

1/5
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DETERMINACION DE EFECTOS TOXICOS DE LA
ASOCIACION FRUTO DE PAROTA (*Enterolobium
cyclocarpum*) CON ESTRELLA DE AFRICA
(*Cynodon plectostachyus*) EN OVINOS**

T E S I S

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

IRMA TORRES LOPEZ

ASESORES: MC MVZ LUCAS MELGAREJO VELAZQUEZ
EPAB MVZ YOLANDA CASTAÑEDA NIETO



MEXICO, D. F.

274717

1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DETERMINACIÓN DE EFECTOS TÓXICOS DE LA ASOCIACIÓN
FRUTO DE PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*) CON
ESTRELLA DE ÁFRICA (*Cynodon plectostachyus*) EN OVINOS**

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

por

Irma Torres López

Asesores:

MC MVZ Lucas Melgarejo Velázquez
EPAB MVZ Yolanda Castañeda Nieto

México, D.F., 1999

DEDICATORIA

A *Dios*, porque al concederme la vida me ha dado la oportunidad de llegar hasta este momento.

A mi madre, *Celia López Vázquez*, por la confianza que ha depositado en mí y el tiempo que me ha dedicado, por ser mi apoyo durante todos estos años y la fuente de afecto incondicional.

A mi padre, *Juan Torres García*, por su amor, sus desvelos, su cansancio, sus consejos y su paciencia; por procurar nuestro bienestar.

A mis hermanos: *Ignacio y Maribel*, por su cariño, su paciencia, su tiempo y su comprensión. Porque han creído en mí, impulsándome para alcanzar mis metas y han soportado mis malos ratos.

A mi abuelita *Carmen*, por su amor, porque ha sido ejemplo de fortaleza y dedicación.

A mi madrina *Adriana* (†), por su valor y coraje al enfrentar las adversidades, por su forma de vivir saboreando cada momento, por el tiempo que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A mis familiares, por el cariño y confianza depositados en mí.

A mis amigos, a quienes no es necesario nombrar, pues saben del lugar que ocupan en mi corazón, por su apoyo incondicional, por el tiempo y las experiencias compartidas, por aceptarme con mis defectos y virtudes... por su amistad.

A la familia Velasco, por la ayuda que me brindaron durante mi estancia en San Luis Acatlán.

A mis asesores y miembros del jurado, por el tiempo y dedicación invertidos en este trabajo.

A Fundación UNAM, por su apoyo para la realización de esta tesis.

Y a todas aquellas personas que han contribuido de alguna manera en mi crecimiento personal.

GRACIAS...

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Justificación	8
Hipótesis	9
Objetivos	9
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	12
DISCUSIÓN	13
LITERATURA CITADA	16
CUADROS	20

RESUMEN

TORRES LÓPEZ IRMA. "Determinación de efectos tóxicos de la asociación fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) en ovinos", (bajo la asesoría de MC MVZ Lucas Melgarejo Velázquez y la EPAB MVZ Yolanda Castañeda Nieto).

El objetivo fue determinar efectos tóxicos en ovinos por asociación fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Se utilizaron 18 ovinos Pelibuey, de 16 kg, en un diseño completamente al azar para 2 tratamientos y 9 repeticiones. Durante 30 días, se administró individualmente, en ambos grupos, concentrado (70% de grano de maíz y 30% de vaina y fruto de parota crudos y molidos), sales minerales y agua *ad libitum*. El grupo experimental (GE) pastoreo 5 hs diarias, el grupo testigo (GT), recibió 20% de envoltura de mazorca de maíz en la dieta. Se determinaron: consumo de concentrado y agua, ganancia de peso (GP), ganancia diaria de peso (GDP), frecuencia cardíaca (FC) y respiratoria (FR), temperatura rectal (TR), movimientos ruminales (MR), tiempo de llenado capilar (TLLC), cambios fisicoquímicos de orina, actividad de las enzimas séricas aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (FA), y bilirrubinas totales. Los promedios para el GE y GT fueron respectivamente: GP: 3.66 y 3.94 kg, GDP: 130 y 140 g, FC: 109.94 y 112.82, FR: 33.11 y 65.55, MR: 2.41 y 2.22, (TR): 39.07 y 38.83 C, y TLLC: 2 segundos para ambos grupos. Hubo mayor FR, consumo de concentrado y agua ($P < 0.05$) en el GT, y mayor número de MR ($P < 0.05$) en el GE. La orina no mostró alteraciones en su mayoría. La AST y bilirrubinas presentaron niveles normales, FA se elevó en ambos grupos. No se presentaron efectos tóxicos al alimentar ovinos con 30% de fruto de parota y pastoreo en estrella de África.

INTRODUCCIÓN

Una de las necesidades fundamentales del hombre es el procurarse alimento, por lo cual, el incremento constante en la población humana, ejerce una enorme presión sobre la producción pecuaria, para aumentar la cantidad de productos de origen animal,^{1, 2} lo que origina que se busquen nuevas alternativas en la alimentación del ganado para elevar la eficiencia de la producción, con mayor calidad y menor costo.³

El trópico se ha caracterizado por poseer alto inventario ganadero pero un bajo índice de productividad. En México, las áreas tropicales tienen gran potencial para la producción de forraje durante la mayor parte del año, y en consecuencia para la producción animal.⁴

En el trópico seco mexicano, la ganadería es de tipo extensivo con marcada influencia estacional, que se ve restringida por una larga sequía, donde la escasez de forraje es la principal limitante de la producción. Para subsanar este problema, existe la necesidad de alimentar a los animales con esquilmos y subproductos agrícolas, lo cual no siempre está al alcance del ganadero, provocando en el ganado pérdida de peso, el cual permanece en malas condiciones hasta la próxima estación de lluvias.⁵

Con el inicio de las lluvias y el incremento de las temperaturas, el crecimiento de los forrajes alcanza su pico máximo, produciéndose un excedente, que podría cubrir los requerimientos de los animales.⁴

Así, las gramíneas forrajeras tropicales presentan amplia variación en su valor nutritivo, principalmente en el contenido de proteína y porcentaje de digestibilidad, características que se ven afectadas por el estado de madurez de los pastos, el nivel de fertilidad del suelo, la temperatura, luz y humedad.⁴

El pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), es una de las principales gramíneas forrajeras introducidas en áreas tropicales del país.⁴ Es perenne, rastrera de larga vida, emite tallos erectos y numerosos estolones que lo propagan rápidamente por todos los terrenos. Alcanza una altura de 80 cm a 1 m. Tolerancia al calor, la sequía y se adapta a una gran variedad de suelos, desde arenoso hasta arcilloso, es resistente a los suelos ácidos o salinos y al pastoreo.^{6, 7} Es usado como forraje, aunque su riqueza en nutrientes no puede considerarse alta; se usa además para contener la erosión en lugares de alta precipitación.⁷

En los últimos 35 años las poblaciones de ovinos y caprinos en el mundo se han incrementado, sobre todo en países en vías de desarrollo.⁸ Estos rumiantes se caracterizan por producir alimentos proteínicos de alto valor biológico con elevada digestibilidad, como la carne y leche, a partir de forrajes de baja calidad.^{8,9}

Lo anterior indica la importancia que tienen estas especies, principalmente en regiones tropicales, donde se producen grandes cantidades de forrajes.⁹ Sin embargo, es necesario establecer las necesidades nutricionales para una productividad más eficiente.¹⁰

Por lo que la suplementación para ovinos en pastoreo se realiza en épocas de menor producción de pastos, como son las épocas de sequía y nortes en el trópico húmedo, o cuando la calidad de los pastos es muy baja debido a la madurez.¹⁰

En México, es común observar en el campo la existencia de especies nativas de árboles que permanecen con follaje y frutos durante la sequía, los cuales son utilizados para la alimentación animal, sobre todo en éste período.^{5, 11} Entre éstos se menciona la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), también llamada huanacastle, pich,¹² guanacastle, corotú, carito y árbol de orejas,¹³ el cual es usado como alimento, mejorador del suelo al fijar nitrógeno atmosférico, como cerco vivo y sombreadero.^{14, 15, 16, 17}

La parota es una leguminosa arbórea,¹³ tiene 20 a 30 m de altura y forma parte del bosque tropical caducifolio. En México se localiza en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.¹⁸

Se han realizado estudios sobre la composición química del fruto de la parota (Cuadro 1),^{3, 5, 11, 19} así como múltiples experimentos con animales, con lo cual se ha buscado evaluar su calidad nutritiva para ser usada en la alimentación animal, entre los que se encuentran los siguientes:

En Honduras, se trabajó con 28 ovinos de las razas Blackbelly, Katahdin y sus cruza, de 150 días de edad y 18 kg de peso vivo promedio. Dichos animales fueron alimentados, durante 56 días, administrándoles 30% de pasto y un concentrado que contenía 0, 12, 24 y 36% del fruto de parota molido, los animales mostraron un consumo de materia seca de 5.1% de su peso vivo, ganancia de peso de 229 g por día, peso en canal de 7.47 kg y un rendimiento en canal similar en todos los tratamientos de 49.5%.²⁰

En otro trabajo realizado en Colima, se usaron seis ovinos Pelibuey de 15 kg de peso vivo promedio, para determinar el consumo voluntario y la digestibilidad aparente *in vivo* de la cáscara, semilla y fruto completo de parota, no se encontraron diferencias estadísticas en consumo y digestibilidad aparente de materia seca (MS) y proteína cruda (PC).²¹

En otro experimento, se utilizó el fruto completo y tostado de la parota en la alimentación de ocho animales Holstein jóvenes, cuatro machos y cuatro hembras, para estimar la digestibilidad *in vivo* de una ración a base de harina de maíz, paja de arroz, melaza y 30% de parota, comparándola con una ración testigo que tenía el mismo porcentaje de proteína y fibra, y donde la fuente de proteína provenía principalmente de soya extruida. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la parota y la soya, indicando que el uso de la primera es rentable en la alimentación de rumiantes.¹⁹

Doce machos enteros, Cebú por Pardo suizo, fueron alimentados con 10, 20 y 30% de vaina y fruto de parota cruda y molida como parte de un concentrado elaborado a base de grano de maíz, desperdicio de pan, gallinaza de pollo de engorda, rastrojo de maíz picado (envolturas de la mazorca) y mezcla de minerales. En este trabajo, no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos y se concluyó que la parota puede ser utilizada en niveles hasta de 30% en la finalización de toretes sin usar forrajes verdes por el riesgo de fotosensibilización.¹¹

Recientemente (1998), en el estado de Colima, se realizó un trabajo para evaluar al fruto de parota como suplemento alimenticio. Para ello, se utilizaron 20 ovinos de la raza Pelibuey con 4 meses de edad y 15.3 kg de peso vivo promedio. Se emplearon cuatro tratamientos que consistieron en pastoreo y suplemento (fruto de parota) en niveles de 0, 20, 40 y 60%, el tiempo de pastoreo para el tratamiento del 0% fue de 10 hs, y 5 hs para los demás tratamientos; estos animales fueron confinados en corraletas individuales donde recibieron el suplemento triturado. No hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos para la variable ganancia de peso, obteniéndose la mayor ganancia con el nivel de inclusión del 60%, así como el mayor consumo. Concluyeron que el fruto de la parota es un buen recurso alimenticio para ovinos en la época de estiaje.²

Algunos trabajos mencionan la existencia de factores antinutricionales del fruto de la parota, sin especificar las sustancias a las que hacen referencia.^{11, 19, 22}

Los factores antinutricionales se definen como sustancias generadas por el metabolismo de las diferentes especies de plantas, y que por diferentes mecanismos ejercen una acción negativa en el metabolismo de los animales que las consumen. Esta acción se puede presentar por disminución en la utilización metabólica de los nutrientes o su inactivación y disminución del consumo o de los procesos digestivos.⁵

En una serie de ensayos en alimentación de ratas, se evaluó el potencial nutritivo de algunas semillas crudas tropicales. Las ratas a las que se administró la dieta conteniendo la semilla del *E. cyclocarpum*, presentaron bajo consumo de alimento y disminuyeron rápidamente de peso, observándose además, alta incidencia de mortalidad. También se menciona la presencia de lectinas en el extracto de esta semilla, aunque no se le atribuye únicamente a éstas dicha toxicidad.²³

En otro estudio, se usaron semillas de leguminosas arbóreas tropicales molidas en dietas artificiales para criar larvas de la mariposa *Prodenia eridania*. se observaron signos de toxicidad por algunos aminoácidos presentes en las semillas, figurando entre las más tóxicas la semilla del árbol *E. cyclocarpum*, no se menciona cuales son los aminoácidos ni su acción sobre las larvas.²⁴

Otro autor señala que la corteza del *E. Cyclocarpum* contiene taninos y el fruto saponinas.¹⁸

De la corteza, pulpa y cáscara del *E. cyclocarpum* se obtuvo un extracto metanólico con saponinas triterpénicas, que resultaron ser potentes ictiotóxicas y bactericidas.¹³

En un trabajo de tesis, realizado en Guatemala, mediante pruebas de campo en la alimentación de vacas, se confirmó la capacidad del fruto de la parota para causar fotosensibilización hepatógena en rumiantes. Posteriormente, extrajeron cuatro compuestos químicos del fruto que fueron administrados oralmente a ratones desnudos simultáneamente con clorofila, con iluminación de luz ultravioleta. Después de la irradiación, el principal resultado fue la inducción de edema y proliferación celular. Se determinó que la sustancia fototóxica esta incluida en la fracción del metanol y que puede ser una saponina.²⁵

Se menciona que las saponinas se ven implicadas en la oclusión de los conductos biliares por depósito de sales insolubles de calcio y que el metabolismo ruminal de las saponinas esteroideas de las plantas, parece ser un fenómeno de importancia en la etiología de enfermedades fotosensibilizantes cristal-asociadas; aunque todavía no ha sido demostrado

que estos compuestos son los responsables de esas enfermedades. Sin embargo, es posible que variaciones cuantitativas y cualitativas de saponinas en las plantas, en combinación con cambios en la actividad de la flora ruminal, sean responsables de los rasgos de este grupo de enfermedades.²⁶

La fotosensibilización hepatógena ocurre cuando algunas toxinas, bacterias, virus o neoplasias dañan gravemente el hígado, impidiendo la excreción de la filoeitrina, compuesto formado por la degradación microbiana de la clorofila en el tracto gastrointestinal, que es conjugado y eliminado por vía biliar. La excreción renal de la filoeitrina circulante es baja, y disminuye más en algunas intoxicaciones que causan lesión tubular renal. Al disminuir su excreción se acumula en los tejidos, incluyendo la piel, donde sus propiedades fotodinámicas provocan las lesiones típicas cuando el animal está expuesto a la radiación solar ultravioleta (de longitud de onda entre 290 y 400 nm). Las lesiones de la fotosensibilización se observan en zonas desprovistas de pelo o despigmentadas como orejas, labios, párpados y el rodete coronario, que en ovinos son las zonas más sensibles.^{27, 28, 29}

Los puntos a cumplir para diagnosticar una toxicosis son: historia clínica, examen clínico, análisis de laboratorio y examen posmortem.³⁰

La historia clínica: corresponde a la descripción de las circunstancias dónde y cómo ocurrió la intoxicación.³⁰

En el examen clínico se consideran la actitud o postura, comportamiento, estado nutricional, constantes fisiológicas y aspecto clínico del individuo.³¹

En el diagnóstico de enfermedades son utilizadas las variaciones de frecuencia respiratoria, pulso y temperatura. El segundo, puede verse modificado por la sujeción y el manejo, que usualmente causan un marcado incremento, principalmente en animales no acostumbrados.³² El color de las mucosas de los orificios corporales es una ayuda para la interpretación de los cambios que se sufren en la sangre.³⁰

Los análisis de laboratorio proporcionan evidencia sobre las alteraciones fisiológicas resultado de una enfermedad. El estado funcional de algunos órganos (principalmente hígado, riñón y páncreas) pueden ser evaluados por pruebas de laboratorio, los hallazgos normales o anormales, proveen información objetiva en el proceso de diagnóstico diferencial, formulación de un pronóstico y monitoreo de tratamientos.³³

Así, el daño en la integridad hepática está indicado por el aumento en la actividad plasmática de enzimas específicas. En el caso de ovinos, son de importancia las enzimas Aspartato aminotransferasa (AST), Deshidrogenasa glutámica (GDH), Deshidrogenasa sorbitol (SDH) y Gama glutamil transferasa (GGT).³² En caso de obstrucción biliar se observa un aumento de la actividad de la enzima Fosfatasa alcalina (FA).³⁴ La colestasis intrahepática se manifiesta también por el incremento de pigmentos biliares (Bilirrubina directa) en sangre.³⁰ Es necesaria la determinación inmediata en el caso de la GDH, ya que hay un deterioro rápido a temperatura ambiente y de refrigerador,³² también la SDH presenta como desventaja que su actividad en suero disminuye rápidamente y debe ser analizada dentro de un período de 12 hs.³⁵

El análisis de la orina es considerado como herramienta básica muy importante para el médico en el diagnóstico de enfermedades, especialmente en aquellas que ocurren en forma subclínica, así como para establecer un buen pronóstico de muchas de ellas. La orina, es un líquido acuoso, claro, de olor ligeramente aromático, el color normal varía de amarillo claro a oscuro ligero, con pH de 7.7 a 8.4 en rumiantes. Las proteínas deben estar ausentes, si la determinación es con la prueba de precipitación con ácido sulfosalicílico, aunque en algunas circunstancias podrán aparecer en trazas (0.0 a 0.010 g/l), en el caso de hacer la determinación mediante tiras reactivas (multistix, Labstix), es frecuente la aparición de reacciones falsas positivas. La orina normal deberá ser carente de cuerpos cetónicos o existir en forma insignificante (>0.007g/l),³⁶ y sin bilirrubina. Una pequeña cantidad de urobilinogeno puede ser eliminada en la orina, su determinación por tiras reactivas, puede ser usada como prueba en el diagnóstico diferencial de ictericia, aunque no es muy confiable pues algunos factores como la administración oral de antibióticos y tiempo de tránsito intestinal afectan su formación y recirculación.³³ Existen en el mercado tiras reactivas que permiten la determinación de presencia de sangre en orina, la hematuria o hemoglobinuria son hallazgos comunes en alteraciones tanto locales como sistémicas.³⁶

En el examen posmortem se señalan los cambios anatómicos que se identifican en el animal muerto, producto también de la patogenia desarrollada por el tóxico. El hígado y el riñón son órganos de los que se toman muestras comúnmente en la sala de necropsias y se usan para la búsqueda de tóxicos parenquimatosos o sistémicos.³⁰

JUSTIFICACIÓN

Existen informes de ganaderos indicando intoxicaciones en ovinos y bovinos alimentados con la semilla cruda y molida del *Enterolobium cyclocarpum*. Debido a la escasa información encontrada sobre el tema, al extenso consumo de las vainas por los animales, y al potencial de uso de sus vainas y semillas en la alimentación de rumiantes, durante las estaciones secas en varios estados costeros de la República Mexicana y en otras partes del mundo, es importante su estudio en el aspecto toxicológico, con el fin de aportar mayor información para mejorar su uso como una alternativa en la alimentación animal.

HIPÓTESIS

Existen efectos tóxicos en ovinos bajo pastoreo en estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), alimentados con 30% de vaina y fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) crudos, molidos, de un año de almacenados.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Mediante la observación de signos y síntomas, cambios en la composición fisicoquímica de la orina y determinación de la actividad de enzimas y bilirrubina en suero sanguíneo, detectar la existencia de efectos tóxicos en ovinos por la asociación de pastoreo en praderas de estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y el consumo de vaina y fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) crudos, molidos, de un año de almacenados.

Objetivos específicos:

- Evaluar cambios en la temperatura corporal, frecuencias cardíaca, respiratoria y movimientos ruminales en ovinos alimentados con vainas y frutos crudos de parota y pastoreo en estrella de África.
- Determinar los cambios en la composición fisicoquímica de orina, actividad de las enzimas AST y FA, y bilirrubinas totales en suero sanguíneo de ovinos alimentados con vainas y frutos crudos de parota y pastoreo en estrella de África.
- Identificar, en caso de existir evidencias clínicas de intoxicación, los hallazgos a la necropsia en ovinos alimentados con vainas y frutos crudos de parota y pastoreo en estrella de África.
- Detectar las alteraciones histopatológicas en hígado, riñón, corazón y otros órganos que presenten alteraciones a la necropsia por consumo de parota y pastoreo en estrella de África.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el municipio de San Luis Acatlán en la Costa chica del estado de Guerrero, a una altura de 250 msnm, con una temperatura promedio de 26°C y una precipitación de 600 mm anuales, con sequía prolongada durante el invierno, de clima Awo.³⁷

Se utilizaron 18 ovinos de raza Pelibuey con peso vivo promedio de 16 kg (\pm 4 kg), los que fueron desparasitados* y bacterinizados contra *Clostridium chauvoei*, *Pasteurella hemolitica* y *Pasteurella multocida* tipos A y D.

Los animales fueron distribuidos al azar en dos grupos: grupo experimental y grupo testigo, con nueve animales cada uno.

El periodo experimental fue de 30 días y se tuvo un periodo de adaptación de los animales al alimento de 15 días.

Todos los ovinos fueron alimentados, por la mañana, en comederos individuales con un concentrado elaborado con 30% del fruto de parota molida y 70% de grano de maíz, además, recibieron agua y sales minerales *ad libitum*. El fruto utilizado (vaina y semilla) fue colectado un año antes y almacenado hasta su utilización, sin haber recibido ningún tratamiento.

El grupo experimental fue sometido a pastoreo continuo durante 5 horas diarias en una pradera de pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Los animales del grupo testigo, en lugar de pastoreo, recibieron como forraje y en forma individual, espátas o tazol (envolturas de la mazorca) en un nivel que no excedió el 20% de la dieta.

En ambos grupos se midió diariamente consumo de concentrado y agua, obtenidos de la diferencia del alimento y agua ofrecidos y rechazados. El consumo de forraje en pastoreo no fue evaluado. Se pesó a los animales, al inicio y final del experimento, para obtener ganancia de peso diaria y total.

Cada 10 días se realizaron muestreos de sangre por vía yugular para la determinación de la actividad de las enzimas AST, FA y bilirrubinas totales en suero para inferir daño hepático.^{32, 33, 34, 35, 38}

* Closantil *5%, Chinoin, México.

Cada tres días, en la mañana, se realizaron mediciones de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, movimientos ruminales y tiempo de llenado capilar. Posteriormente, se realizaron muestreos de orina mediante la inducción de la micción por asfixia.^{31, 32} A la orina se le realizó examen físico y se determinó con tiras reactivas** presencia de glucosa, cetonas, bilirrubina, sangre, pH y proteínas.

Las ganancias de peso y las constantes fisiológicas se analizaron estadísticamente con una prueba de "t de student".³⁹

Los resultados de las pruebas realizadas a la orina son informados como tal, sin análisis estadístico.

Los resultados de la determinación de la actividad de las enzimas y bilirrubina en las muestras de suero sanguíneo, fueron comparados contra valores de referencia para determinar la existencia de alteraciones.

** Tiras reactivas Bili-Labstix, Bayer, México.

RESULTADOS

Dado que mediante el examen físico no se observaron signos de intoxicación, no se realizó el sacrificio de los animales, por lo cual sólo se informa acerca de los resultados obtenidos durante el monitoreo de las constantes fisiológicas, examen de las muestras de orina y determinación de la actividad de enzimas séricas y bilirrubinas.

El consumo de agua y concentrado mostró una diferencia marcada entre ambos grupos ($P < 0.05$), fue mayor en el caso del grupo testigo (Cuadro 2).

Los valores obtenidos en ganancia de peso no muestran diferencias estadísticas ($P > 0.05$), observándose poca variación entre grupos (Cuadro 3).

Los valores registrados de las constantes fisiológicas (Cuadro 4), indicaron diferencia estadística significativa en los casos de frecuencia respiratoria ($P < 0.05$), siendo mayor en el grupo testigo, y movimientos ruminales, los cuales fueron mayores en el grupo experimental ($P < 0.05$). Aunque ambos valores se encontraron dentro de los rangos normales.

En el Cuadro 5, se presentan los valores de las enzimas séricas y bilirrubinas totales, se observaron normales de acuerdo con la literatura excepto en FA, la cual presentó aumento de su actividad en ambos grupos.

Al realizar el examen físico de las muestras de orina, se observaron de color amarillo ámbar, olor aromático y sin precipitados en ambos grupos.

La composición química de la orina, no mostró alteraciones en cuanto a presencia de glucosa, bilirrubina, cetonas y sangre, se observó trazas de proteínas en las muestras de algunos animales. El pH fue de 8.5 en promedio.

DISCUSIÓN

Existen pocos estudios que hayan evaluado las características antinutricionales o el potencial tóxico de la parota, por lo que las comparaciones que se puedan realizar en función a los resultados de la presente investigación son limitadas.

La diferencia encontrada en el consumo de agua entre los grupos experimental y testigo, puede estar influenciada por el consumo de forraje verde del grupo experimental, ya que, la ingestión de forraje verde y fresco puede proporcionar diariamente cantidades importantes de agua, pues éste presenta una humedad de 65 a 70 %.⁴⁰

En el caso de la diferencia encontrada en el consumo de concentrado, a favor del grupo testigo, se debe tener en cuenta que el grupo experimental se mantuvo en pastoreo sin medir el consumo de forraje. Además, el ambiente térmico influye sobre el consumo de los rumiantes domésticos, aumentando el apetito con el frío y descendiendo cuando se ven sometidos a estrés por calor. Así, probablemente los animales del grupo experimental, redujeron su consumo de concentrado debido a una mayor exposición al calor y al sol, ya que estuvieron en pastoreo. También al elevar el porcentaje de forraje en la dieta se produce un ligero aumento en la producción de calor, debido al incremento calórico asociado a la ingestión y digestión. En ambientes cálidos, esta mayor producción de calor puede originar una reducción voluntaria en el consumo, disminuyéndose generalmente el consumo del alimento de menor palatabilidad.⁴⁰

Esta diferencia en el consumo no influyó sobre la ganancia de peso de los animales, comportándose de manera semejante, sin mostrar diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$). Siendo similares a las informadas en ovinos Pelibuey suplementados con 40% de fruto de parota y 5 hs de pastoreo.²

Los valores promedio de las constantes fisiológicas se encontraron dentro de los intervalos normales.^{27, 31} Se registró diferencia estadística en el caso de movimientos ruminales y frecuencia respiratoria. En la última, el valor del grupo testigo fue casi el doble del presentado por el grupo experimental. Los ovinos muestran amplias variaciones de la frecuencia respiratoria de acuerdo a los factores medioambientales, cobertura de vellón y grasa,³² y puede aumentarse por incremento en la temperatura corporal, al realizarse esfuerzos, después de la ingesta de alimento y durante la gestación.⁴¹ Probablemente la

diferencia encontrada se originó por la presencia de animales muy nerviosos en el grupo testigo.

Los movimientos ruminales, se observaron dentro de los valores normales en ambos grupos, pero estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Los animales del grupo experimental, presentaron un número mayor de movimientos en comparación con los animales del grupo testigo, lo que se puede atribuir, posiblemente, a la mayor ingesta de forraje, ya que fueron sometidos a 5 horas de pastoreo. Se menciona que los movimientos retículo-ruminales aumentan por la ingestión de alimento o por alimentación con forrajes largos o alimentos de partículas grandes, y se ven disminuidos con el ayuno o consumo de alimentos de partículas pequeñas (concentrados o forrajes finamente picados).⁴⁰

Los resultados obtenidos del análisis de las muestras de suero sanguíneo presentan valores normales para AST y bilirrubinas totales; la FA, se observó por arriba de los mencionados en la literatura.³³ Su aumento, en este estudio, no se interpreta como una alteración debida a daño hepático, sino originada por el crecimiento de los animales. La elevación de ésta enzima también puede ser ocasionada por aposición o resorción de hueso (durante los períodos de crecimiento rápido del hueso en animales jóvenes, fractura en etapa de curación, durante la gestación, osteomalacia, sarcoma osteogénico, hiperparatiroidismo), padecimientos hepatobiliares, enfermedad renal (no es constante), lesiones gastrointestinales, enfermedad del bazo, hemólisis y administración de fármacos.³⁸ No hubo signos que señalaran alguna de estas alteraciones.

En el monitoreo de cambios fisicoquímicos en la orina, se registró presencia de proteínas en algunos casos, lo cual pudo deberse al pH alcalino de la orina de los rumiantes, ya que origina falsos positivos al ser medida con tiras reactivas.³⁶

Los resultados de este trabajo difieren de lo encontrado por Sobalbarro (1990), que menciona fotosensibilización en ganado y ratones. Sin embargo, coinciden con lo informado por Beltrán, Valdez y Magaña (1998), que no mencionan alteración en ovinos en pastoreo al consumir el fruto y la vaina de la parota, incluso con niveles mayores a los utilizados en éste estudio (60%).

Se concluye que, bajo las condiciones de este estudio, no existen efectos tóxicos en ovinos alimentados con vaina y fruto de parota y estrella de África, por lo que, la vaina y

fruto de parota resulta ser una alternativa en la alimentación animal dado su valor nutritivo, la facilidad de obtención y bajo costo.

No fue posible determinar si la ausencia de los efectos tóxicos se deba al tiempo de almacenamiento de la vaina y fruto de parota utilizado en este estudio (1 año), al tiempo de experimentación (30 días), o posiblemente a la variedad de parota, quedando así propuestas para su investigación posterior.

LITERATURA CITADA

1. Shimada SA. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Sistema de educación continua en producción animal en México A.C. México, 1983.
2. Beltrán IRG, Valdez AMG, Magaña CG. Evaluación de cuatro niveles de vaina de Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq) en ovejas en crecimiento en Tecoman, Col. México. Memorias de XXII Congreso Nacional de Buiatría; 1998 julio 20-25, Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1998:520-522.
3. Beltrán RG, Rodríguez AFA. Análisis bromatológico y estimación del valor nutritivo de la Parota *Enterolobium cyclocarpum* Jacq en Villa de Alvarez, Col. Memorias de XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1997: 260-262.
4. Hernández GA, Martínez HPA. Utilización de pasturas tropicales. En: Torres HG, Díaz RP, compiladores. Producción de ovinos en zonas tropicales. Tabasco, México: Fundación PRODUCE Tabasco A.C., 1997.
5. Morales TA. Composición químico-nutricional de algunos arboles como alternativa alimentaria para rumiantes en el trópico seco (tesis de licenciatura). Cuatitlán Izcalli (Edo de Méx) México: UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 1998.
6. Flores MJA. Bromatología animal. 3ª ed. México: Limusa, 1983.
7. Robles SR. Producción de granos y forrajes. 5ª ed. México: Limusa, 1994.
8. Torres HG. Panorámica de la ovinocultura en el trópico mexicano. En: Torres HG, Díaz RP, compiladores. Producción de ovinos en zonas tropicales. Tabasco, México: Fundación PRODUCE Tabasco A.C., 1997.
9. Ponce PI, Miranda MO, Ramírez SA, Fonseca FN. Efecto de la carga en la ganancia de peso y comportamiento de la canal de ovinos Pelibuey alimentados con Pasto Estrella. Rev prod anim 1994;8:141-142.
10. Aranda IEM, Mendoza MGD, García BJ. Alimentación de ovinos. En: Torres HG, Díaz RP, compiladores. Producción de ovinos en zonas tropicales. Tabasco, México: Fundación PRODUCE Tabasco A.C., 1997.

11. Velasco AO, Melgarejo VL, Velasco NF. Conversión alimenticia ganancia de peso y rendimiento en canal de novillos alimentados con diferente proporción de fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Memorias de XX Congreso Nacional de Buiatría; 1996 Agosto 14-17; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1996:301-304.
12. Susano HR, Especies arbóreas susceptibles de aprovecharse como forraje. Ciencia Forestal 1981;6:31-39.
13. Domínguez XA, Franco R, Pugliese O, Escobar N, Jaén JA. Plantas medicinales de México XXXV. Estudio químico de la corteza y fruto del Guanacastle o Parota *Enterolobium cyclocarpum*, Jacq., una leguminosa. Rev Latinoamer Quím 1979;10:46-48.
14. Ahn JH, Robertson BM, Elliott R, Gutteridge RC, Ford CW. Quality assessment of tropical browse legumes: Tannin Content and protein degradation. Anim Feed Sci Technol 1989;27:147-156.
15. Akkasaeng R, Gutteridge RC, Wanapat M. Evaluation of trees and shrubs for forage and fuelwood in northeast Thailand. Int Tree Crops J 1989;5:209-220.
16. Reiss D, Harrison J. Selection of fodders trees. Trials at the Bikita site, a goat projet in Zimbabwe. Rev Elev Med Vet Pays Trop 1990;43:125-134.
17. Rico-Gray V, Chemas A, Mandujano S. Uses of tropical deciduous forest species by the Yucatecan Maya. Agroforest Syst 1991;14:149-161.
18. Niembro RA. Árboles y arbustos útiles de México. México, D.F.: Limusa, 1994.
19. Ortiz MA, González JM, Bressani R. Valor nutritivo del fruto del árbol de conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) en bovinos jóvenes. Turrialba 1989;39:209-214.
20. Moscoso C, Velez M, Flores A, Agudelo N. Effects of guanacaste tree (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb) fruit as replacement for sorghum grain and cotton-seed meal in lamb diets. Small Rumin Res 1995;18:121-124.
21. Peña MA, Beltrán RG, Valdez MG. Digestibilidad in vivo del fruto seco de la Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.) en borregas en crecimiento. Memorias de XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México. México (DF): Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1997:467.

22. González MSA, Ariceaga SN, Altamirano GNA, Huerta M. Evaluación del valor nutritivo de la Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en la alimentación de ovinos. Memorias del segundo Congreso Nacional de Producción Ovina. 1989 marzo 9-11; San Luis Potosí (San Luis Potosí) México, México (DF)113-115.
23. Grant G, More LJ, McKenzie NH, Dorward PM, Buchan WC, TeleK L, et al. Nutritional and haemagglutination properties of several tropical seeds. J. Agric. Sci. 1995;18:121-124.
24. Rehr SS, Bell EA, Janzen DH, Feeny PP. Insecticidal amino acids in legume seeds. Biochem Syst 1973;1:63-67.
25. Sabalvarro AA. Identification and typing of potentially poisonous plants of the southern Pacific coast of Guatemala. Toxicity of fruits of the tree *Enterolobium cyclocarpum* (Mimosaceae) for ruminants and laboratory animals (thesis). Germany: Univ. Hannover, 1990.
26. Miles CO, Wilkins AL, Erasmus GL, Kellerman TS. Photosensitivity in South Africa. VIII Ovine metabolism of tribulus terrestris saponins during experimentally induced geeldikkop. Onderstepoort J Vet Res 1994;61:351-359.
27. Smith BP. Large Animal Internal Medicine. St. Louis, Missouri: Mosby Company, 1990.
28. Jubb KVF, Kennedy PC, Palmer N. Patología de los animales domésticos, tomo 1. 3a ed. Uruguay: Hemisferio Sur, 1985.
29. Carlyle JT, Duncan HR. Veterinary pathology. Fifth edition. Philadelphia: Lea & Febiger, 1983.
30. Rosiles MR. Criterios diagnósticos en toxicología veterinaria. Memorias del curso "Toxicología ambiental, económica y forense"; 1986 abril; Cd. Universitaria (D.F.) México (D.F): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, División de Estudios de Posgrado y Coordinación de Cursos de Actualización, 1986: 30-36.
31. Pacheco CJ, González PR. Propedéutica clínica veterinaria. México: CECSA, 1991.
32. Hindson JC, Winter AC. Outline of clinical diagnosis in sheep. Great Britain: Butterworth & Co. 1990.
33. Meyer JD, Harvey WJ. Veterinary laboratory medicine. Interpretation & diagnosis. United States of America: W.B. Saunders Company, 1998.

34. Morgan GK. Veterinary laboratory medicine. Clinical biochemistry and haematology. London: Blackwell Scientific Publications, 1989.
35. Kaneko JJ, editor. Clinical biochemistry of domestic animals. 4th ed. California: Accademic Press. 1989.
36. Bouda J, Paash ML, Yabuta OAK. Líquido ruminal y orina. Colección, análisis e interpretación. Memorias del Curso Internacional Teorico-Practico de Actualización en el Diagnóstico de las Enfermedades más Frecuentes en bovinos; 1996 abril 18-20; Cd. Universitaria. México (DF): UNAM, FMVZ. División de educación continúa, Departamento de diagnóstico clínico y departamento de producción animal: rumiantes, 1996:23-27.
37. Tamayo JL. Geografía moderna de México. 9^a ed. México, DF: Trillas, 1981.
38. Benjamin MM. Manual de patología clínica en veterinaria. México: Limusa, 1990.
39. Herrera HJG, Lorenzana CG. Aplicaciones del SAS (Statistical analysis system) a los métodos estadísticos. Oaxaca: Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Centro de Investigaciones y Graduados Agropecuarios, 1994.
40. Church CD. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. España: Acribia, 1993.
41. Kolb E. Fisiología veterinaria, tomo II. España: Acribia, 1987.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**Cuadro 1. Composición química y digestibilidad *in vitro* del fruto de Parota
(*Enterolobium cyclocarpum*)**

	Fruto completo ¹	Semilla ¹	Cáscara ¹	Fruto sin semilla ²	Semilla ³	Vaina con semilla ⁴	Vaina sin semilla ⁴	Semilla ⁴
MS %	90.46	90.04	90.39	94.40		92.7	92.5	92.1
PC %	17.20	22.31	11.22	10.90	22.8	12.9	9.2	16.6
FC %	10.30	9.32	11.98	19.29	13.3			
EE %				2.11	3.7			
CEN %				8.59		4.60	4.80	3.50
ELN %				59.11	57.3			
ED Mcal/kg	2.9	3.97	2.41	2.64				
EM Mcal/kg	2.37	3.25	1.97	2.16	2.681			
DIVMS				49.54		81.79	70.32	92.61

¹ Beltrán y Rodríguez (1997)

² Morales (1998)

³ Velasco, Melgarejo y Velasco (1996)

⁴ Ortíz, Gonzáles y Bressani (1989)

MS Materia seca

PC Proteína cruda

FC Fibra cruda

EE Extracto etéreo

CEN Cenizas

ELN Elementos libres de nitrógeno

ED Energía digestible

EM Energía metabolizable

DIVMS Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Cuadro 2. Consumo de concentrado y agua* en ovinos Pelibuey alimentados con vaina y fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

Grupo	Concentrado (g)	Agua (ml)
Experimental*	315.16 ± 87.14 ^a	625.52 ± 277.70 ^a
Testigo**	867.81 ± 235.20 ^b	1918.39 ± 516.48 ^b

*Media ± desviación estándar

^{a, b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (P<0.05)

* Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, mantenidos en pastoreo durante 5 hs.

** Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, y tazol (envoltura de la mazorca de maíz) como forraje.

Cuadro 3. Ganancias de peso* en ovinos Pelibuey alimentados con vaina y fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

Grupo	Ganancia de peso (kg)	Ganancia diaria de peso (kg)
Experimental*	3.66 ± 1.17 ^a	0.13 ± 0.04 ^a
Testigo**	3.94 ± 2.05 ^a	0.14 ± 0.07 ^a

* Media ± desviación estándar

^a Literales iguales en la misma columna indican que no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$)

* Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, mantenidos en pastoreo durante 5 hs.

** Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, y tazol (envoltura de la mazorca de maíz) como forraje.

Cuadro 4. Constantes fisiológicas* en ovinos Pelibuey alimentados con vaina y fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

Grupo	Experimental*	Testigo**	Valores de referencia
FC (latidos/min.)	109.94 ± 7.35 ^a	112.82 ± 6.73 ^a	60-120 ¹
FR (respiraciones/min.)	33.11 ± 2.72 ^a	65.55 ± 15.86 ^b	12-72 ¹
MR (movimientos/ 2 min.)	2.41 ± 0.20 ^a	2.22 ± 0.14 ^b	2-3 ²
Temperatura (C)	39.07 ± 0.11 ^a	38.83 ± 1.14 ^a	39-40 ¹
TLLC (segundos)	2	2	1-2 ²

* Media ± desviación estándar

^{a, b} Literales diferentes en la misma fila muestran diferencia estadística significativa (P<0.05)

FC: Frecuencia cardiaca

FR: Frecuencia respiratoria

MR: Movimientos Ruminales

TLLC: Tiempo de llenado capilar

¹ Smith (1990)

² Pacheco (1991)

* Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, mantenidos en pastoreo durante 5 hs.

** Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, y tazol (envoltura de la mazorca de maíz) como forraje.

Cuadro 5. Promedios obtenidos del análisis de las muestras de suero sanguíneo en ovinos Pelibuey alimentados con vaina y fruto de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

Grupo	Testigo*	Experimental**	Valores de referencia ¹
Bilirrubina total	3.9 $\mu\text{mol/L}$	4.3 $\mu\text{mol/L}$	1.7-7 $\mu\text{mol/L}$
AST	84 U/L	78 U/L	60-84 U/L
FA	633 U/L	417 U/L	68-387 U/L

FA: Fosfatasa alcalina

AST: Aspartato amino transferasa

¹ Meyer (1998)

* Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, mantenidos en pastoreo durante 5 hs.

** Dieta: Concentrado conteniendo 70% de maíz y 30% de vaina y fruto de parota, y tazol (envoltura de la mazorca de maíz) como forraje.