★	★
Arginina	★	★	★	★	★			★	★
Asparagina		★				★		★	
Cistina					★	★	★	★	
Fenilalanina	★		★	★					
Glicina	★		★		★	★	★		★
Histidina	★		★	★			★		★
Isoleucina		★		★		★		★	★
Leucina			★	★	★		★		★
Lisina						★			
Metionina				★	★		★	★	
Prolina			★	★				★	
Serina	★		★		★	★	★		★
Tirosina									
Trconina	★	★		★	★				
Triptófano	★	★	★			★		★	★
Valina									★

1 = 1h, 15lbs. 2 = 3 h cocción simple, 3 = 1h, 15 lbs + $\text{Ca}(\text{OH})_2$

En el caso de *Leucaena leucocephala* (guaje), el numero de a.a. detectados tanto en muestras sin tratar como sometidas a los distintos tratamientos, es mayor al observado en las otras dos leguminosas.

Se detecto un total de 19 aminoácidos, en particular lisina y valina, solo se observaron en muestras de semilla sin tratar y sometida al tratamiento No.3. (Cuadro No. 7 y figura No.1).

Figura No.1 Corrimiento de aminoácidos



DISCUSION

Bajo las condiciones del presente trabajo se observaron reducciones de moderadas a altas, de los diversos factores antinutritivos en algunos de los elementos de las leguminosas arbóreas estudiadas, sin embargo no fue un fenómeno que se repitiera en todas las muestras analizadas. Estos hallazgos coinciden con el trabajo de Liener (1962), el que realizó una revisión de aproximadamente 205 artículos, relacionados con el tema y no encontró una relación directa entre el efecto benéfico de los tratamientos térmicos, sobre la presencia o ausencia de inhibidores de tripsina, lo que probablemente se repita con otros factores antinutritivos como las hemoaglutininas.

La mayor cantidad de información disponible, del efecto de los tratamientos térmicos sobre los factores tóxicos o antinutritivos, se refiere a las de cultivo o de uso común (soya, frijol, habas y chícharos entre otros), (Liener 1962, Vohra, col 1991), sin embargo sobre semillas de leguminosas arbóreas silvestres existe escasa información.

En lo que respecta a Parota la semilla sin tratar tuvo un valor considerablemente alto 122.63 U.I.T./mg dicha concentración disminuye por efecto de los tratamientos con valores de 43.87 a 20.77. Se han realizado otros trabajos en cuanto al contenido de inhibidores de tripsina, Giral. F y col. obtuvieron para Mezquite (*Prosopis juliflora*) 38.41 y para Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) 24.04 U.I.T./mg, sin embargo, en otras leguminosas como maguacata (*Pithecellobium flexicaule*) se encontró un valor de 240 U.I.T./mg (Sotelo. 1978).

Una aportación de Francisco del Valle y Col (1984) del Instituto Nacional de la Nutrición, menciona que el Mezquite (*Prosopis sp*) tiene una actividad antitripsica de solo 1.4 U.I.T./mg. En el presente estudio para *Prosopis juliflora*, se encontraron valores de 22.63 a 45.20 U.I.T./mg.

En otros trabajos se ha publicado que para leguminosas como la soya, la industrialización de esta, disminuye el contenido de Inhibidores de Tripsina ya que en pasta de soya cruda se encontraron 34 mg U.I.T./gr. y en pasta de soya sometida a una cocción de 121° C, durante 90 min. la concentración de este factor disminuye a 0.5 mg U.I.T./gr. (Wilson, 1986). Lo cual coincide con el comportamiento que se encontró para parota en el presente trabajo.

La importancia de conocer este tipo de factores antinutricionales, ha hecho que se busque en otros alimentos como en el (amaranto) *Amaranthus hypochondriacus*, encontrándose que el inhibidor es relativamente termoestable ya que retuvo, 20% de su poder inhibitorio después de habersele calentado durante 7 h a 100°C (Koeppel, col 1985 citado por Valle 1991).

Por lo que respecta a Guaje (*Leucaena leucocephala*) las semillas sin tratar y aquellas tratadas son estadísticamente similares con valores de 15.4 a 29.73 U.I.T./mg, sin embargo se observó una ligera disminución por efecto de los 2 primeros tratamientos, confirmando que el calor afecta a este factor. En otras especies del genero *Leucaena* se han reportado concentraciones de 18.79 - 24.86 U.I.T./mg (Sotelo, 1980).

En cuanto al fruto se observa que aquellos sin tratar presentan las concentraciones mayores: en Mezquite fue, de 47.25, Guaje 39.21 y Parota con 58.51 U.I.T./mg los demás valores son diferentes (excepto para Guaje) y los diversos tratamientos hacen disminuir este factor.

En la Universidad de Motolinía, se realizó una tesis en la que se compara, el efecto de tratamientos térmicos (20, 25 y 30 min/16 lbs, de presión) sobre la actividad antitripsica de harina de parota, obteniendo como resultado 17,575. , 12,698 y 7,640 U.I.T./gr. Observando los mejores resultados en el tratamiento térmico por 30 min. , ya que disminuye la concentración de este factor hasta en un 50%.

En la Harina de parota cruda y cocida se observó una diferencia del 65% ya que los valores fueron de 22500 a 7640 U.I.T./gr.

Cuando la harina de Parota se somete a diferentes tiempos de calentamiento (5 a 60 minutos) la actividad Inhibidora tripsina disminuye de 8.2 a 2.5 I.T. mg/g (Vonhra 1991).

También se ha llegado a determinar como efecto adicional de la cocción de harina de soya, que a mayor tiempo de cocción (0, 5, 10, 15, 20 y 25 min.), menor es la actividad inhibitoria de la tripsina (12, 7.84, 1.77, hasta llegar a 0 U.I.T/mg) (Vonhra 1991).

En el presente trabajo se encontró que los tratamientos térmicos son favorables porque disminuyen hasta en un 74.53% la concentración de inhibidores de tripsina (parota).

Los valores para Mezquite y Parota sin tratar, obtenidos en el presente trabajo difieren a los reportados en la literatura, sin embargo existen evidencias de que dichas concentraciones varían según la especie y la muestra, en diversas investigaciones sobre leguminosas los valores

publicados, para *Acacia farnesiana*, *A. pennatula* y *A. cornigera*, 24.53, 11.30 y 6.15 U.I.T./mg, los mismos autores, en otro trabajo reportan para *Acacia coelliantha* un valor de 29.33 U.I.T./mg y en las variedades de Guaje morado (*Leucaena pulverulenta*) 24.86 y Guaje Verde (*Leucaena macrocarpa*) 18.79 U.I.T./mg (Sotelo, 1978. , Sotelo, 1980).

Los Inhibidores de Proteasas se conocen desde hace 40 años suelen presentarse principalmente en las leguminosas, son de gran importancia ya que las plantas que las contienen poseen un valor nutritivo dependiente de su actividad, como la soya y el frijol (Stanislaus, 1981).

En la soya, leguminosa ampliamente utilizada en la alimentación humana y animal, por lo tanto de las especies mejor caracterizada, se conocen 5 o 6 inhibidores de proteasas, entre ellos el factor Kuntz 21000 PM (Peso molecular) y el factor Bowman - Burk 20000 PM, los cuales inhiben a un grupo de proteasas como la tripsina. Los inhibidores de proteasas se encuentran principalmente en las semillas (Jurado, 1989), hallazgo que coincide con lo encontrados en este trabajo para parota y mezquite.

Estudios recientes demuestran que los inhibidores de proteasas también son proteínas de bajo peso molecular como en el *Amaranthus hypochondriacus* (10 KDa), con capacidad de abatir las enzimas de insectos, parásitos del maíz y del frijol (Chagolla, 1990).

Con respecto al contenido de glucósidos cianogénicos, en Mezquite las semillas sin tratar obtuvo un valor de 0.357 μg de -CN, promedio que estadísticamente es igual a los obtenidos al aplicar los tratamientos 1 y 2, y diferente del tratamiento No 3, cuyo valor fue de 1.12 μg de -CN/100. En Guaje los resultados varían considerablemente, observando que la cocción simple, es el tratamiento que mejor inhibe la presencia de este factor ya que se obtuvo un valor de 0.308 μg de -CN/100, lo cual coincide con la literatura (Contreras, 1973).

Para Parota, el tratamiento con mayor efectividad resulta ser la cocción simple por tres horas, en el que el factor disminuyó a 0.489 μg de -CN/100. En un estudio realizado en el Instituto Nacional de la Nutrición, en el que sometieron a tratamiento térmicos, 20, 25 y 30 min. a 16 lbs de presión, a la semilla de parota, encontraron disminución en la presencia de este factor, ya que la valoración cuantitativa resultó negativa, después de aplicar los tratamientos.

En otro trabajo se llegó a determinar que el contenido de glucósidos cianogénicos, realizando una determinación cuantitativa, en harina de parota fue de 0.76 μg de -CN/100 g de muestra, (técnica espectrofotométrica a 520 nm) (Serratos, 1990). En el presente trabajo los

frutos de mezquite y parota sin tratar, presentaron los contenidos mas altos, 1.56, 2.58 μg de -CN/100, para el fruto de Guaje, el valor es de 0.823 μg de -CN/100.

En la actualidad se citan de 800 a 1000 especies, 250 géneros y de 70 a 80 familias de plantas con habilidad de liberar ácido cianhídrico (cianofóricos), incluyendo las leguminosas, algunas de las cuales contienen cantidades peligrosas de este elemento, sin embargo, los géneros *Prosopis*, *Leucaena* y *Enterolobium*, según algunos autores, no se citan en este grupo.

Algunos autores señalan que solo se conoce la estructura de muy pocos glucósidos cianogénicos, probablemente por la dificultad de aislarlos y/o purificarlos, además de reportar la presencia de otros no caracterizados en leguminosas como: *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. (Stanislaus, 1981).

El contenido de cianhidro en leguminosas puede variar por condiciones como el clima, temporada, cantidad de precipitación, fertilización y etapa o estado de crecimiento (Stanislaus, 1981).

El ácido cianhídrico o prúsico (-CN) es un líquido incoloro, muy volátil con olor a almendras amargas, muy difusible, le contiene el mijo, sorgo, habas, etc. La toxicidad de Acido cianhídrico puro es de 1 a 2 mg/Kg. para la mayoría de las especies animales (Jurado, 1989).

La cianogénesis es la habilidad de las plantas para sintetizar glucósidos cianogénicos con liberación de ácido cianhídrico (-CN) por hidrólisis. Los rumiantes son más susceptibles que los monogástricos, debido a la actividad microbiana en el rumen. En borregos 2 - 4 mg/Kg. (Peso corporal) es la dosis letal mínima. Diversas leguminosas incluyendo *Phaseolus lanatus*, contienen mas de 20 mg de -CN/100g, lo cual es considerado como tóxico a la ganadería (Stanislaus, 1981).

En el presente estudio al analizar el contenido de Alcaloides Totales, de las semillas sin tratar, la de Mezquite obtuvo un 3.30%, para la de Guaje se encontró una concentración de 16.08% y la semilla de Parota promedia un 36.29%, al aplicar los tratamientos se observa disminución en el contenido de este factor excepto en semilla de Mezquite. En el trabajo referido con anterioridad en el que sometieron la harina de parota a diversos tratamientos (20, 25 y 30 min. /16 lbs de presión), llegaron a determinar en cuanto al contenido de alcaloides totales, que aun al aplicar los 2 primeros tratamientos la presencia de Alcaloides resultó positiva y que la cocción por 30 min/16lbs de presión, resulto el óptimo ya que después de su

aplicación, la determinación cualitativa de Alcaloides resulto negativa. (Universidad de Motolinía, 1981).

También existe el reporte, que al someter a cocimiento la harina de fruto de Parota se eliminan los alcaloides contenidos en esta. (Serratos, 1989).

En los frutos de las leguminosas que se estudian en el presente trabajo el fruto de Mezquite sin tratar, presento el porcentaje mayor de 49.89%, para el del Guaje el promedio fue de 17.51% y en fruto de Parota, se determino 26.91%. al someterlos a los diversos tratamientos, se observa disminución de este factor, mas no la eliminación, en las tres leguminosas.

En cuanto a la presencia de factores antinutritivos en el follaje de las leguminosas sé a reportado que generalmente cualquier porción del vegetal que se ingiera resulta tóxica, ya que los alcaloides se distribuyen por todo el vegetal (Amaro, 1993), lo que coincide con lo observado en el presente trabajo, ya que se detectaron concentraciones variables de diversos factores, en los diferentes elementos vegetales (follaje, fruto y semilla).

En el caso del follaje de las leguminosas estudiadas en el presente trabajo, (Mezquite, Parota y Guaje) se determino la presencia de Inhibidores de Tripsina, que en parota promedio 31.85 U.I.T/mg, para guaje y mezquite los valores obtenidos son 17.07 y 11.09 U.I.T./mg, y los valores promedio para la presencia de alcaloides fueron, 21.3, 2.6 y 1.2%, para mezquite, parota y guaje.

En diversos follajes de otras especies, vegetales se han observado mayores concentraciones de alcaloides totales, que las observadas en el presente estudio, en diversos Senecios se reportan valores de 19 a 99% de alcaloides totales (Toppel, 1987). Mientras que en base seca se presentan valores de 0.47 a 2%, para los géneros Senecio y Lupinus (Camacho, 1991. , Rivera, 1990).

La determinación de hemoaglutininas, en el presente estudio se efectuó mediante una prueba cualitativa, la extracción de los factores hemoaglutinantes de las diferentes muestras se realizo con solución salina al 1% y se utilizo sangre de ovino activada con tripsina, lo cual permitió establecer, la presencia de este factor, en frutos, y semillas de las leguminosas sometidas a estudio y que de los tratamientos aplicados, buscando disminuir la presencia de este factor resultaron ser más eficaces, los que emplean la combinación de calor mas presión y/o calor, presión mas hidróxido de calcio. En particular para el follaje de Guaje se detecto la

presencia de factores hemoaglutinantes, sin embargo, para el de Mezquite y Parota, no se observo.

Lo señalado en el párrafo anterior entra en parcial contraposición con alguna literatura, ya que se reporta no haber encontrado actividad de hemoaglutinación en la harina de parota, sin tratar o sometida a cocimiento, en un estudio más, trabajando con semilla de parota, se señala que la determinación semicuantitativa de hemoaglutininas resulto negativa.

Sotelo y col. realizaron trabajos en diversas especies de leguminosas para caracterizarlas bioquímicamente, encontraron que solo 2 especies del genero Muccana y Cassia presentaron actividad de hemoaglutinación en sangre de conejo, y que el genero Swartzia presento hemolisis de la sangre de vaca, conejo y humano (Sotelo, 1978, 1980).

Sin embargo también se señala, que las fitohemoaglutininas son comunes en leguminosas, y que en general las lectinas combinadas con las células de la pared intestinal causan una interferencia no especifica en la absorción de nutrientes, son letales en la ganadería y para animales experimentales (Stanislaus, , 1981, Vonhra, 1991).

En el presente estudio se observa una interacción de diversos factores antinutritivos con el hidróxido de calcio, ya que aparentemente aumenta la concentración de dichos factores, probablemente debido a una fijación del elemento antinutritivo en el hidróxido de calcio y una deficiente eliminación del sobrenadante en el momento de realizar la desecación de la muestra.

Por ultimo la proporción y la variedad de factores tóxicos en forrajes depende del grado de sobrevivencia o defensa de las plantas hacia sus depredadores (Cheeke, 1995), por lo que se asocia con una mayor o menor dificultad para la eliminación de dichos factores.

Al analizar el CD de la semilla de parota se encontraron valores de 54.67% a 65.31% en las tres fracciones de estudio, las cuales son similares a los reportados para semillas de leguminosas cultivadas como, Lupinus (MO 58 - 66.9%; MS 57 - 66%), o bien para frijol y chícharo, sin tratar y analizados por la técnica de Akeson, se determino una digestibilidad de 50.9 - 57.3% (Hernandez, 1984).

Los tratamientos empleados en el presente trabajo no muestran diferencias significativas en cuanto a la digestibilidad de las semillas, pero si para el fruto completo de parota, en donde los 3 tratamientos disminuyen el CD, para MO, MS y PC; en particular para la proteína cruda, esto se podría explicar debido a que el someter proteínas a altas temperaturas disminuye su solubilidad y se incrementa la resistencia a la degradación ruminal (Aguilera, 1992).

Sin embargo es importante recalcar que la técnica de digestibilidad "in situ" presenta diversos factores que pueden variar los resultados, tamaño de poro de la bolsa, tamaños de partícula y bolsa, cantidad de muestra, así como la acumulación de gases dentro de la bolsa, residuos microbianos, respuesta animal y tipo de dieta (Ortega, 1993. , Prigge, 1990, Waybrigt, 1991).

Además que utilizando el mismo método pero diferentes técnicas se encuentran variaciones importantes, que se pueden transformar hasta en contradictorias, al analizar la digestibilidad "in vitro" por las técnicas de Akeson y Saunders no se encontró correlación entre los 2 procedimientos(Hernández, 1984).

Ya de manera práctica se ha intentado utilizar este fruto con niveles de hasta 48% en la dieta para ovinos en crecimiento (Amaro 1993).

En cuanto a los Coeficientes de digestibilidad de Prosopis (mezquite), se encontró valores de 51 - 52% en MS y MO, de fruto y un 97% para PC, se observaron valores semejantes para semilla 49 - 48% respectivamente.

La digestibilidad tan alta de la fracción proteica, probablemente se pueda explicar sobre la base de su composición aminoácídica:

	MET	CIS	LIS	ISOL	LEU	FEN	VAL	TREO	TRIP	
PROSOPIS	0.9	0.6	2.9	2.0	3.9	2.3	2.8	2.1	1.2	(g/100 gr de proteína) (Sotelo, 1980).

Los 3 tratamientos aplicados no tienen un efecto marcado para PC, sin embargo si es mayor el efecto para MS y MO, probablemente debido a que se incrementa la solubilidad entre los enlaces celulosa - lignina y hemicelulosa - lignina por efecto de la temperatura.

Por lo que respecta a Leucaena el CD de semilla, sin tratamiento tuvo un rango de 50 - 53%, para las 3 fracciones analizadas, valores ligeramente superiores a los publicados por otros autores e instituciones, quienes reportan para planta común y peruana, valores de digestibilidad para la MS de 44.61 y 45.15%, respectivamente (Rodríguez, 1990).

Los promedios anteriores se acercan más a los CD encontrados en el presente trabajo, para fruto completo 37.7 - 39.2%.

Por lo que respecta a los tratamientos, se encontró un comportamiento no esperado, ya que tanto para semillas como para frutos de Leucaena los 3 tratamientos presentaron una reducción significativa del CD, aún mayor para el fruto completo, esto coincide con, que los

factores antinutritivos no tuvieron una disminución, específicamente para esta especie y con los tratamientos antes señalados. Esta planta se reporta, que por sí es pobre en cuanto a su digestibilidad, evidente cuando se adiciona a otros elementos, se ha encontrado que al aumentar la cantidad de *Leucaena* en la ración (10 - 60 %) disminuye el coeficiente de digestibilidad de MS, FC y en menor proporción, la del nitrógeno hasta valores de 55% (Camacho, 1991).

A pesar de su baja digestibilidad se ha propuesto utilizar dichas leguminosas como bancos de proteína para la alimentación animal, ya que su contenido de PC fluctúa entre 16 y 24% (3 o 4 veces más que la encontrada en pastos tropicales), además de ser una alternativa de gran importancia para mejorar la calidad de las praderas, por la fijación biológica de nitrógeno, ya que se tienen datos que *Leucaena leucocephala*, llega a fijar de 74 - 684 kg./Ha/año, desde el punto de vista forrajero, las leguminosas tienen la cualidad de mejorar la calidad de la dieta de los animales por lo que se pueden utilizar en praderas solas, como bancos de proteína o asociadas con gramíneas, ya sea en pastoreo directo o en forma de heno (Fernández, 1990, Remy, 1993).

En términos generales el patrón de aminoácidos se modificó en la mayoría de las muestras después de los tratamientos aplicados. En la literatura, existe información de que al someter a tratamiento térmico (agua de 50 a 60° C), a diversas semillas de leguminosas, se libera una gran cantidad de proteínas, modificando su proporción de aminoácidos, dichas proteínas de tipo globular (27000 y 16000 sub-unidades) (Hirano. col, 1992).

Por lo que respecta a la proporción y cantidad de aminoácidos, presentes en las leguminosas estudiadas estos valores difieren según la muestra y especie analizadas, (Sotelo, y col, 1978, 1980. , Díaz, 1984. Universidad de Motolinia, 1981).

CONCLUSIONES:

1.- El efecto más evidente, de los diferentes tratamientos utilizados, sobre la composición bromatológica, de la mayoría de elementos analizados, fue el aumento del porcentaje de fibra cruda, En cuanto a proteína cruda no-se observa un patrón definido que indique, cual fue el efecto de los tratamientos, resulta evidente el incremento del porcentaje de cenizas, de todas las muestras al someterlas al tratamiento No.3.

2.- En términos generales se observaron coeficientes de digestibilidad aceptables para los diferentes nutrimentos analizados, de particular relevancia resulta el coeficiente de digestibilidad observado para PC, de forraje, semilla y fruto de Prosopis. Con una tendencia no muy marcada, el tratamiento que mejor se comporto en cuanto a CD fue, 1 h 15 lbs + 5 % Ca(OH)₂ y 1 h 15 lbs presentó disminución del CD de MS y MO de semilla de mezquite y de guaje.

3.- En cuanto al descenso esperado en el contenido de los diferentes factores antinutritivos, los datos observados no definen un patrón general, que permita establecer el efecto de los diferentes tratamientos aplicados, para glucósidos cianogénicos el tratamiento No. 2, resulta el mejor. En semilla y fruto de mezquite y parota los tratamientos redujeron el contenido de inhibidores de tripsina mientras que para fruto y semilla de guaje no se observa ningún efecto, los alcaloides totales disminuyen en mezquite y guaje, por efecto de los tratamientos.

4.- En cuanto a la presencia de hemoaglutininas, solo 1 h 15 lbs + Ca (OH)₂ no presentó los efectos esperados.

5.- Basándose en la información obtenida, no se puede establecer un patrón general del efecto de los diversos tratamientos, sobre la composición aminoacidica.

BIBLIOGRAFIA:

- Adeneye A J. Mimosine content in various fractions of *Leucaena leucocephala* grown in western Nigeria. *Animal Feed Science Technology* 33: 349 - 353 (1991).
- Aguilera, J.F., Bustos, M.and, Molina, E."The degradability of legume seed meals in the rumen: effect of heat treatment" *Anim, Feed, Sci, Technol.*,36:101-112 (1992).
- Alfonso A.H.: Algunas consideraciones sobre plantas tóxicas para los animales domésticos (Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria). (CENSA). La Habana. Pag, 26, (1988).
- Amaro, G.R., Bonilla, C.J.A., Llamas, L.G. "Consumo voluntario y digestibilidad in vivo de dietas con inclusión de vaina de Guanacastle en ovinos". *Memorias Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Jalisco*, pág. 130. (1993).
- Anderson W. M. D.: Gum exudates from the genus *Prosopis* *The International Tree Crops Journal* 2 : 15 - 24 (1982).
- Barajas, V. Ma, G., López, G.S., "Estudio nutricional comparativo del valor proteico de la semilla de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) atraves de pruebas biológicas". Tesis de Lic. División de Ciencias Veterinarias, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. pág. 3,5,6,20,35. (1995)
- Camacho L.: Nutritional quality of lupine (*Lupinus albus au multulupa*) as affected by lactic acid fermentation *Int. J.Food. Microbial* 14 (3 - 4): 277 - 286 (1991).
- Carrera, M.M.A., Perez, P.J., "Consumo Voluntario y digestibilidad de diferentes proporciones de Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Estrella (*Cynodon plectostachyus*) por ovinos. *Reunión de Investigación Pecuaria en México*, pág. 192. (1986).

- Chagolla A.: Purificación y Caracterización de los inhibidores enzimáticos presentes en semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). XVIII Congreso Nacional Sociedad Mexicana Bioquímica AC. Pag .122 (1990).
- Chavez. A. México Hoy Nutrición, problemas y alternativas. Siglo XXI. México. Pag 220-229. (1983).
- Chavéz A.J.L.: Potencial económico de especies vegetales de zonas áridas. Ciencia y Desarrollo No 55,pags.94-106. (1984).
- Cheekc, PR. Endogenous Toxins and mycotoxins in forrage grasses and their effects on Livestock, J Anim Sci, 73: 909 - 918 (1995).
- Contreras S.: Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. Arcn Latinoamericano Nutric. 23. 251 - 259 (1973).
- Cordero, J.M. "Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIMS) de hojas de Capomo, Higuera y Parota". Tesis Lic. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Pág. 6. (1984).
- Curso Básico de cromatografía en capa fina I. Organizado por Merk México S.A. pag 20 - 24. (1991)
- Curso Sobre Técnicas especiales de Nutrición, Ciencias Químicas, UNAM, Pags 35 - 42. (1988/1989).
- Del Valle F., col.: Utilización de la Vaina del Mezquite (*Prosopis spp*) en productos para la alimentación humana. Tec. Aliment (Mex). : 22 (5); 5 - 10 (1984).

- Díaz, RM. Utilización de la harina de mezquite en la engorda de pollos en el periodo de iniciación. Tesis de licenciatura, Ingeniero Agrónomo Universidad de Guadalajara. Pag 20 - 27 (1984).
- Dreisbach H.R., Robetson O.W.: Manual de toxicología clínica, prevención diagnóstico y tratamiento. 6a Edición. México Manual moderno. Pag. 234. (1988).
- a) Enríquez V.F., Avila G.F. Efectos de tratamiento térmico y férrico sobre la toxicidad de (*Leucaena leucocephala*) en dietas para pollos de engorda, Instituto Nacional de Invest. Forestales y Agropecuarias. Memorias de la Reunión de investigación Pecuaria en México. Pág. 252. (1986).
- b) Enríquez V.F., Avila G.F. Aprovechamiento optimo de iones fierro contra la toxicidad de Leucaena en dietas para pollos de engorda, pág, 253, (1986).
- Espejel, I., Martínez, E. El Guanacaste. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bioticos, comunicado No.3, pág. 2 (1979).
- Estrada F. E. Leguminosas silvestres de valor alimenticios, Boletín informativo U. de G. Guadalajara, Jalisco, Pág 10-15, (1976).
- Fernández, R.J.A. "Potencial de especies forrajeras para la producción animal en el trópico". Memorias "Manejo de pastizales en el trópico húmedo" UNAM, Pág. 37 - 44, (Dic. 1990).
- Flores, M. Bromatología animal. Segunda edición. Editorial LIMUSA México pág. 483,492 (1981).
- Foroughbakhck,P.R., Havad,M.L.A." Potencial forrajero de tres especies de Leucaena en el noreste de México". Respuesta a diferentes espaciamientos. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. pág 27 (1989).

- Galindo, A.S., García, M.E., The uses of Mezquite (*Prosopis spp*) in the Highlands of San Luis Potosí, México. Forres Ecology and Management.16: 49 - 56, (1986).
- González. S. A.: Plantas tóxicas para el ganado. Ed. Limusa México. Pág. 25 - 26, (1989).
- González, N. P, Enfermedad de la orina de jarabe de arce (detección y presentación de un caso clínico), Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Química, Universidad de Guadalajara, Pag 62 - 64, (1991).
- Guillen J. L., col: Evaluación de la Leucaena (*Leucaena leucocephala*) como sustituto proteico de la harina de semilla de algodón, en la alimentación de bovinos lecheros. Agroforesteria, No 4:13 - 18. (1989).
- Hernández, M, de la Vega, A., Sotelo, A, "Determinación de la digestibilidad proteínica "in vitro" e "in vivo" en cereales y leguminosas, crudos y cocidos". Archivos Latinoamericanos de nutrición, Vol. XXXIV, septiembre, No 3 pag513 - 521, (1984).
- Hirano H., col. Characterization of proteins realsed from legume seeds in hot water, Phytochemistry, 31 (3) 731 - 735, (1992).
- Huerta, C. M " La parota *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq Griseb) como un recurso forestal de las zonas cálido húmedas en Jalisco. Tesis Lic. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, pág 31,37 (1983).
- Hurtado. :Rendimiento y Calidad nutritiva de Leucaena (*Leucaena leucocephala*) a diferentes alturas de corte en el Oriente de Yucatán. Memorias del Congreso de Buiatria, Pág. 128 - 132, (1984).
- Inventario Nacional. Forestal. Subdirección Forestal S.A.R.H. Pag. 256, (1970).

- Janzen, D.H. Variation in average seed size and fruit seediness in a fruit crop of a guanacaste tree (leguminosae: *Enterolobium cyclocarpum*). American Journal of Botany Vol.69 (7) 1169 - 1178, (1982).
- Janzen,D.H. Guanacaste tree seed - swallowing by Costa Rican range horses. Ecology Vol.62 (3) pág. 587 - 592, (1981).
- Jurado, C. R.: Toxicología Veterinaria, 2da Edición Editorial Salvat, Barcelona, Pág. 23 - 25, (1989).
- Kaufmann, W. Fisiología digestiva aplicada del ganado vacuno. Editorial Acribia, España pág 9-11 (1981).
- Kennedy, MP. Col A comparision of methods for the estimation of correction for microbial contamination in nylon bags incubated in rumen of sheep, British Journal of Nutrition, 52: 403 - 417 (1984).
- Liener E I. Toxic Factor in Edible legumes and their elimination. American Journal of Clinical Nutrition 11: pag.281 - 298.(1962).
- Maud. M R. Foroughbakhach P. Potencial forrajero de tres especies de *Leucaena* en el noroeste de México: Respuesta a diferentes espaciamiento, Reporte Científico, Num.12, Linares, Nuevo León, México. Pag. 4, (1989).
- Martínez, H. H. A. Efecto del espaciamiento en el crecimiento y producción de *Leucaena leucocephala*, en San Pedro Sula, Honduras, Silvoenergía 31:(1989).
- Martínez M.: Plantas Utiles de la Flora Mexicana. Ed, Botas, México Pág. 180 - 184, (1959).

- Martínez P.M. Tico R. L.: Agricultura Practica, Ed. Ramón Sopena. México. Pág. 299 - 303.
- Maynard, L.A. Nutrición Animal. Séptima edición: cuarta en español. Editorial Mc Graw Hill, México, pág 1 - 8, (1986).
- Mejia, U.R. "*Enterolobium cyclocarpum* como ingrediente en raciones para pollos de engorda y la posible acción de pigmentación". Tesis Lic. Escuela de Agronomía. Universidad de Guadalajara. P g 64 1984.
- Niembro R.A.: Arboles y Arbustos Utiles en México, Ed. Limusa, Departamentos de bosques, Universidad Autónoma Chapingo (1986). Pag. 152 - 153.
- Official Methods of analisis, Sidney Willians, fourteenth editium: Publised Association of official Analytical. Chemistis Inc. Arlington Virginia.Pags 62-63. (1984).
- Ortega, C. Ma E., Carranco, J. Ma E. Estudio Recapitulativo "Factores que afectan la digestibilidad "in situ" de los alimentos en el rumen". Vet, Mex. ,24 (1) pág 55 - 58, (1993).
- Prigge, E.C., Stuthers, B.A., Jacquemet, N.A. "Influence of forage diets on ruminal particle size, passage of digesta, feed intake and digestibility by steers". J, Anim Sci. Dec; 68 (12): 4352 -60, (1990).
- Quero, C. A. R., Sánchez, R.R., Eguiarte, V.J.A., Carrete. C.F O. Rendimiento forrajero de tres variedades de Leucaena en la región norte del Pacifico. Mem. XIV Cong. Nal. Buiatria. Qro. Pag. 58 (1988).
- Remy, V., "Fertilización,situación actual y perspectiva en la ganadería sostenible del trópico". Agrotecnia, ecología y pastoreo de rumiantes en los trópicos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Coordinación de posgrado Universidad de Guadalajara.

Oct. pág 35,36, (1993).

- Risse, J. La alimentación del ganado, ovino, bovino, porcino y aves. Pag. 20, (1980).
- Rivera F. M. C. Alteraciones histopatológicas en estomago, yeyuno, hígado y riñones de ratas por la administración oral del extracto metanolico de *Senecio guadalajarensis*. Tesis Lic. Ciencias Biológicas U de G. Pag. 12, (1990).
- Rodríguez, R. M. R, Martínez, P. R, Rodríguez, G.F. Zorrilla, R.J.M. "Bromatología de forrajes e ingredientes para la alimentación animal". Campo experimental "Clavellinas" Tuxpan, Jalisco, México, Folleto técnico Núm. 4, Marzo, pág, 39,40,51, (1990).
- Rodríguez, P.C., Eguiarte, V. J., Rodríguez. R. R., Martínez, P.R. Comparación de tres alturas de corte en la producción de forraje de *Leucaena* en el sur de Jalisco. Reunión de investigación pecuaria en México, pág, 9 - 253 (1986).
- Sánchez R.R., Santana C.D. Comparación de tres alturas de corte en la producción de forraje de guaje o *Leucaena leucocephala* variedad peruana, Primer Congreso Nacional de Investigaciones de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar. Aguascalientes, Ags. Pag. 80 (1990).
- Santos, P. R. Efecto de 5 niveles de Harina de Mezquite en la alimentación de conejos para carne. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootécnista. Escuela de Agronomía. Universidad de Guadalajara. Pág, 52 (1983).
- Serratos, A. J. C. Utilización de semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) para la alimentación humana. Tesis para optar al grado de maestro en ciencias de la nutrición animal. Escuela de Graduados. Universidad de Guadalajara. Pag. 29,44 (1989).
- Serratos A. J. C. Principales factores antinutricionales y biodisponibilidad de las semillas de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Primer Congreso Nacional de Investigaciones de

- Universidad de Motolinía. Obtención y evaluación de harina de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) para consumo humano. Tesis de Licenciatura. Químico Farmacobiólogo. Pag. 79 - 88, (1981).
- Valle, V.P. Toxicología de los alimentos; Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México, Pag 1 - 7 (1991).
- Van Soest. Nutritional Ecology Ruminant. O & B Books, inc.; Corvallis, Oregon. U.S.A. pág. 94 1982.37.
- Vonhra Pran, F.H. Kratzer. Evaluation of soybean meal determines adequacy of heat treatment. Feedstuffs. February 25 Pag. 22 - 27, (1991).
- Waybright, T. R., Varga, G. A. "Effect of water – filled bags in the rumen of wethers on ruminal digesta kinetics and total tract nutrient digestibility". J, Anim, Sci. May; 69 (5): 2157 - 67, (1991).
- Wayne, W. D., Bioestadística. Editorial Limusa, Noriega, pág 305, (1990).
- Wiesemüer, H. W. Recomendaciones para ejecución de experimentos de alimentación. Pág 8 - 38, La Habana Cuba (1983).
- Wilson P. R. col.: Resultados obtenidos en la alimentación de pececillos de bagre de Canal al utilizar pasta de soya con diferentes actividades inhibitoras que afectan su crecimiento. ASA/MEXICO AN No. 45: 1 - 5 (1986).



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO

H. COMITÉ DE POSGRADO DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS P R E S E N T E .

Por éste conducto permitimos enviar la **VERSION FINAL DE LA TESIS** que desarrolló el pasante de maestría de la MAESTRIA EN NUTRICION ANIMAL: **C. GERARDO SIMON ESTRADA MICHEL** cuyo titulo es:

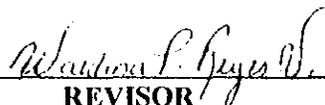
"EVALUACION NUTRICIONAL DE LEUCAENA LEUCOCEPHALA (GUAJE), ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM (PAROTA), PROSOPIS JULIFLORA (MEZQUITE) SOMETIDOS A TRATAMIENTO TERMICO-QUIMICO.

Trabajo dirigido por: M. en C. Esther Albarán Rodríguez
Asesorado por: Dra. Irma Elizondo Espinoza

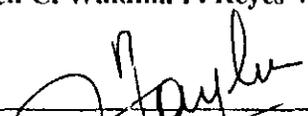
Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual revisada en forma colegiada y reúne los requisitos metodológicos necesarios.

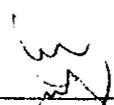
A T E N T A M E N T E

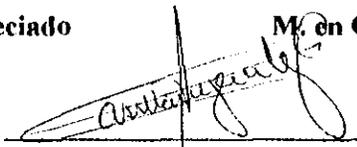
Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. a 11 de Diciembre de 1998.


REVISOR
M. en C. Waldina P. Reyes Velazquez


REVISOR
M. en C. Delia G. Gonzalez Aguilar


REVISOR
M. en C. Juan de J. Taylor Preciado


REVISOR
M. en C. Ma. De Lourdes Isaac Virgen


REVISOR
M. en C. Alberto Casillas Benitez

c.c.p. Archivo de la Coordinación.