

99-A
2oj



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

UTILIZACION DEL LIRIO ACUATICO (EICHHORNIA CRASSIPES) COMO SUBSTITUTO DE ALFALFA EN RACIONES PARA LA ENGORDA DE CERDOS

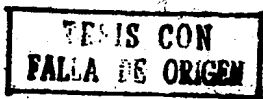
T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
MIGUEL ANGEL HIDALGO BECERRIL

Asesor: Ismael Escamilla Gallegos

México, D. F.

1989





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 está 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.

C O N T E N I D O

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
a) ANTECEDENTES	
b) REVISION DE LITERATURA	
1. Características biológicas del lirio acuático.	
2. Utilización en la alimentación animal.	
c) JUSTIFICACION	
d) HIPOTESIS	
e) OBJETIVO	
MATERIAL Y METODOS.....	11
a) Localización.	
b) Animales y grupos experimentales.	
c) Procedimiento experimental.	
d) Análisis experimental.	
RESULTADOS.....	15
DISCUSION.....	17
LITERATURA CITADA.....	20
CUADROS.....	24
FIGURAS.....	29

L I S T A D E C U A D R O S

Página

1. Análisis químico proximal de la materia prima.....	24
2. Porcentaje de ingredientes en las dietas para la etapa de desarrollo.....	25
3. Porcentaje de ingredientes en las dietas para la etapa de engorda.....	26
4. Promedios de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimentaria.....	27
5. Costos de producción de alimento y carne.....	28

L I S T A D E F I G U R A S

Página

1. Grafica de ganancia de peso por los diferentes
tratamientos..... 29
2. Análisis de superficie de respuesta de sustitu-
ción de alfalfa por lirio acuático..... 30

RESUMEN

HIDALGO BECERRIL MIGUEL ANGEL. Utilización de lirio acuático (Eichhornia crassipes) como sustituto de alfalfa en raciones balanceadas para la engorda de cerdos (bajo la dirección de - Ismael Escamilla Gallegos).

Se utilizaron 20 cerdos híbridos con el objeto de evaluar el efecto de la utilización de lirio acuático (Eichhornia crassipes) como sustituto de alfalfa en raciones para la engorda de cerdos sobre la ganancia diaria de peso, conversión alimentaria y días en llegar a los 90 kg de peso. Los 4 lotes con 5 cerdos cada uno fueron alimentados con las siguientes raciones:

1. 15% de alfalfa más la dieta base; 2. 10% de alfalfa y 5% de lirio acuático más la dieta base; 3. 5% de alfalfa y 10% de lirio acuático más la dieta base; 4. 15% de lirio acuático más la dieta base. Los resultados fueron los siguientes:

Ganancia diaria de peso: lote 1. 0.822 kg; lote 2. 0.750 kg. lote 3. 0.630 kg; lote 4. 0.540 kg. No se observaron diferencias significativas entre el lote testigo (1) y el lote 2 -- ($P > 0.05$) pero si entre los valores del lote 1 con respecto a los lotes 3 y 4. Asimismo el lote 3 resultó ser significativamente igual que el lote 4.

Conversión alimentaria: lote 1. 2.99:1; lote 2. 3.58:1; lote 3. 4.03:1; lote 4 5.09:1. Encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los valores de los lotes tratados con lirio acuático (2,3 y 4) y el grupo control (1)

Costo por kg de carne producido: lote 1. \$ 97.91 lote 2 -- \$ 110.46 lote 3. \$ 118.61 4. \$ 146.27.

Estos resultados indican que para la ganancia diaria de peso, el lirio acuático puede utilizarse como sustituto de la alfalfa en niveles de 5%, ya que un aumento en estos niveles resulta en un decremento de los parámetros de producción como se observó en este trabajo.

concentrados. Sin embargo, el cerdo es capaz de consumir alimentos tan variados como plátano verde con cascara, forrajes como lirio acuático, ensilado de maíz, remolacha y melaza, -- productos que por su precio en ocasiones pueden mejorar la eficiencia económica de los productores tecnificados o de los de escasos recursos (27) aún cuando las conversiones que obtengan estos cerdos sean elevadas (5.0:1), puesto que en algunas regiones estos ingredientes son bastante económicos ('). Una solución al problema de la escasez de forrajes en la alimentación del ganado, podría ser la utilización de vegetales de bajo costo y fácil adquisición, como es el caso de las -- plantas acuáticas que han sido consideradas como plagas debido a su fácil propagación. Con su uso no sólo se solucionaría en gran parte los problemas que causa la escasez de forraje, sino que se podrían reducir los costos de producción por concepto de alimentación (5,10,13).

La utilización de malezas acuáticas como forrajes, al igual que el uso de otros recursos forrajeros, tales como el bagazo de caña, residuos de la industria cervecera y de destilación, se ve ahora como una buena opción (23,31,32). De las plantas acuáticas que provocan maypres problemas por su rápido crecimiento y fácil propagación en las vías pluviales, se considera como principal al lirio acuático (Eichhornia crassipes) -- (1,13,35).

Considerando por un lado al lirio acuático como una fuente nutritiva con alto contenido de nitrógeno y por lo tanto consti-

(') Escamilla Gallegos Ismael, comunicación personal.

tuido en gran parte de proteínas, es lógico pensar en su empleo en la alimentación de animales domésticos (31), sobre todo como sustituto de ingredientes caros como la alfalfa o harina de alfalfa.

Debido a su alto contenido en fibra cruda (12%), desde un principio se enfocó el estudio del lirio acuático como alimento para rumiantes; sin embargo no se descartó la posibilidad de incluirlo a niveles bajos en sustitución de alfalfa en la ración de cerdos (31).

b) REVISIÓN DE LITERATURA.

1. Características biológicas del lirio acuático.

El lirio acuático (Eichhornia crassipes) es conocido también como lirio de agua, jacinto acuático, cucharilla y pato, es una hierba acuática de la familia de las pontederiacées propia de los países de clima cálido y templado. Tiene hojas en forma de roseta, pecíolos globosos que sirven a la planta de flotadores, los cuales pierden su forma globosa alargándose cuando las plantas se encuentran arraigadas en el fondo. Es de limbo transversalmente elíptico, con flores grandes de color azul. La pieza superior del perianto mide de 4 a 5 cm (12).

El ciclo vegetativo tiene una duración de 60 a 75 días, lo que propicia su rápido crecimiento y proliferación, sobre todo en aguas poco profundas. Tiene escasa resistencia a las heladas y a la demolidora acción del oleaje violento (28).

tudo en gran parte de proteínas, es lógico pensar en su empleo en la alimentación de animales domésticos (31), sobre todo como sustituto de ingredientes caros como la alfalfa o harina de alfalfa.

Debido a su alto contenido en fibra cruda (124), desde un --- principio se enfocó el estudio del lirio acuático como alimento para rumiantes; sin embargo no se descartó la posibilidad de incluirlo a niveles bajos en sustitución de alfalfa en la ración de cerdos (31).

b) REVISION DE LITERATURA.

1. Características biológicas del lirio acuático.

El lirio acuático (*Pistia stratiotes*) es conocido también como lirio de agua, jacinto acuático, cucharilla y pato, es una hierba acuática de la familia de las pontederiacées propia de los países de clima cálido y templado. Tiene hojas en forma de roseta, pecíolos globosos que sirven a la planta de flotadores, los cuales pierden su forma globosa alargándose cuando las plantas se encuentran arraigadas en el fondo. Es de limbo transversalmente elíptico, con flores grandes de color azul. La pieza superior del perianto mide de 4 a 5 cm -- (12).

El ciclo vegetativo tiene una duración de 60 a 75 días, lo -- que propicia su rápido crecimiento y proliferación, sobre todo en aguas poco profundas. Tiene escasa resistencia a las heladas y a la demolidora acción del oleaje violento (28).

El lirio acuático (Eichhornia crassipes), es una planta originaria de América del Sur, que ha encontrado en México las condiciones ecológicas propicias para su notable proliferación, por lo cual ha sido tipificado como una plaga, debido a su carácter invasor: miles de hectáreas en lagos, presas, ríos, canales y arroyos han sido invadidos por la planta (13), constituyendo un problema que se está haciendo cada vez más crítico proporcionando lugares para la reproducción de insectos y plagas (30), causando un sinnúmero de problemas económicos y sociales tales como la pérdida de peces y otras formas de vida acuática que representan una fuente de proteína o de ingresos para innumerables núcleos de población (2,12).

Cuando las malezas se reproducen excesivamente, ocasionan serios problemas a la gente que hace uso de estanques, lagos, ríos: y sistemas de riego y drenaje; el exceso de malezas:

1. Obstruye el flujo e incrementa las pérdidas de agua.
2. Interfiere con la navegación, la pesca y otras actividades deportivas.
3. Destruye los habitats de la vida silvestre.
4. Es la causa de sabores y olores desagradables.
5. Hace que disminuyan los valores acuáticos estables reales.
6. Crea riesgos para la salud.
7. Acelera el grado de sedimentación, incrementando la acumulación de fango y desechos.

No se conoce en México la magnitud de la invasión de lirio acuático (Eichhornia crassipes), en los depósitos del país,

con excepción de aquellos en que el perjuicio llega a extremos peligrosos (presa Endhó en Hidalgo, presas Solís y Avila Camacho en Puebla y lagos como los de Chapala en Jalisco y -- Pátzcuaro en Michoacan)(13). Provocando problemas también en la zona de Xochimilco y en Chalco, Edo. de México.(').

El papel que juegan las plantas en la vida acuática es muy importante, ya que éstas convierten en alimento la energía química que almacenan, sin embargo algunas especies de plantas acuáticas pueden ser nocivas debido a su rápido crecimiento - (24). En México provocan problemas para la navegación comercial, obstruyen el funcionamiento de plantas hidroeléctricas y afectan a la agricultura por el azolvamiento de los sistemas de riego(13).

Se le han buscado varias utilizaciones comerciales:

- a) Fabricación de papel- las fibras del lirio acuático - contienen hemicelulosa, la que es inapropiada para este fin.
- b) Composta- mezclado con fertilizantes químicos para el abono de campos agrícolas.
- c) Forraje- su riqueza en este aspecto es bastante considerable y puede asegurarse que es superior a la del maíz (1).

(') Gomez Llata A. Comunicación personal.

2. Utilización del lirio acuático en la alimentación animal.

El lirio acuático es una plaga de crecimiento sumamente rápido y su utilización en la alimentación animal redundaría en una disminución de esta forma de plaga en lagunas, presas y esteros de México, así como una reducción en la demanda de alfalfa para la alimentación del ganado (10). Los análisis de su composición química indican su posible utilidad en la alimentación del ganado, ya que contienen un porcentaje de proteína que varía entre 6 y 19% en base seca. Esta variante depende del lago o sitio donde se encuentre, de las diferentes épocas del año, así como de la edad de la planta (10).

Las posibilidades inmediatas de utilización de esta planta se encuentran en 2 tipos de productos:

Alimento concentrado- se ha elaborado a nivel experimental, mezclando el lirio picado y seco con melaza de caña complementado con vitaminas y minerales.

Alimento ensilado- aunado al ensilado de otros productos, como el maíz para la alimentación de rumiantes (3,5,11).

Se han realizado diversas investigaciones para encontrarle usos adecuados en la alimentación porcina: en Florida se utilizó el lirio acuático en dietas para el crecimiento del ganado porcino en niveles de 0, 2.5 y 5% durante 9 semanas encontrando ganancias de peso y conversión alimentarias similares en los tres tratamientos. También ha sido suministrado por pe

riodos de 9 meses a cerdos en engorda en niveles de 0,5,10,20 y 30% de la ración en los que el aumento de peso y la eficiencia alimentaria fueron influenciados adversamente por la adición de lirio acuático en algún nivel, no encontrando efectos tóxicos a la necropsia en órganos y vísceras (14).

En la India, el lirio acuático es consumido directamente por los cerdos cuando tienen acceso a él (21), siendo también utilizado en la alimentación de cerdas de cría (26).

En China, la planta es trozada en estado fresco en pequeñas piezas y mezclada con otros desperdicios de vegetales como plátanos y es cocida lentamente añadiéndole arroz, harina de cacahuate y algunas veces maíz y sal. La proporción de lirio acuático en la dieta, varía de granja a granja constituyendo del 5 al 10% del total de los ingredientes (6).

En México se ha utilizado el lirio acuático en forma fresca para la alimentación de cerdos, obteniendo resultados positivos cuando se emplea como recurso forrajero complementario en ganado de engorda (20).

Uno de los problemas para la inclusión de elevados porcentajes de lirio acuático en las raciones para la alimentación de ganado, es la gran cantidad de taninos que contiene, los cuales disminuyen la digestibilidad de la planta (7).

Por otra parte en las cenizas se pueden encontrar selenio y metales pesados como arsénico, mercurio, plomo, cadmio y cobre. Esto dependiendo del tipo de afluentes que reciba el cuerpo de agua donde se localizan las plantas acuáticas y parásitos (4,9,16,17,33). Sin embargo al suministrar cantida-

des elevadas de lirio acuático a ganado bovino por periodos - de 9 meses no se han encontrado efectos por toxicidad o problemas digestivos (16).

c) JUSTIFICACION.

Con base en las investigaciones anteriormente expuestas, se - consideró utilizar al lirio acuático como sustituto de alfalfa en la engorda de cerdos. Con lo cual se consideraría a esta planta, no como una plaga que afecta los intereses nutricionales y económicos de la población, sino como un medio de proveer de un recurso alimentario complementario al ganado durante un periodo de escasez de grano, forraje o algún sinietro agrícola auxiliando en la reducción de los costos de producción a las empresas pecuarias.

d) HIPOTESIS.

La harina de lirio acuático (Eichhornia crassipes) cubre los valores nutricionales de la alfalfa y puede ser utilizado como sustituto de ésta en dietas balanceadas para la engorda - de cerdos.

e) OBJETIVO.

Evaluar el efecto de la utilización de lirio acuático (Eichhornia crassipes) como sustituto de alfalfa en raciones para la engorda de cerdos sobre la ganancia diaria de peso, conversión alimentaria, días en llegar a los 90 kg y costo de producción por kg de carne por concepto de alimento.

MATERIAL Y METODOS.

a) LOCALIZACION.

El presente trabajo se realizó en la Granja Integral de policultivo, propiedad de la Secretaría de Pesca, durante enero a mayo de 1984. La unidad de producción se localiza en el ejido de Santiago Acayutlán, en el Municipio de Tezontepec de Aldama, Estado de Hidalgo. Sus coordenadas geográficas son de --- 20°3' latitud norte y 99°17' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura sobre el nivel del mar de 1960 metros y con un clima BSI Kw(W) (i) según la clasificación de Köppen, que corresponde a un clima semiárido y templado y -- con una temperatura media anual entre 12 y 18°C y con una precipitación media anual de 300 mm (19).

b) ANIMALES Y GRUPOS EXPERIMENTALES.

Se utilizaron 20 cerdos híbridos de la crucea Yorkshire X Hampshire con un peso promedio de 34 kg. Los cuales fueron distribuidos al azar en 4 lotes con 5 animales cada uno. Cada lote de cerdos fue alojado en un corral con piso de cemento, provisto de comedero y bebedero automáticos. El manejo y la limpieza fueron los mismos para cada lote.

A cada lote le fue suministrado en las etapas de desarrollo y engorda una de las raciones establecidas según los cuadros 2 y 3.

Lote 1 - Testigo- Dieta con 15% de harina de alfalfa y 0% de harina de lirio acuático más la dieta base (cuadros 2

y 3).

Lote 2 - Dieta con 10% de harina de alfalfa y 5% de harina de lirio acuático más la dieta base (cuadros 2 y 3).

Lote 3 - Dieta con 5% de harina de alfalfa y 10% de harina de lirio acuático más la dieta base (cuadros 2 y 3).

Lote 4 - Dieta con 15% de lirio acuático, 0% de alfalfa, más la dieta base (cuadros 2 y 3).

De los 34 a los 60 kg de peso promedio, los cerdos fueron alimentados con la ración de desarrollo. Cuando los cerdos llegaron al peso promedio de 60 kg por lote, fueron alimentados -- con la dieta para engorda, ajustándose a los requerimientos - nutritivos descritos por el National Research Council (N.R.C) (25), pero utilizando los mismos niveles de sustitución de harina de alfalfa por harina de lirio acuático. La etapa de engorda concluyó cuando los cerdos del grupo testigo alcanzaron un promedio de 90 kg de peso.

Se llenó semanalmente el comedero automático y se pesaron los cerdos individualmente cada semana, registrándose el sobrante alimentario en el piso de cada comedero.

c) PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

COSECHA DEL LIRIO ACUATICO.

Se recuperó el lirio acuático en la presa Huasca ubicada en el Municipio de San Miguel Regla, Estado de Hidalgo. Utilizándose una cosechadora mecánica.

El lirio fue depositado en una picadora de martillos para ser trozado en piezas de 5 cm, las cuáles fueron extendidas en pi

so de cemento durante tres semanas para deshidratarse por la acción térmica del sol. Una vez que el lirio estuvo seco, se molió en un molino de martillos y se almacenó en bolsas de plástico.

FORMULACION DE LAS DIETAS.

Se tomó una muestra de los diferentes ingredientes que se utilizaron en las dietas, y fueron sometidos a un análisis químico proximal para conocer su composición bromatológica y elaborar las mezclas que se aplicarían en los diferentes tratamientos (cuadro 1). Una vez conocidos los resultados del análisis se pesaron y mezclaron los ingredientes para cada dieta experimental.

Las dietas consistieron en la substitución progresiva de harina de alfalfa por harina de lirio acuático en niveles de 0, 5, 10 y 15% en las dietas balanceadas de acuerdo a los requerimientos nutricionales descritos por el National Research Council (N.R.C.) (25).

Las raciones experimentales que se utilizaron fueron:

- a) Desarrollo, con 14% de proteína cruda (cuadro 2).
- b) Engorda, con 13% de proteína cruda (cuadro 3).

d) ANALISIS EXPERIMENTAL.

- 1) Los parámetros que se determinaron fueron los siguientes:
 - a) Ganancia diaria de peso.
 - b) Consumo de alimento.
 - c) Conversión alimentaria.
 - d) Días en llegar a los 90 kg de peso promedio.
 - e) Costos por concepto de materia prima para producir 1 kg de carne en cada uno de los tratamientos.

2) Analisis estadístico.

Los resultados de ganancia de peso por día, fueron evaluados estadísticamente por medio del análisis de varianza según el modelo para el diseño completamente al azar. Los promedios de tratamientos fueron comparados entre sí mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (34).

Con objeto de evaluar la influencia del lirio acuático sobre la ganancia de peso obtenida por los diferentes tratamientos, se realizó un análisis de superficie de respuesta (34).

RESULTADOS.

Los promedios de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimentaria se observan en el cuadro 4.

No se encuentran diferencias significativas ($P > 0.05$) con respecto al peso inicial a favor de uno u otro lote, ya que el trabajo se realizó con grupos homogéneos de animales.

Para el consumo de alimento, los cerdos del lote 4 obtuvieron el mejor consumo individual, que fue de 2.752 kg/día. El lote 2 y el testigo obtuvieron consumos de 2.687 kg/día y 2.548 kg/día respectivamente, en tanto que el lote 3 obtuvo el más bajo consumo con 2.540 Kg/día. Encontrándose una diferencia mínima entre los lotes, determinándose que la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$).

Para la ganancia de peso, los lotes 1 y 2 fueron los que obtuvieron las mejores ganancias de peso, con 0.822 kg/día y 0.750 kg/día respectivamente, no encontrando diferencias significativas estadísticamente entre ellos ($P > 0.05$).

Entre la ganancia del lote 1 (0.822 kg/día) con respecto a la de los lotes 3 y 4 (0.630 kg/día y 0.540 kg/día respectivamente), se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$).

Entre el lote 2 y 3 se encontraron diferencias mínimas de ganancia de peso no significativas, pero significativas ($P < 0.05$) entre el lote 2 y el lote 4.

El lote testigo obtuvo la mejor conversión alimentaria de la investigación (2.99 : 1), el lote 2 obtuvo una conversión intermedia (3.58 : 1), el lote 3 tuvo una conversión menos buena con 4.03 : 1, en tanto que el lote 4 tuvo una mala conversión con 5.09 : 1.

La mayor ganancia de peso obtenida por el lote testigo repercutió para que éste lograra en menos tiempo (77 días), el peso de sacrificio establecido de 90 kg. Estimándose que los lotes 2,3 y 4 requerirían de 7,23 y 40 días más para alcanzar el peso de 90 kg (cuadro 5).

A pesar de que el costo del kg de alimento para el lote testigo (\$ 31.60) fue el más elevado que el de los tratamientos 2 (\$ 30.80); 3 (\$ 29.60) y 4 (\$ 28.70), el costo de producción del kg de carne fue mejor para el tratamiento testigo (1) con \$ 97.61 que para los tratamientos 2 (\$ 110.46); 3 (\$ 118.61) y 4 (\$ 146.27). (Cuadro 5).

Los mejores resultados observados en cuanto a ganancia de peso, conversión alimentaria obtenidos por el tratamiento testigo, resultan en una mejor eficiencia económica para este grupo.

DISCUSION.

Para el consumo de alimento, en comparación con el lote 4, -- que fue el que mayor consumo obtuvo (2.722 kg/día), el lote con 0% de lirio acuático consumió el 92%; el lote con 5% de lirio consumió el 97% y, el lote con 10% consumió el 93%. Para este mayor consumo del lote 4 se debe tomar en cuenta el desperdicio de alimento (hasta 10%) registrado por este lote, lo que fue provocado por los hábitos selectivos de los cerdos hacia los ingredientes con mayor gustosidad en la dieta.

Se observó que a medida que aumentaba el nivel de lirio acuático en la dieta, disminuía la ganancia de peso total (figura 1) aunque no se encontraron diferencias significativas ($P = 0.05$) entre los tratamientos 1 y 2, pero si entre el tratamiento 1 con respecto a los tratamientos 3 y 4. Combs (14) reporta que cuando se alimenta a los cerdos con niveles superiores de 5% de lirio acuático en la ración, los consumos disminuyen considerablemente, lo que atribuye a la presencia de metales que provocan una disminución en su gustosidad. Boyd (7) menciona que se encuentran cantidades elevadas de hierro y aluminio en el lirio acuático que en parte pueden ser las causantes de la baja gustosidad de la planta.

Se comprobó que a medida que se incrementaba el nivel de lirio acuático en la dieta, disminuyó la conversión alimentaria en 20% para el lote 2; en 35% para el lote 3 y, en un 70% para el lote 4.

Se observó un efecto lineal negativo al incluir lirio acuático en las dietas, ya que a medida que se substituyó 1 kg de alfalfa por lirio (porcentualmente) disminuyó la ganancia de peso total (durante los 77 días de experimentación) en 1.49 kg tal como se muestra en la figura 2.

se observó así mismo que al incrementar los niveles de lirio acuático en la dieta, aumentaban los días necesarios para alcanzar los 90 kg (77 días para el lote 1), 84 días para el tratamiento 2; 100 días para el tratamiento 3 y, 117 días para el tratamiento 4.

En cuanto al costo por kg de alimento, al incluir el lirio acuático disminuyó considerablemente para el lote 2 con 2.5%; para el lote 3 con 6% y, el 20% para el lote 4. Sin embargo los mejores resultados obtenidos por el lote testigo en los parámetros registrados se reflejan sobre el costo de producción del kg de carne. Se estima que para que el lote 2 alcance los 90 kg de peso, requerirá de un costo 12% mayor que el obtenido por el lote testigo, mientras que los lotes 3 y 4 requirieran 21% y 49% más inversión en alimentación que el lote testigo. Agregándose en la práctica los costos que implica la estancia de los cerdos por más tiempo en los corrales, así como los gastos por mano de obra, depreciación de instalaciones y otros insumos..

Los malos resultados obtenidos por los diferentes tratamientos que incluían el lirio acuático pudieron haber sido influenciados por errores al balancear las dietas, a errores en el pesaje de los ingredientes para las diferentes raciones y

a la dificultad que ofrece para una granja modesta el realizar análisis químicos proximales de los ingredientes que se utilizaron y que fueron de distinta procedencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, el lirio acuático debe verse como una alternativa en zonas marginales donde no hay disposición de forrajes o que su costo dificulta su adquisición, y en donde el mayor tiempo que empleen los animales en engordar no sea un factor determinante para su utilización.

L I T E R A T U R A C I T A D A

1. Anónimo: El lirio acuático en el lago de Chapala. Comisión Lerma Santiago. Secretaría de Recursos Hidraulicos. Abril junio. 56-72 (1962).
2. Anónimo: El lirio acuático. Boletín de la Subsecretaría de Ganadería. Secretaría de Ganadería (1977).
3. Bagnall, L.O., Shirley, R.L. and Hentges, J.F.: Processing Chemical composition and nutritive value for aquatic weeds. Fla. Water Res. Cen. 25: 40-55 (1973).
4. Bagnall, L.O., Baldwin, J.A. and Hentges, J.F.: Processing and storage for water hyacinth silage. Institute of food and agricultural sciences. Weed. Sci. Soc. Abs., : 73-79 (1979).
5. Barragan, M.D., Calderon, J.F. y Bravo, F.: Efecto de diferentes niveles de lirio acuático en dietas integrales para borregos. Tec. Pec. Mex. 21: 39-42 (1972).
6. Bin Mahmud, E.A.: The use of water hyacinth in animal feeding (pigs). Fac. of Agriculture, University of Malaya, - 1967.
7. Boyd, C.E.: Evaluation of some common aquatic weeds as possible feedstuffs. J. Hyacinth Control, 7: 26-27 (1968).
8. Boyd, C.S.: Fresh water plants: A potential source of protein. Econ. Bot., 22: 359-368 (1968).
9. Boyd, C.S.: Vascular aquatic plants for mineral nutrients removed from polluted waters. Econ. Bot., 24: 95-103 (1970).
10. Bravo, F.O. y Rodriguez, G.R.: Digestibilidad aparente del

lirio acuático (Eichhornia crassipes) en borregos. Téc. Pec. Méx., 19: 41-44 (1971).

11. Byron, H.T., Hentges, J.F., and Hellwing, R.E.: Organic acid preservation of water hyacinth silage. J. Hyacinth Control 13: 64-66 (1975).
12. Castillo, Cortés I.: Identificación y determinación de la composición química de malezas acuáticas de importancia forrajera en la zona de Xochimilco. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1986.
13. Chapa, S.H. y Guadiana, J.A.: El lirio acuático en México: problemas y soluciones. El Campo, 53: 3-24 (1978).
14. Combs, G.E.: Aquatic plants for swine feeding. Aquatic Plant Research Conference. Feb. 20 1970. Gainesville, Florida - (1970).
15. Corona, S.E.: Los sistemas de chinampas y las formaciones de estado en la cuenca de México. Biología, 7: 27-33 (1979).
16. Easley, J.F. and Shirley, P.L.: Nutrient elements for livestock in aquatic plants. J. Hyacinth Control, 42: 82-84 (1974)
17. Easley, J.F. and Shirley, P.L.: Elements content of hydrilla and water in Florida. Q. J. Fla. Aca. Sci., 39: 239-245 (1976).
18. Ensminger, M.E.: Producción Porcina. 4a. ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina, 1973.
19. García Miranda E.: Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1973.

20. Gómez Priego, G. Y Flores Menendez J.: Aprovechamiento del lirio acuático en ganado porcino. X Reunión A.M.V.E.C. Aca pulco Gro. 1979: 27-41 Asoc. Mex. de Vet. Esp. en Cerdos. México, D.F. (1979).
21. Hora, L.: The water hyacinth problem and pig farming. Sci. and cult., 17: 231-232 (1951).
22. Klingman, G.C. y Ashton F.M.: Estudio de las plantas nocivas. Limusa. México, D.F. 1980.
23. Lee, S.E.: Digestibility trials on ten elements and three toxicants in aquatic plants diets feed steers. Master -- Science Thesis. University of Florida, 1972.
24. Margalef, R.: Ecología. 2a. ed. Omega, España, 1977.
25. National research Council.: Nutrient requirement of swine National Academy of Sciences, Washington D.C. 1979.
26. Pathak, N.N., Srivastava, S.S., and Ranjhans S.S.: Note on - the nutritive value of water hyacinth (Eichhornia crassipes) for pigs. J. Anim. Sci. 50: 886-888 (1980).
27. Peraza, C.: El comportamiento alimenticio del cerdo. I Congreso Latinoamericano de Veterinarios Especialistas en -- Cerdos. Asoc. Mex. de Vet. Esp. en Cerdos, México, D.F. (1977).
28. Perfound, W.T. and Earle, T.T.: The biology of water hyacinth. Ecol. Monogr. 18: 447-472 (1948).
29. Pond, W.G. y Maner, J.H.: Producción de cerdos en climas -- templados y tropicales. Acribia. Zaragoza, España, 1974.
30. Rodríguez de la Torre, F.: Plantas Nocivas y como Combatir las. Limusa, México, D.F. 1982.
31. Rodríguez, F.R.: Alimentación de animales con lirio acuático

- dad Nacional Autonomo de México. México, D.F. 1980.
32. Sharma, A.: Erradication and utilization of water hyacinth. A review. Curr.Sci., 40: 51-57 (1971).
 33. Stawinsky, T.M. y Monroy, H.O.: Metales tóxicos en el lirio acuático. II Congreso sobre problemas ambientales en México. 1983. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1983)
 34. Steel, R.G. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. Mc.Graw-Hill N.Y. 1960
 35. Tejeda de Hernández, I.: Valor nutritivo del lirio acuático (Eichhornia crassipes) para el pollo en crecimiento. - Téc.Pec.Méx. 28: 7-12 (1975).

CUADRO 1

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA*

	Lirio acuático	Alfalfa	Sorgo	Soya	Melaza
Materia seca	88.40	88.5	88.5	90.8	75.0
Humedad	11.60	11.5	11.5	9.1	25.0
Proteína cruda	3.90	17.8	7.9	39.9	2.4
Extracto etereo	0.19	3.2	3.2	2.3	0.1
Cenizas	11.59	13.4	2.0	6.7	0.0
Fibra cruda	18.56	14.8	2.0	9.3	-
Ext. li-re de N.	54.13	39.5	72.2	32.5	64.2
T.N.D.% (aprox) B.S.	53.25	57.05	81.00	68.6	72.0
E.D.Kcal/kg. aprox.	2343.0	2510.0	3560.0	3021.0	3170.0

* Realizado en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.

CUADRO 2
 PORCENTAJES DE INGREDIENTES EN LAS
 RACIONES PARA LA ETAPA DE DESARROLLO

Ingredientes	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Lirio acuático	0	5	10	15
Alfalfa	15	10	5	0
Sorgo	67	70.5	68	67
Pasta de soya	12	11.5	12	12
Melaza	5	3	4	5
Vit. y Min.	1	1	1	1
T O T A L	100	100	100	100

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (calculado)

Materia seca	87.20	88.35	87.33	87.19
Proteína cruda	13.98	13.87	14.05	14.09
Fibra cruda	6.02	5.63	5.23	4.8
Cenizas	4.15	4.09	3.98	3.87
Energía digestible (Kcals/kg)	3150	3210	3200	3210

CUADRO 3
 PORCENTAJES DE INGREDIENTES EN LAS
 RACIONES PARA LA ETAPA DE ENGORDA

Ingredientes	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Lirio acuático	0	5	10	15
Alfalfa	15	10	5	0
Sorgo	72	71	69	68.5
Pasta de soya	9	9	9.5	9.5
Melaza	3	4	5.5	6
Vit. y Min.	1	1	1	1
T O T A L	100	100	100	100

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (calculado)

Materia seca	85.16	84.27	82.94	82.50
Proteína cruda	13.07	13.01	13.08	13.06
Fibra cruda	5.92	5.54	5.08	4.65
Cenizas	4.05	3.93	3.83	3.73
Energía digestible (Kcals/kg)	3192	3202	3206	3374

CUADRO 4

PROMEDIOS DE CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA
DE PESO Y CONVERSION ALIMENTARIA

T R A T A M I E N T O				
CONCEPTO	NIVEL DE LIRIO ACUATICO EN LA DIETA (%)			
	0	5	10	15
Peso inicial (kg)	34.5 \pm 2.47	34.7 \pm 2.24	34.5 \pm 2.51	34.7 \pm 2.31
Peso final (kg)	87.2	84.2	77.6	70.4
Consumo total (kg)	196.2	206.9	195.5	211.9
Consumo día (kg)	2.54	2.68	2.54	2.75
Ganancia peso total (kg)	63.32 ^a	57.70 ^{ab}	48.80 ^{bc}	41.58 ^c
Ganancia peso día (kg)	0.822	0.750	0.630	0.540
Conversion alimentaria	2.99	3.58	4.03	5.09

a,b,c. promedios en una misma línea, seguidos de distinta letra, son diferentes ($P < 0.05$).

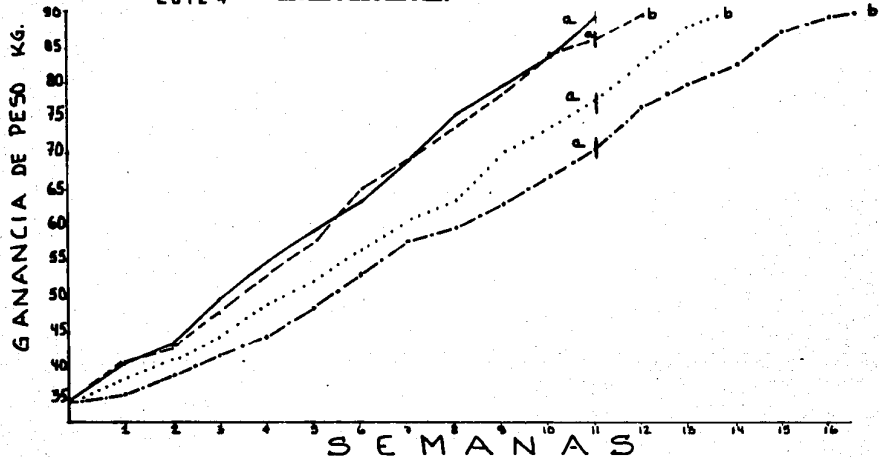
CUADRO 5

COSTOS DE ALIMENTACION Y PRODUCCION DE CARNE

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O			
	NIVEL DE LIRIO ACUATICO EN LA DIETA (%)			
	0	5	10	15
Costo kg alimento	\$ 31.60	\$ 30.80	\$ 29.60	\$ 28.70
Costo a 77 días	\$ 6,199.90	\$ 6,373.70	\$ 5,788.20	\$ 6,082.10
Costo producción de kg de carne	\$ 97.91	\$ 110.46	\$ 118.69	\$ 146.27
Días aproximados para alcanzar 90 kg	77	84	100	117
Costos estimados para los 90 kg	\$ 6,199.90	\$ 6,953.10	\$ 7,554.80	\$ 9,262.10

Fig. 1 GRÁFICA DE GANANCIA DE PESO SEMANAL POR LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

LOTE 1 —————
 LOTE 2 - - - - -
 LOTE 3
 LOTE 4 - · - · -



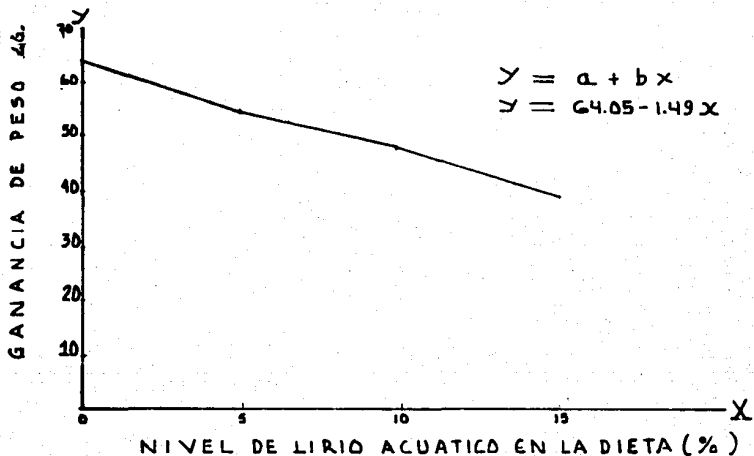
a) PESOS OBTENIDOS DURANTE 77 DIAS.

b) CALCULADA POR MEDIO DE REGRESION.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

FIG 2

ANALISIS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA DE SUBSTITUCION DE ALFALFA POR LIRIO ACUATICO



A MEDIDA QUE SE SUBSTITUYE 1 KG. DE ALFALFA POR LIRIO (PORCENTUALMENTE) DISMINUYE LA GANANCIA DE PESO TOTAL EN 1.49 KG. DURANTE LOS 77 DIAS DE EXPERIMENTACION