

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

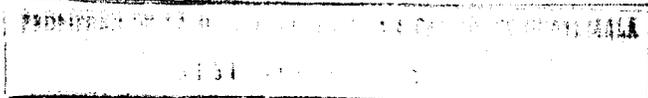
EVALUACION DE TRES EFLUENTES PROVENIENTES DE
BIODIGESTORES TIPO ICAPI PARA EL ENGORDE
DE CONEJOS (Lepus cubicularis) EN CRECIMIENTO



EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS **TESIS DE REFERENCIA**
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 1987



DL
01
+ (1084)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
LICENCIADO
RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	T. U. Carlos E. Méndez M.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Luis F. Ortiz C.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Herbert I. Anleu R.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

Guatemala, 28 de septiembre de 1987

Ingeniero Agrónomo
Aníbal Martínez
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

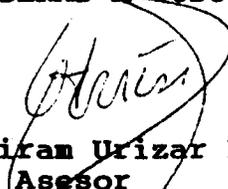
Me es grato informarle que asesoré el trabajo de tesis de grado del estudiante Rudy Alberto Rivas Arriaga, carnet 50089, titulado:

"Evaluación de tres efluentes provenientes de biodigestores tipo ICAITI para el engorde de conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento".

Este trabajo constituye el último requisito académico requerido en la Facultad de Agronomía, por lo que recomiendo se le dé la aprobación correspondiente.

Deferentemente

" ID Y ENSEÑAR A TODOS "


Eduardo Hiran Urizar Pelaéz
Asesor


Hugo Román Arriaza Morales
Asesor

Eduardo H. Urizar P.
MAESTRO CATEDRÁTICO
CALLEJÓN No. 108

Guatemala, 28 de septiembre de 1987

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis de Grado titulado:

"Evaluación de tres efluentes provenientes de biodigestores tipo ICAITI para el engorde de conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


Rudy Alberto Rivas Arriaga

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

**A LA DIVISION DE ANALISIS, PRUEBAS Y ENSAYOS DEL
ICAITI**

**AL PERSONAL DEL PROYECTO DE LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE
ENERGIA DEL ICAITI**

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Rodrigo Antonio Rivas López
Elva Ernestina Arriaga de Rivas

A MIS HERMANOS

Olga Marina
Rodrigo Alejandro (Q.E.P.D.)
Nery Eleazar

A MIS SOBRINAS

Lorena Marisol
Tania Emilia
Sofía Gabriela

A MIS AMIGOS

Lic. César Reyes
Prof. Mainor Rolando Girón
Dr. José Francisco Marín
Dra. Esmeralda Enríquez
Ing. José Chonay P.
P.Agr. Jorge Viñals
Ing. Roberto Jarquín

ESPECIALMENTE A

Miriam Renée

QUIERO PATENTIZAR MI APRECIO Y AGRADECIMIENTO AL INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL (ICAITI), AL PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA Y A SU GERENTE, INGENIERO OSCAR A. GIL G., YA QUE GRACIAS A SU GENTILEZA SE ME PERMITIERON LAS FACILIDADES NECESARIAS PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

ASIMISMO AGRADEZCO AL INGENIERO VICTOR M. BURGOS QUIEN CON SUS INDICACIONES ORIENTO EL CURSO DE SU DESARROLLO Y A MI NOVIA INGENIERO INF. SILVIA E. GONZALEZ C. SUS OPORTUNOS CONSEJOS.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE GRAFICAS	iii
I. RESUMEN	1
II. ABSTRACT	3
III. INTRODUCCION	4
IV. HIPOTESIS	6
V. OBJETIVOS	7
VI. REVISION BIBLIOGRAFICA	8
A. Biodigestión Anaeróbica.	8
B. Investigaciones con Deyecciones Animales.	10
C. Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo del Conejo	12
VII. MATERIALES Y METODOLOGIA	18
A. Localización.	18
B. Equipo.	19
C. Diseño del Experimento.	19
D. Manejo del Experimento.	22
VIII. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO	26
IX. DISCUSION	37
X. CONCLUSIONES	39
XI. RECOMENDACIONES	40
XII. BIBLIOGRAFIA	41
XIII. APENDICE	43

INDICE DE CUADROS

<u>No.</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Análisis químico porcentual del efluente, base húmeda y base seca.	10
2	Tratamientos Evaluados	21
3	Necesidades nutricionales del conejo (<u>Lepus cuniculus</u>) en crecimiento.	23
4	Contenido protéico de los ingredientes alimenticios utilizados.	23
5	Composición porcentual de las raciones experimentales utilizadas.	24
6	Composición química proximal de los efluentes deshidratados	27
7	Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente porcino.	29
8	Efecto del suministro de efluente porcino, a conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) en fase de crecimiento.	29
9	Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente aviar.	30
10	Efecto del suministro de efluente aviar, a conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) en fase de crecimiento.	30
11	Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente bovino.	31
12	Efecto del suministro de efluente bovino, a conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) en fase de crecimiento.	31
13	Análisis de varianza de ganancia de peso.	36
14	Comparación múltiple de medias.	36

INDICE DE GRAFICAS

<u>No.</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Análisis químico de los efluentes deshidratados	28
2	Efecto de la ganancia de peso en conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) alimentados con efluentes a un nivel del 0%	32
3	Efecto de la ganancia de peso en conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) alimentados con efluentes a un nivel del 10%	33
4	Efecto de la ganancia de peso en conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) alimentados con efluentes a un nivel del 20%	34
5	Efecto de la ganancia de peso en conejos (<u>Lepus cuniculus</u>) alimentados con efluentes a un nivel del 30%	35
6	Efecto del almacenamiento de gallinaza en el contenido de proteína bruta	47

I. RESUMEN

En Guatemala, así como en el resto de Centroamérica, se detecta un ritmo acelerado de crecimiento demográfico, mientras que la producción de alimentos se desarrolla a una velocidad relativamente lenta, factor que dificulta cada día más la satisfacción de las demandas alimenticias de la población.

La actividad pecuaria, una de las más importantes por su productividad como fuente de alimentos; necesita incrementar su eficiencia y producción además de reducir los costos de sus insumos.

La explotación de animales en confinamiento, genera considerables toneladas de estiércoles, los que pueden ser utilizados en el propósito del presente estudio, al evaluar el valor nutritivo de los efluentes deshidratados vía fermentación anaeróbica por medio de biodigestores, como suplemento de proteínas y minerales en raciones para conejos (Lepus cuniculus).

En la determinación de su factibilidad de utilización se procesó el efluente en harina deshidratada a la que se le efectuaron análisis químicos, los que demostraron que estos poseían una composición química adecuada para ser incorporado como suplemento en la alimentación de conejos (Lepus cuniculus).

Para evaluar su comportamiento biológico como alimento, los efluentes de biodigestores operando con estiércoles porcino, aviar y bovino, se sustituyeron en la dieta normal de conejos (Lepus cuniculus) en niveles del 0, 10, 20 y 30%, utilizando para el efecto 72 conejos (Lepus cuniculus) machos, mestizos, de 40 días de edad, aplicando

un diseño completamente al azar, en un arreglo factorial 3x4, con 3 repeticiones en donde cada jaula con 2 animales constituyó una unidad experimental, tomando como variable respuesta la ganancia de peso.

Las raciones balanceadas con efluente se les suministró ad-livitum, a 15 días de iniciado el estudio, se observaron problemas en los niveles más altos (20 y 30%); evidenciándose por residuos en el comedero, desmejoramiento en el desarrollo corporal, congestión digestiva y muerte de conejos (Lepus cuniculus).

Estadísticamente existió marcada diferencia entre tratamientos, manifestando mejores resultados el nivel 0%, por lo tanto se rechaza la utilización de efluentes para estos propósitos.

Debido a los resultados obtenidos en la presente investigación en conejos (Lepus cuniculus), no se recomienda el empleo de los efluentes como alimento para estos, en ninguno de los niveles: Teóricamente es factible utilizarlos en otras especies animales y por consiguiente se recomienda realizar ensayos similares de alimentación con otras especies animales.

EVALUATION OF THREE EFFLUENTS FROM ICAITI
BIODIGESTORS FOR THE FATTENING OF
GROWING RABBITS (Lepus cuniculus)

Rudy Alberto Rivas Arriaga

II. ABSTRACT

This study was made to obtain information from the porcine, fowl and bovine effluents in the animal nutritional area, determining their chemical composition and evaluating the effect on gaining weight in rabbits under feeding with four different levels of ration.

A design, factorial 3x4, was assigned completely at random, on 12 treatments, taking as variable answer the gaining of weight. The bioeffluent's composition was known before the preparation of the food ration. The nutritive requirements of the rabbit were reviewed. The protein contents of the wheat, soja, cotton, corn and kikuyu were determined. The balanced mixtures were converted into pellets and were given ad-livitum. Seventy-two healthy, hybrid male rabbits were used.

The results were: at a laboratory level it was confirmed that the effluents have a nutritive potential adequate as feed, and at the field level, it was observed that during the 15 first days the consumption was not affected by the rations, then, it was observed that the rations with the highest levels left residues in the eating places, there was a delay, deterioration in their corporal development, and some of them died. It is necessary to make more laboratory research and experiments in the field before including the effluent in the feed diet.

III. INTRODUCCION

La actividad pecuaria es de vital importancia en el desarrollo económico y social de cualquier país, pues además de ser una considerable fuente de trabajo es un elemento clave en la alimentación de los pueblos.

En los últimos tiempos los alimentos de origen animal, han presentado un alza significativa en los costos de producción principalmente en el rubro preparación de concentrados. La causa de lo anterior es la escasez y alto costo de las materias primas que son utilizadas.

Los desechos comunes en las explotaciones animales como lo son los estiércoles, pueden transformarse mediante la fermentación anaeróbica en alimentos para animales, que es un proceso biológico con el cual compuestos orgánicos pueden ser degradados a través de biodigestores como los diseñados por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), y obtener un gas combustible llamado biogás y un residuo semisólido llamado efluente o bioabono.

Este producto fermentado es un elemento importante en la finca, normalmente se utiliza como acondicionador del suelo, pero tomando en cuenta su riqueza nutritiva; se evalúa en el presente trabajo su utilización como parte de dietas animales.

El propósito de esta investigación es evaluar el uso de efluentes porcino, aviar y bovino, en diferentes niveles de sustitución de proteína y minerales en la elaboración de concentrados balanceados para la alimentación de conejos (Lepus cuniculus).

Para la ejecución de este estudio, se necesitó realizar una serie de análisis de laboratorio los cuales confirmaron el valor nutritivo del efluente. Posteriormente se realizó la investigación utilizando conejos (Lepus cuniculus) como animales de experimentación, los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar y con los datos que se obtuvieron se aportaron conclusiones y recomendaciones para la utilización de este producto en la alimentación de conejos (Lepus cuniculus).

Este ensayo se realizó en la Granja cunícola COVI, bajo condiciones normales en que se desenvuelve la crianza de conejos (Lepus cuniculus), variando únicamente la alimentación con efluente a la que fueron sometidos los animales experimentales.

IV. HIPOTESIS

Las características físicas, químicas y biológicas que presentan los efluentes de biodigestor tipo ICAITI, permiten su utilización en raciones para conejos (Lepus cuniculus).

Los diferentes residuos que provienen de la biodigestión del estiércol de origen porcino, aviar y bovino, se comportan diferentes respecto a la ganancia de peso de los conejos (Lepus cuniculus).

V. OBJETIVOS

GENERAL

Obtener información sobre la utilización en nutrición animal de los efluentes de biodigestión anaeróbica de estiércoles porcino, aviar y bovino.

ESPECIFICOS

Comparar el valor nutritivo de los efluentes porcino, aviar y bovino, como alimento.

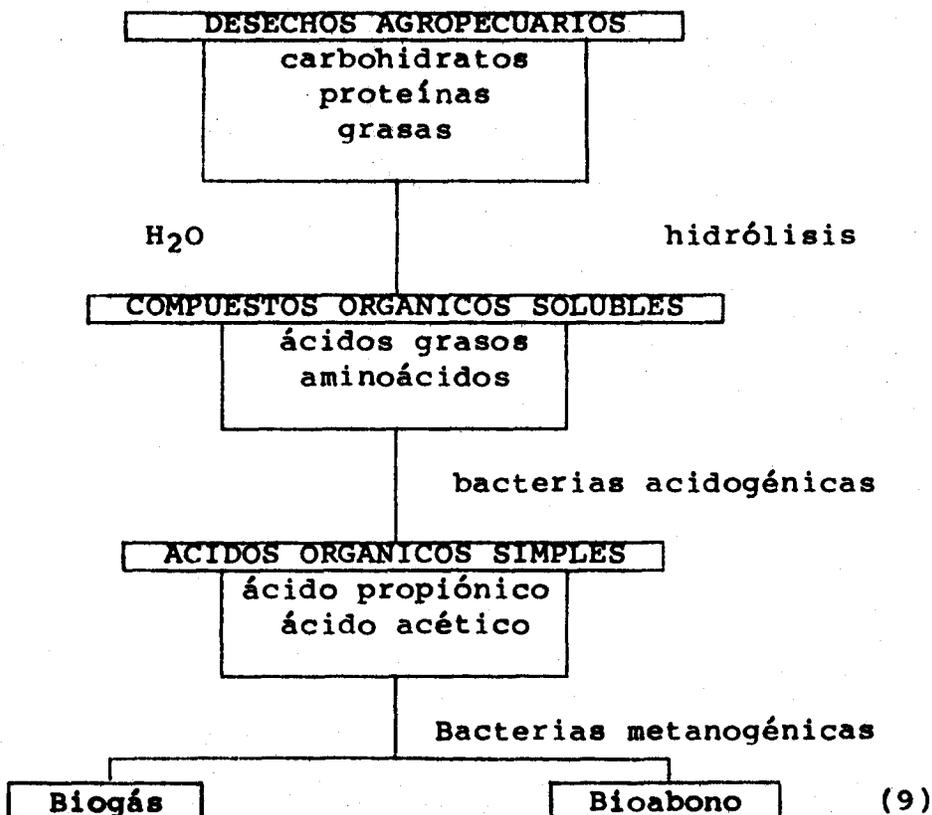
Evaluar y comparar la ganancia de peso de los conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento, bajo alimentación con 4 niveles de harina de bioabono, como parte de su ración convencional.

VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Biodigestión Anaeróbica

La fermentación anaeróbica, se puede llevar a cabo en instalaciones sencillas o complejas, llamadas Biodigestores: y puede aplicarse a una amplia variedad de desechos orgánicos. Durante el proceso de la fermentación anaeróbica, los microorganismos descomponen la materia orgánica eliminando la presencia de contaminantes indeseables a los efluentes fermentados (11).

Figura 1
Fermentación Anaeróbica



Entre los materiales orgánicos que se procesan dentro del biodigestor, se pueden emplear desechos de origen animal y vegetal, ya sea solos o en combinación, estos se diluyen con agua en proporción 1:1, para producir una mezcla que alimenta a los biodigestores semicontínuos como el tipo ICAITI convencional. (9)

Los sustratos animales más frecuentes, son los estiércoles de ganado vacuno, le siguen el porcino y aviar. Es posible hacer una mezcla de desechos animales con desechos vegetales, siempre que se tenga la precaución de que los de origen animal representen como mínimo el 70% para que el proceso funcione correctamente. (9)

Cuando el biodigestor se ha estabilizado luego de 20 a 30 días después de haber iniciado su producción, produce un gas combustible llamado biogás; simultáneamente produce un residuo o efluente llamado bioabono. (12)

Las características de este bioabono, son completamente distintas a las del material de desecho original, no tiene olor desagradable, su relación carbono-nitrógeno óptima es 10:1, las semillas de malas hierbas son destruidas y se ha disminuído la cantidad de microorganismos indeseables. (10)

También el bioabono conserva sus componentes nutritivos, y por cambios químicos durante la fermentación los presenta en composiciones más estables con lo cual su uso como abono orgánico redunda en beneficios económicos. (10)

Cuadro 1
Análisis químico porcentual del efluente,
base húmeda y base seca

*Composición	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Humedad	92.56	-
Grasa	0.19	2.49
Proteína (N x 6.25)	1.15	15.24
Cenizas	1.91	25.66

B. Investigaciones con deyecciones animales

Han sido pocos los trabajos sobre la utilización de los estiércoles animales para la alimentación de los mismos, algunos investigadores han evaluado la calidad de la proteína y la capacidad de los animales para utilizarla.

Flegal y Zindel (3) Suministraron a las gallinas ponedoras raciones que contenían de 0 a 40% de estiércol avícola deshidratado, manifestando que la mayor producción porcentual de huevos (61.2%) se obtuvo con aves que recibían el 10% en su ración. No hubo diferencias estadísticamente significantes en la producción de huevos de las gallinas, pero se observó una marcada tendencia hacia valores más bajos a medida que se aumentaba el contenido en la ración. El peso de los huevos y el espesor del cascarón tendían a disminuir a medida que se aumentaba en la ración.

* ARRIAZA, H.R. 1986. Usos actuales y potenciales de efluentes. Guatemala., ICAITI. (Comunicación personal).

Arguedas y Duarte (2) Observaron que en un grupo de gallinas ponedoras alimentadas con una camada de gallina vía fermentación anaeróbica, no existe rechazo en el consumo de las raciones preparadas con biolodo, el contenido de aminoácidos y proteínas digeribles no se constituyen en factores decisivos para fines de sustitución de los actualmente usados, los análisis de huevos y cáscara reportan que no existe variación significativa en las raciones, y por consiguiente la tecnología de la fermentación anaeróbica es técnica, económica y financieramente viable y factible en granjas avícolas.

Geri (3) Indica que la incorporación del 10% de estiércol avícola deshidratado en una ración, para observar el crecimiento, suministrada a los cerdos durante 56 días, no producía el menor cambio importante en la ganancia media diaria o en la eficiencia del alimento. Sin embargo, su incorporación a un 7% en una ración inicial para los cerdos producía una marcada depresión de la ganancia de peso corporal, siendo éste al inicio de 17 Kg y suministrándolo durante 23 días. Los resultados conseguidos en este caso se debieron probablemente a la falta de adaptación de los animales a la ración.

Rodríguez y Zorita (3) Demostraron que cuando se reemplazaba con 55% de estiércol avícola deshidratado una cantidad igual de mezclas de cebada, harina de oleaginosa y salvado de trigo en una ración de engorde de bovinos, el grupo alimentado, aumentó el 78% de peso respecto a los testigos.

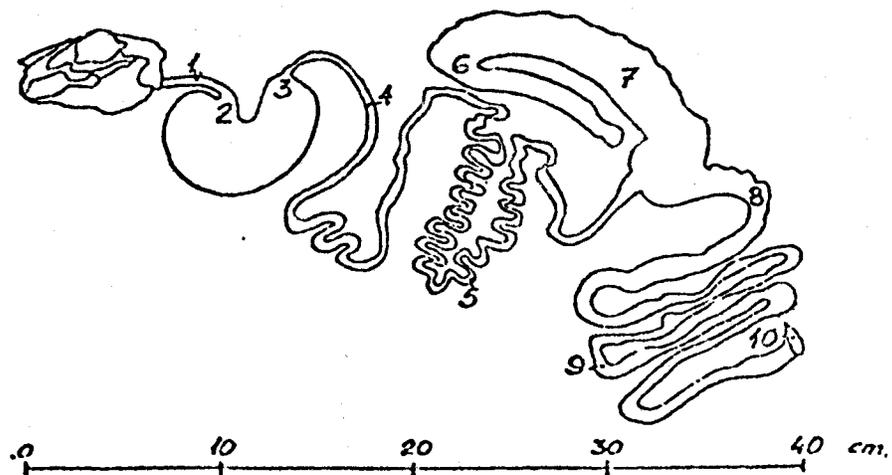
Harmon y Day (8) A un grupo de cerdos se les suministró ad-livitum, en comederos automáticos, una dieta con 12% de proteína y se suministró licor mixto de una zanja de oxidación mediante bombeo constante o intermitente, a través de una artesa situada en cada corral. Los cerdos

testigos recibieron agua de grifo. Los cerdos a los que se les había suministrado licor mixto de zanja de oxidación ganaron peso más rápida y eficazmente en toda la gama entre 40 y 100 kilogramos, que los que recibieron agua de grifo.

C. Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo del Conejo (Lepus cuniculus)

Conociendo algunos detalles del aparato digestivo de los roedores, en este caso del conejo, facilitará la comprensión de cómo asimila los nutrientes de los alimentos: comienza con la boca, los labios reconocen y seleccionan los alimentos, los dientes ejecutan la prehensión. (4)

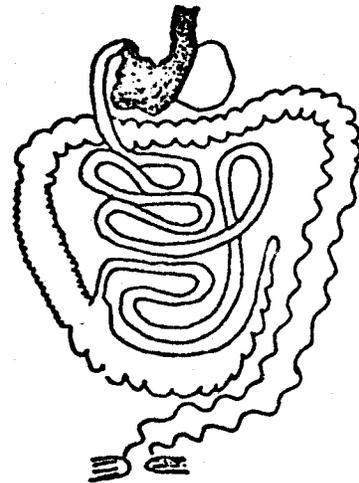
Figura 2
Tracto digestivo del conejo (Lepus cuniculus)



- | | | |
|------------|-----------------------|----------------------|
| 1. Esófago | 2. Cardias (estómago) | 3. Píloro (estómago) |
| 4. Duodeno | 5. Intestino Delgado | 6. Apéndice Cecal |
| 7. Ciego | 8. Intestino Grueso | 9. Recto |
| | | 10. Ano |

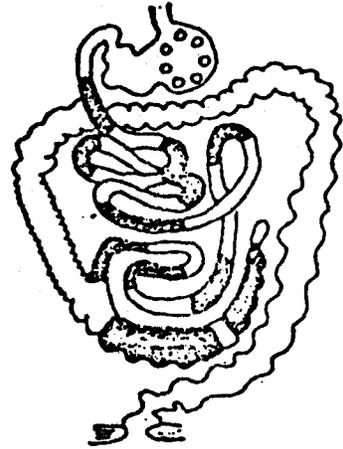
Luego que el alimento es ingerido por el conejo (Lepus cuniculus) atraviesa el esófago, llegando al estómago, el cual es muy voluminoso, tiene una capacidad promedio de medio litro, pero no es capaz de impulsar por sí sólo el alimento hacia el intestino delgado, sino que requiere ingerir constantemente alimento y así la presión ejercida por repleción le ayuda a efectuar dicho trabajo, por lo que necesita tener siempre alimento a su alcance contribuyendo a esto la coprofagia. (4)

Figura 3
Primer ciclo de la digestión
Fase Diurna (6)



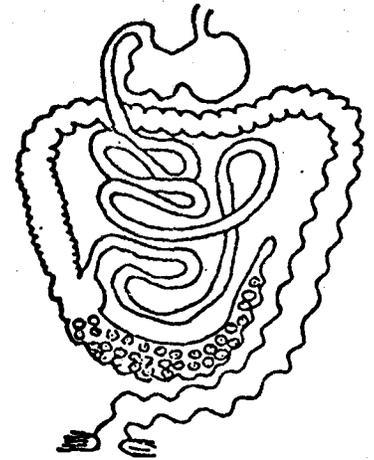
En el intestino delgado, se efectúa la absorción de nutrientes, enseguida la fracción no absorbida del alimento pasa al ciego, este presenta un volumen considerable, en el cual el alimento permanece durante 12 horas sufriendo la acción de la flora bacteriana ahí presente, la cual sintetiza parcialmente aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo B. (4)

Figura 4
Primer ciclo de la digestión
Fase Diurna (6)



Enseguida el alimento toma la forma de bolitas que se caracterizan por ser blandas y húmedas. (4)

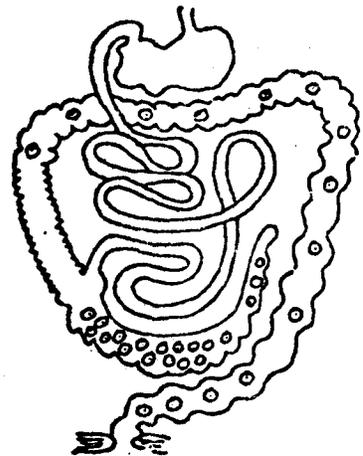
Figura 5
Primer ciclo de la digestión
Fase Diurna (6)



El estudio de la flora digestiva de conejo (Lepus cuniculus) durante las primeras semanas de vida revela que en los animales lactantes es a menudo estéril. Posteriormente, se observa una colonización por *Escherichia coli*, *Clostridium welchi* y *Estreptococos*, los cuales van seguidos más adelante por los *Lactobacilos*, que se transforman en los huéspedes más corrientes del aparato digestivo del conejo. (4)

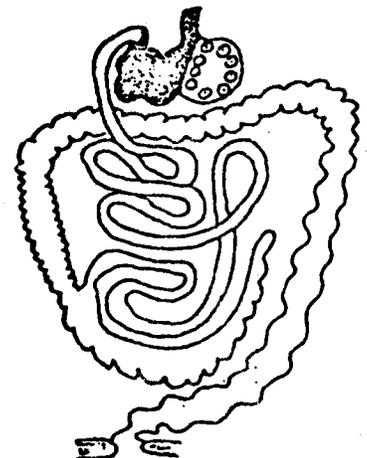
Luego el alimento en forma de bolitas pasa al intestino grueso, recorriéndolo rápidamente para llegar al recto, finalizando así lo que puede considerarse como el primer ciclo de la digestión, generalmente durante el día.
(4)

Figura 6
Primer ciclo de la digestión
Fase Nocturna (6)



Al llegar al ano, las citadas bolitas (heces) raramente son expulsadas al exterior, sino que el conejo (Lepus cuniculus) las toma directamente del mismo y las ingiere nuevamente, empezando así el segundo ciclo de la digestión, generalmente durante la noche, y se ha comprobado que está sujeto a mecanismos hormonales. (4)

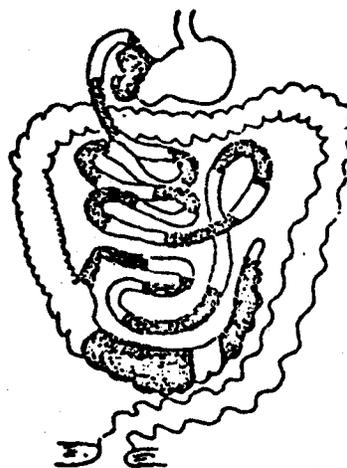
Figura 7
Segundo ciclo de la digestión
Fase Nocturna



A este fenómeno se le denomina coprofagia, y no es de modo alguno un vicio o un síntoma de carencia alimenticia, sino un proceso normal que recuerda a la rumia y a través del cual se mejora notablemente la eficiencia alimenticia. (4)

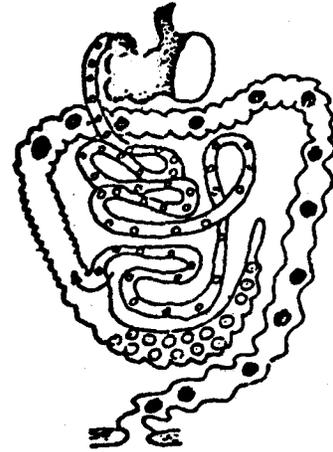
Estas heces, una vez ingeridas son retenidas en el estómago mientras se realiza la digestión del alimento normal que existe en el mismo, y luego son digeridas nuevamente, sufriendo otra vez la acción de los jugos digestivos y realizándose la absorción de sus principios nutritivos, todo ello durante la misma noche de su ingestión. (4)

Figura 8
Segundo ciclo de la digestión
Fase Nocturna (6)



Las heces pasan del esófago al estómago, de allí al intestino delgado, pasando ahora directamente al intestino grueso, ya no entra al ciego, el cual atraviesa pero lentamente, perdiendo agua en este último y así llegan al ano unas bolitas de excremento duro y con menos humedad que las bolitas del primer trayecto donde son expulsadas. (4)

Figura 9
Segundo ciclo de la digestión
Fase Diurna (6)



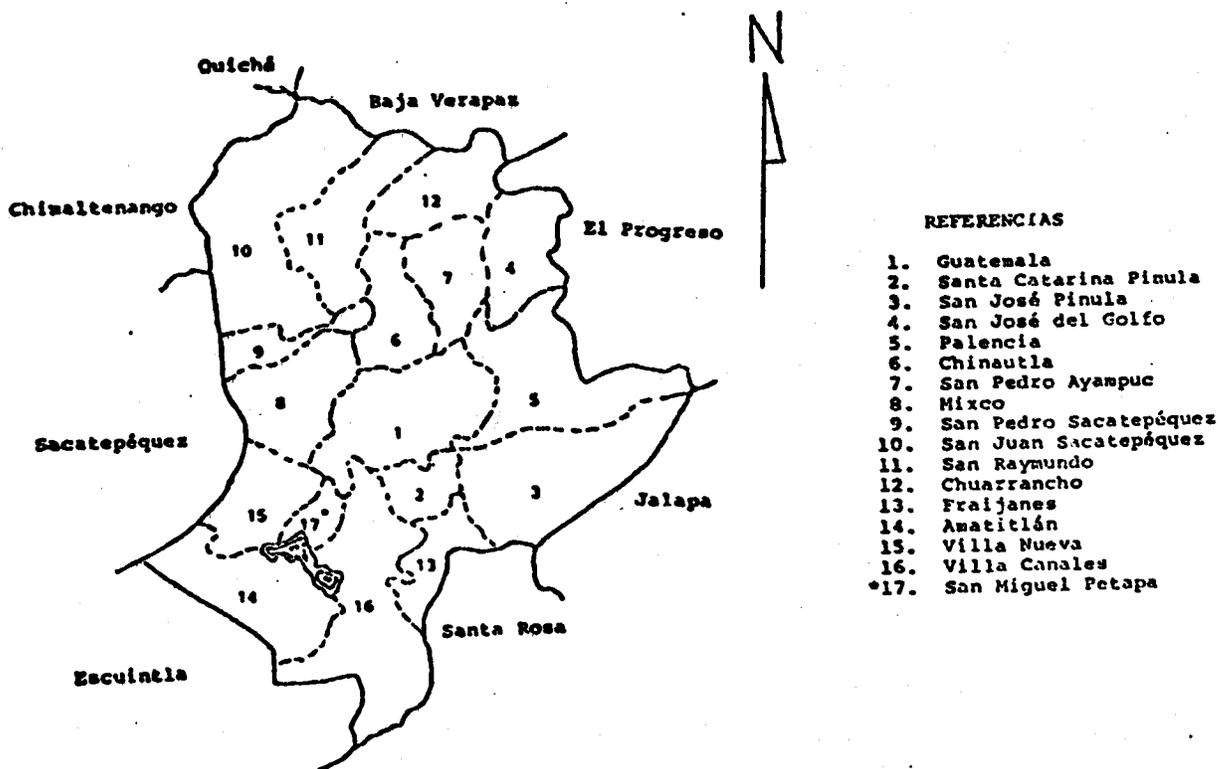
Este punto es de enorme interés, pues el psiquismo del conejo (Lepus cuniculus) es muy propenso a la "ansiedad" y en cualquier estado de stress cesa la coprofagia con facilidad y con ello se manifiesta la detención del funcionamiento del ciego (carencia de vitaminas y aminoácidos) y con facilidad la muerte. (4)

VII. MATERIALES Y METODOLOGIA

A. Localización

*El estudio experimental se realizó en la granja COVI, situada en el municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala. Se encuentra en una zona ecológica bosque húmedo sub-tropical templado, su temperatura es variable con tendencia a ser calurosa ($T^{\circ}C$ media anual de 19.2) y lluviosa (P_p media anual 1200 mm), a una elevación de 1290 msnm, longitud Oeste de $90^{\circ}33'30''$, latitud Norte de $14^{\circ}30'20''$. Su actividad pecuaria predominante es la crianza de bovinos y porcinos.(7)

DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



B. Equipo

El equipo de laboratorio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), se utilizó para realizar los análisis químico proximal de las raciones experimentales utilizadas.

C. Diseño del experimento

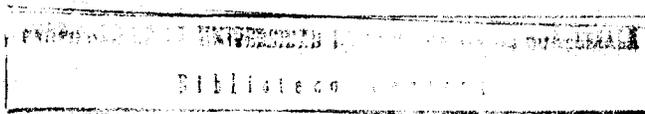
a. Diseño

Al inicio se aplicó el diseño estadístico completamente al azar, en un arreglo factorial 3x4, utilizando 3 repeticiones para cada tratamiento, cada jaula con 2 animales constituyó una unidad experimental, y debido a la muerte de conejos (Lepus cuniculus), unas unidades experimentales desaparecieron total y otras parcialmente, por lo que los resultados se analizaron en el diseño con desigual número de repeticiones y submuestras en cada unidad experimental, tomando como variable respuesta la ganancia de peso.

b. Registro y análisis de la información

Al iniciar el experimento, se registró el peso de los animales en confinamiento, para luego pesarlos cada 8 días, como también se registró el peso del alimento al inicio y al final del estudio.

El modelo estadístico para la interpretación fue el siguiente:



$$Y_{ijk} = U + T_i + N_j + TN_{ij} + E_{ijk} + M_{ijkl}$$

Donde

Y_{ijk} = variable respuesta en ijk ...ésima unidad experimental.

U = Media general.

T_i = Efecto de la i ...ésimo tipo de efluente.

N_j = Efecto de de j ...ésimo nivel de efluente.

TN_{ij} = Interacción entre i ...ésimo tipo de efluente y j ...ésimo nivel de efluente.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

M_{ijkl} = Error de muestreo

En donde:

i = 1,2,3.

j = 1,2,3,4.

k = 1,2,... rij

l = 1,2,... M_{ijk}

Para una mejor interpretación de los resultados sobre la ganancia de peso fue necesario analizar los datos mediante:

- Andeva del diseño.
- Prueba de Tukey al 5%
- Gráficas

c. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Cuadro 2
Tratamientos Evaluados

1. A ₁ B ₁	5. A ₂ B ₁	9. A ₃ B ₁
2. A ₁ B ₂	6. A ₂ B ₂	10. A ₃ B ₂
3. A ₁ B ₃	7. A ₂ B ₃	11. A ₃ B ₃
4. A ₁ B ₄	8. A ₂ B ₄	12. A ₃ B ₄

Donde:

A₁ = Efluente porcino
A₂ = Efluente avícola
A₃ = Efluente bovino

Y:

B₁ = Nivel de efluente al 00 %
B₂ = Nivel de efluente al 10 %
B₃ = Nivel de efluente al 20 %
B₄ = Nivel de efluente al 30 %

D. Manejo del experimento

a. Proceso del efluente

El efluente ensayado se recogió de biodigestores, de desplazamiento horizontal de flujo semi-contínuo, tipo ICAITI; cargados cada uno con los diferentes estiércoles aquí usados: porcino, aviar y bovino, con un período de fermentación mínimo de 30 días.

Para deshidratar este material se colocó en bandejas dentro de un secador solar tipo carpa diseñados en ICAITI, por un período de 3 días, hasta el 12% de humedad.

Una vez deshidratado el efluente, se molió utilizando un molino de cuchillas y tamiz de metal de 2 mm, y de esta forma se obtuvo harina de bioabono.

Se tomaron muestras para su análisis de laboratorio, para conocer su composición previo a la confección de la dieta.

b. Necesidades nutricionales del conejo en crecimiento

Los requerimientos nutritivos del conejo (Lepus cuniculus) para carne, varían según la edad y la etapa de su producción, para conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento, las raciones deben ser las siguientes:

Cuadro 3
Necesidades nutricionales del conejo (Lepus cuniculus)
en crecimiento

Elemento nutritivo	Porcentaje
Grasa	3.5
Proteína	15-18
Fibra	13.0
Calcio	1.3
Fósforo	0.8
Sal	0.5

(5)

c. Preparación de raciones y aplicación

Los demás ingredientes se compraron ya elaborados en forma de harina y se les determinó su contenido protéico.

Cuadro 4
Contenido protéico de los ingredientes
alimenticios utilizados

Ingrediente	Granillo de trigo	Harina de soya	Harina algodón	Harina de maíz	Harina de heno de kikuyú
Proteína (%) Nx6.25	16.30	41.88	46.05	9.44	6.22

Las mezclas de la ración, se hicieron en base a peso, balanceadas para cubrir los requerimientos nutricionales de conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento, y los efluentes por su alto contenido de calcio y fósforo, se fue sustituyendo la mezcla de fosfato dicálcico y carbonato de calcio como minerales.

Ya preparadas las raciones en forma de harina, se peletizaron para lograr una mejor aceptación por parte de los conejos (Lepus cuniculus), suministrándoles agua y la ración ad-livitum.

d. **Composición porcentual de las raciones**

Dentro de los materiales usados en la composición porcentual de las raciones experimentales utilizadas se incluyen suplementos protéicos, energéticos y minerales.

Cuadro 5
Composición porcentual de las raciones
experimentales utilizadas

Ingredientes	Raciones			
	0	10	20	30
Harina de heno de Kikuyú	40.0	40.0	40.0	40.0
Harina de bioabono	-	10.0	20.0	30.0
*Granillo de trigo	30.0	20.0	10.0	-
Harina de soya	10.0	10.0	10.0	10.0
Harina de algodón	10.0	10.0	10.0	10.0
Harina de Maíz	5.0	5.5	6.1	6.5
**Melaza	3.0	3.0	3.0	3.0
Sal común	0.5	0.5	0.5	0.5
Minerales	1.5	1.0	0.4	-
(1)				

*Raciones con efluente porcino se utilizó granillo de trigo

*Raciones con efluente aviar se utilizó afrecho de trigo

*Raciones con efluente bovino se utilizó afrecho de trigo

**A cada ración se le agregó 3 % más de melaza.

e. Animales usados en la experimentación

Se utilizaron 72 conejos (Lepus cuniculus) machos, mestizos, destetados a los 40 días de edad, de pesos homogéneos y se alojaron en jaulas aéreas de metal teniendo las siguientes medidas: 25 cms de ancho, 40 cms de largo y 35 cms de alto, durante 21 días, y fueron alimentados con su respectiva ración, y se tomaron los primeros 7 días como un período de adaptación al alimento.

f. Control sanitario

Para el estudio se emplearon conejos (Lepus cuniculus) clínicamente sanos y sin antecedentes de enfermedades, y a los 10 días se les suministró un tratamiento preventivo por 5 días con sulfaquinoxalina al 0.025%, contra la coccidia.

VIII. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

(A) Laboratorio - (B) Campo

(A)

Cuadro 6
Composición química proximal de los efluentes
deshidratados

Composición química			Porcino	Aviar	Bovino
*Humedad	(%)		12.21	13.53	9.83
*Grasa	(%)		0.85	0.63	1.26
*Proteínas (Nx6.25)	(%)		17.55	14.46	13.60
*Fibra cruda	(%)		27.10	9.74	12.30
*Cenizas	(%)		22.86	51.11	35.13
*Carbohidratos	(%)		19.43	10.53	27.88
*Nitrógeno total			2.83	2.30	2.18
*Calcio (CaO)	(%)		6.95	10.25	0.85
*Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)		5.35	3.40	0.60
*Potasio (K)	(%)		0.50	0.53	0.30
Cobre (Cu)	(mg/Kg)		490.00	40.00	23.00
Hierro (Fe)	(%)		0.44	0.65	0.53
Manganeso (Mn)	(%)		0.060	0.063	0.016
Zinc (Zn)	(%)		0.085	0.045	0.018
Plomo (Pb)	(mg/Kg)		7.00	10.00	6.00
Arsénico (As)			NO DETECTADO		
Sílice (SiO ₂)	(%)		7.20	12.66	28.35

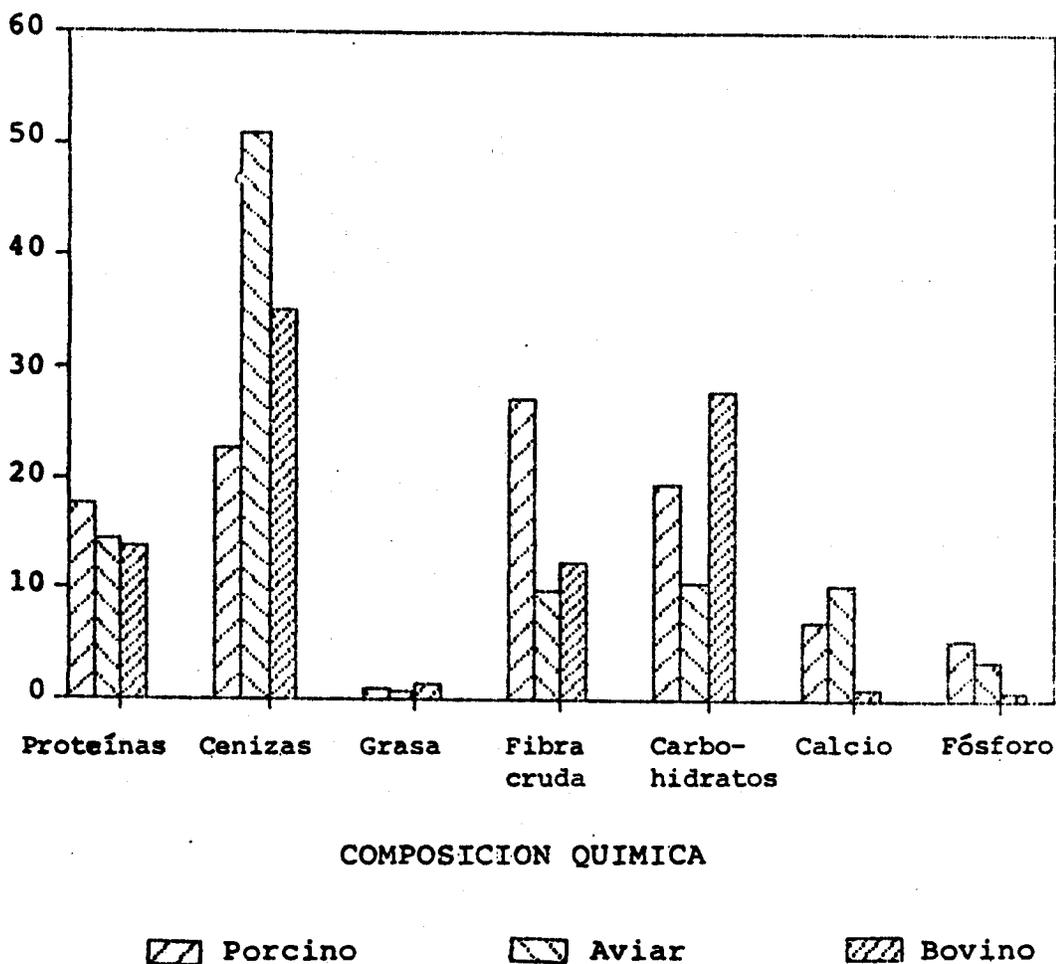
FUENTE: ICAITI

Determinaciones en duplicado.

Método espectrofotometría de absorción atómica.

* Método AOAC 14th Ed.

Gráfica 1
Análisis químico de los efluentes deshidratados



Por la composición química que presentan los efluentes el autor considera, que son más útiles como fuente de nutrientes que como fertilizantes, comparándose favorablemente con la de otros desechos como: trigo, té de limón, café, caña, etc. de los cuales algunos han sido administrados a animales sin producir efectos tóxicos, sin rechazo en el consumo y que al contrario promueven significantes aumentos de peso.

(A)

Cuadro 7

Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente porcino

Composición química		Raciones			
		0	10	20	30
Humedad	(%)	11.54	11.22	10.38	9.63
Grasa	(%)	1.61	1.42	1.34	1.08
Proteína (Nx6.25)	(%)	15.92	16.57	16.22	17.01
Fibra cruda	(%)	14.68	16.75	19.10	21.87
Cenizas	(%)	9.28	10.97	12.53	13.22
Carbohidratos	(%)	46.97	43.97	40.43	37.19
Nitrógeno total		2.70	2.73	2.73	2.86
Calcio (CaO)	(%)	0.91	1.70	3.35	3.30
Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)	1.22	0.80	0.90	1.00
Potasio (K ₂ O)	(%)	0.60	0.46	0.58	0.65
DIVMS	(%)	30.51	26.60	24.25	20.14
DIVMO	(%)	37.68	32.24	43.97	24.78
Sólidos solubles	(%)	42.50	38.18	34.96	32.46

DIVMS = Digestibilidad de la materia seca
 DIVMO = Digestibilidad de la materia orgánica
 Determinaciones en duplicado
 Método: AOAC 14th Ed.

(B)

Cuadro 8

Efecto del suministro de efluente porcino, a conejos (Lepus cuniculus) en fase de crecimiento

Sustitución del efluente %	Raciones			
	0	10	20	30
Número de animales	6	6	6	6
Peso inicial (grs)	719	732	762	867
Peso a los 7 días (grs)	740	939	745	836
Peso a los 14 días (grs)	781	927	750	772
Peso final 21 días (grs)	752	718	647	748
Consumo de alimento (grs)	9200	8740	7820	6900
Costo Q/qq de concentrado	28.1	23.0	17.9	12.8

(A)

Cuadro 9

Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente aviar

Composición química		Raciones			
		0	10	20	30
Humedad	(%)	11.89	11.77	11.19	11.44
Grasa	(%)	1.40	1.49	1.00	0.83
Proteína (Nx6.25)	(%)	16.18	17.33	17.02	16.88
Fibra cruda	(%)	15.74	15.30	15.54	16.21
Cenizas	(%)	9.20	12.76	15.87	19.72
Carbohidratos	(%)	45.59	41.35	39.38	34.92
Nitrógeno total		2.74	2.79	2.76	2.71
Calcio (CaO)	(%)	0.91	1.73	2.70	4.20
Fósforo (P ₂ O ₅)	(%)	0.81	0.96	1.05	1.16
Potasio (K ₂ O)	(%)	0.90	0.66	0.63	0.43
DIVMS	(%)	31.52	26.42	26.12	21.78
DIVMO	(%)	32.17	34.38	34.04	28.85
Sólidos solubles	(%)	38.65	41.15	38.65	34.59

DIVMS = Digestibilidad de la materia seca

DIVMO = Digestibilidad de la materia orgánica

Determinaciones en duplicado.

Método: AOAC 14th Ed.

(B)

Cuadro 10

Efecto del suministro de efluente aviar, a conejos (Lepus cuniculus) en fase de crecimiento

Sustitución de efluente %	Raciones			
	0	10	20	30
Número de animales	6	6	6	6
Peso inicial (grs)	910	815	853	829
Peso a los 7 días (grs)	934	822	860	867
Peso a los 14 días (grs)	980	812	803	807
Peso final 21 días (grs)	1023	772	779	700
Consumo de alimento (grs)	9660	9660	9200	8280
Costo Q/qq de concentrado	28.1	23.0	17.9	12.8

(A)

Cuadro 11

Composición química proximal de las raciones experimentales con efluente bovino

Composición química	Raciones			
	0	10	20	30
Humedad (%)	11.89	9.42	9.61	7.37
Grasa (%)	1.40	1.63	1.30	1.23
Proteína (Nx6.25) (%)	16.18	16.74	16.86	15.56
Fibra cruda (%)	15.74	15.23	17.04	16.63
Cenizas (%)	9.20	11.42	14.12	17.13
Carbohidratos (%)	45.59	45.56	41.07	42.08
Nitrógeno total (%)	2.74	2.72	2.84	2.53
Calcio (CaO) (%)	0.91	1.70	0.83	3.65
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	0.81	0.71	0.54	0.39
Potasio (K ₂ O) (%)	0.90	0.69	0.62	0.53
DIVMS (%)	31.52	24.16	16.95	14.17
DIVMO (%)	32.17	32.61	28.71	27.07
Sólidos solubles (%)	38.65	35.41	33.91	32.65

DIVMS = Digestibilidad de la materia seca

DIVMO = Digestibilidad de la materia orgánica

Determinaciones en duplicado.

Método: AOAC 14th Ed.

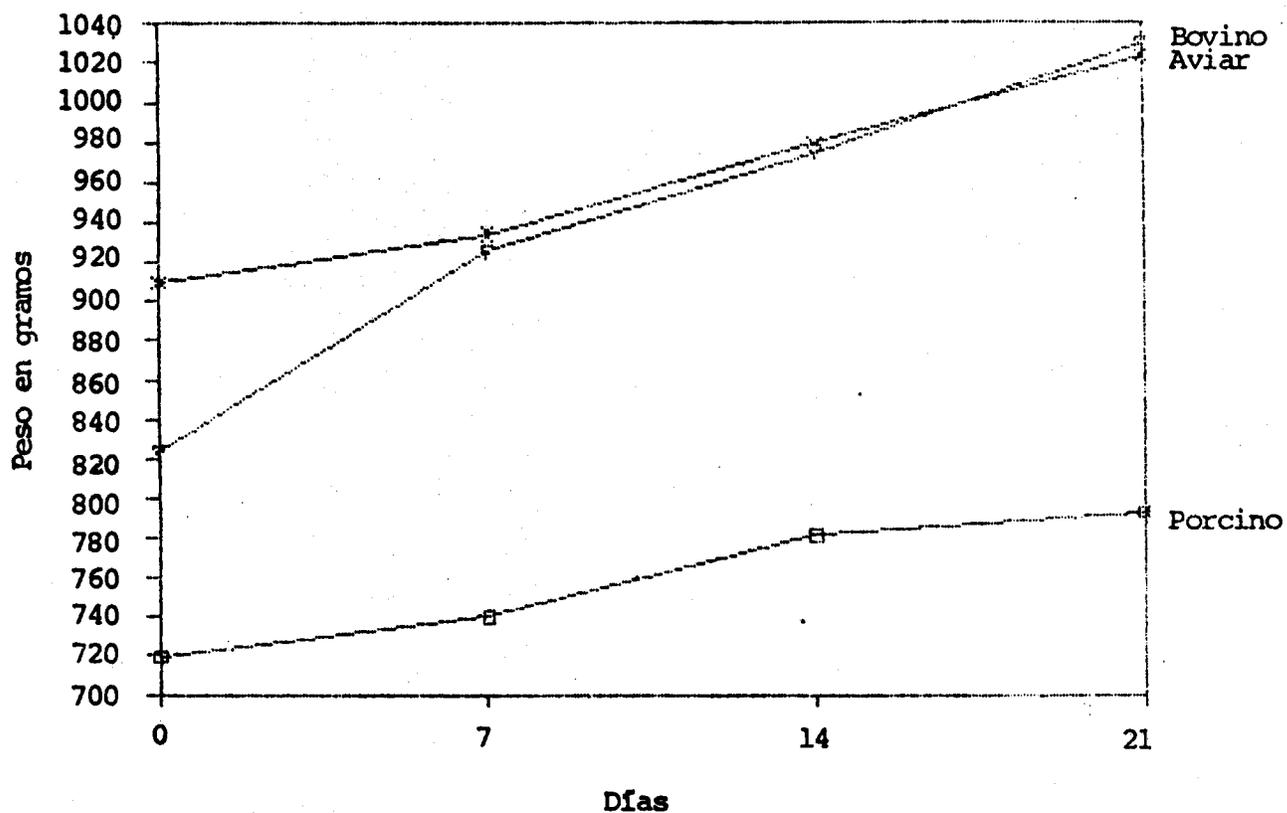
(B)

Cuadro 12

Efecto del suministro de efluente bovino, a conejos (Lepus cuniculus) en fase de crecimiento

Sustitución de efluente %	Raciones			
	0	10	20	30
Número de animales	6	6	6	6
Peso inicial (grs)	824	875	786	783
Peso a los 7 días (grs)	925	884	774	714
Peso a los 14 días (grs)	975	834	712	645
Peso final 21 días (grs)	1030	805	561	565
Consumo de alimento (grs)	9200	8740	6440	7820
Costo Q/qq de concentrado	28.1	23.0	17.9	12.8

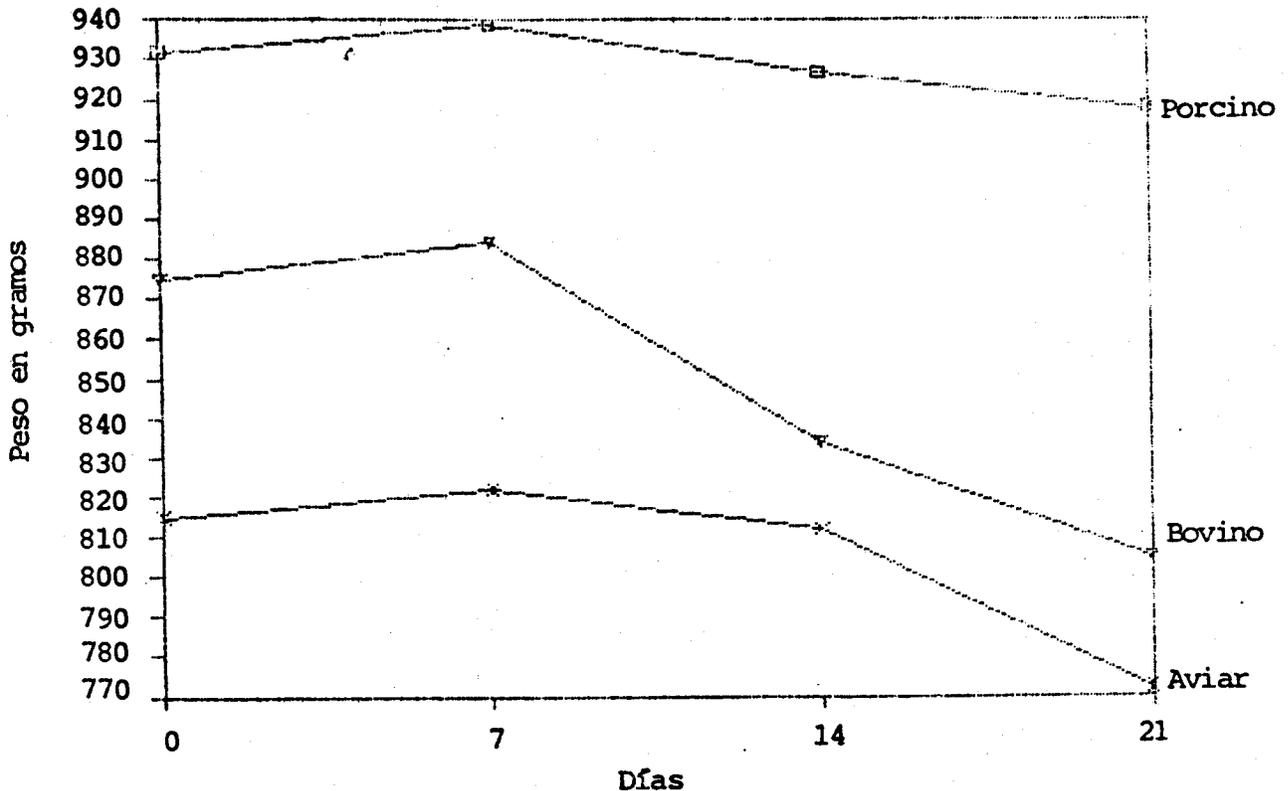
Gráfica 2
Efecto de la ganancia de peso en conejos (Lepus cuniculus)
alimentados con efluentes a un nivel del 0%



En esta gráfica, cada curva representa a un grupo de conejos (Lepus cuniculus) que fueron tomados como testigos en el estudio de los efluentes, las cuales indican que los conejos (Lepus cuniculus) al ser alimentados con las raciones preparadas, su comportamiento es semejante y se obtiene un incremento progresivo en su desarrollo corporal, desde el inicio hasta los 21 días.

Gráfica 3

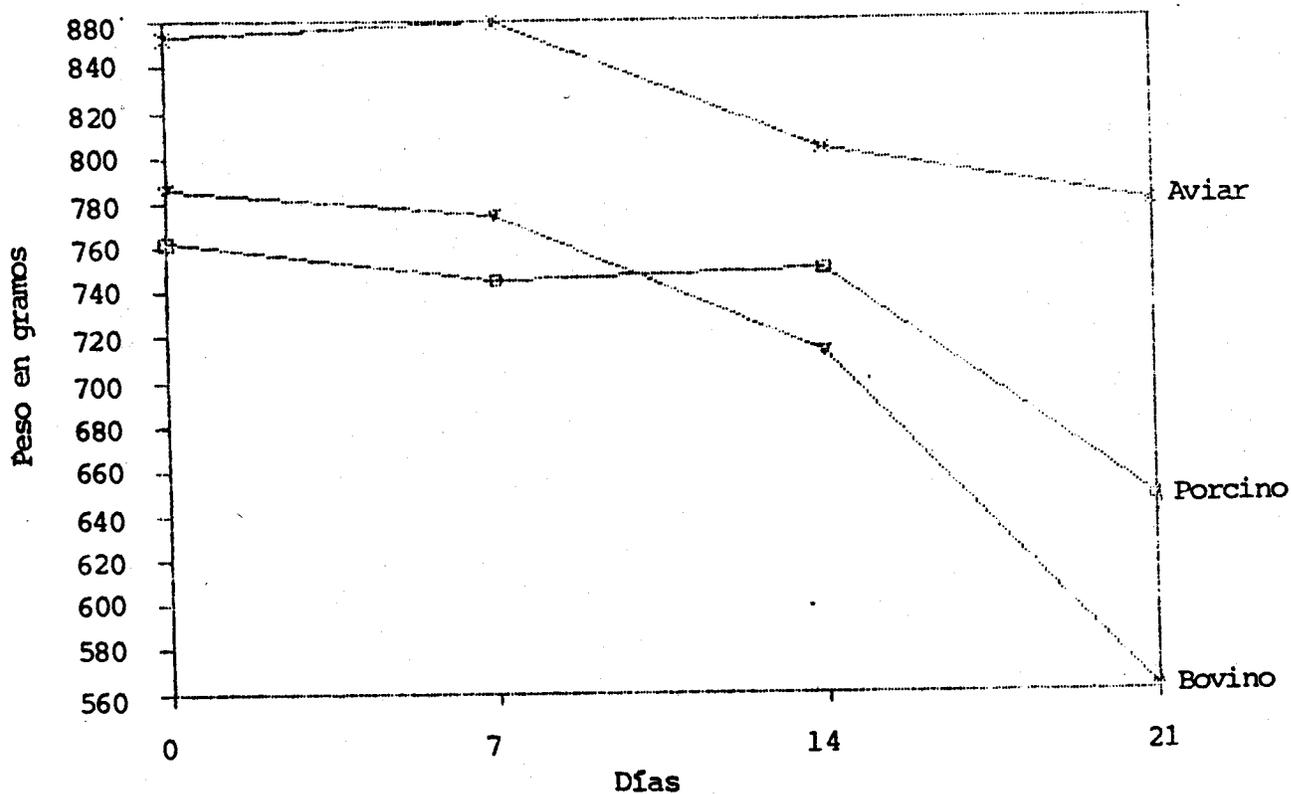
Efecto de la ganancia de peso en conejos (Lepus cuniculus) alimentados con efluentes a un nivel del 10%



Como se observa en la gráfica, al incorporarle el 10% de los efluentes al concentrado, los animales muestran un incremento de peso en los primeros siete días, éste es relativamente bajo, sin embargo, en el período de los 7 días a los 21 días los animales tienden a bajar de peso, observando mayor pérdida en los conejos (Lepus cuniculus) alimentados con efluente bovino. Esto nos permite inferir que el nivel del 10% en ninguno de los efluentes no generó un cambio importante en la variable respuesta ganancia de peso.

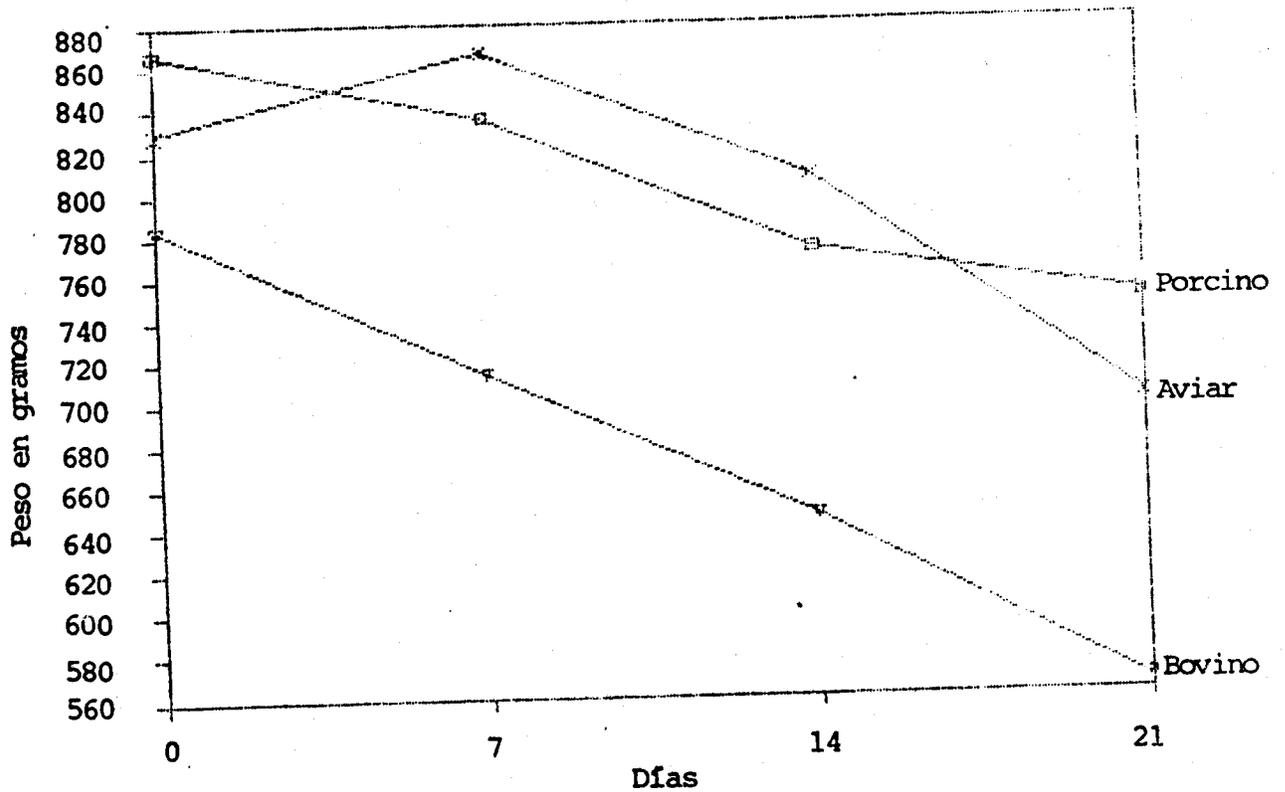
Gráfica 4

Efecto de la ganancia de peso en conejos (Lepus cuniculus) alimentados con efluentes a un nivel del 20%



En la presente gráfica, se observa que al aplicar el 20% de los efluentes al concentrado, se da un leve incremento de peso en los conejos (Lepus cuniculus) alimentados con efluente aviar en los primeros siete días. En general, se puede decir que en los animales alimentados con los tres efluentes en el nivel 20% ocurre un retraso en su desarrollo corporal, desde el inicio hasta los 21 días, por lo que se deduce que los conejos (Lepus cuniculus) no asimilan con eficiencia el concentrado.

Gráfica 5
Efecto de la ganancia de peso en conejos (Lepus cuniculus)
alimentados con efluentes a un nivel del 30%



Como se observa al incorporar el 30% de los efluentes al concentrado, los animales que lo consumen y que están representados en cada una de las curvas en la gráfica, muestran un desmejoramiento en el desarrollo corporal desde el inicio hasta los 21 días como consecuencia de una ingesta reducida del alimento.

Cuadro 13

Análisis de varianza de ganancia de peso

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc
Total	54	960855.45		
Tratamientos	11	727940.02	66176.37	15.44**
Efluentes	2	5216.89	2608.45	
Niveles	3	679262.00	226654.00	51.66**
Efl x Niv	6	42761.13	7126.86	1.62
Error exp	20	87747.27	4387.36	
Error muestr	23	145168.16	6311.66	

** Altamente significativo (= 0.01)

Cuadro 14

Comparación múltiple de medias

Niveles de efluente		
0	142.940	A
10	-48.720	B
20	-91.470	B
30	-150.940	B

IX. DISCUSION

Según el análisis bromatológico de los efluentes ensayados, Cuadro 6, se encontró que el contenido de grasa y carbohidratos es bajo, siendo más elevado en el efluente de bovino; un alto contenido de proteína mayor en el de porcino; mientras que el contenido de fibra es alto siendo mayor en el efluente de porcino; un alto contenido de cenizas a causa del contenido de calcio y fósforo en el efluente aviar y en menor cantidad en el de porcino; el cobre es alto en el de porcino y el sílice es alto en el de bovino, los demás se encuentran en proporciones similares.

Al incluir el efluente en las raciones experimentales, Cuadros 7, 9 y 11, se observa que el contenido de grasa y carbohidratos disminuye conforme se aumentan los efluentes, lo que puede ser una limitante como fuente de energía, así también el contenido de fibra cruda y de cenizas aumenta conforme se aumenta la cantidad de efluente, siendo factores que pueden afectar la digestibilidad de la materia seca del concentrado, en el presente experimento.

Las raciones experimentales se elaboraron en forma de pellets, para lograr una mejor aceptación por parte de los conejos (Lepus cuniculus), es importante y necesario almacenar el alimento en lugares secos y ventilados para evitar su contaminación de hongos, como también preparar alimento en una cantidad suficiente para períodos cortos.

A los conejos (Lepus cuniculus) se les suministró el alimento ad-livium, no hubo rechazo, el comportamiento de consumo no fue afectado por ninguna de las raciones que contenían los efluentes porcino, aviar y bovino, en los niveles (0, 10, 20 y 30%), durante los primeros 15 días de estudio y la productividad de la variable respuesta no generó un cambio importante.

Días después se observó que las raciones con los efluentes, en los niveles más altos (20 y 30%) hubo residuos en los comederos, pérdida de reflejos y muerte de 17 animales, 2,1,4,4,3,3 en los tratamientos con los efluentes porcino, aviar y bovino en los niveles del 20 y 30%, respectivamente. Por lo que se suspendió el estudio a los 21 días, y los animales vivos se recuperaron en 3 días alimentándolos con concentrado comercial.

Todos los animales muertos presentaban su condición física delgada muy marcada y los animales vivos compañeros mostraban los mismos síntomas de delgadez exterior. La muerte de los conejos (Lepus cuniculus), no se le atribuye a la raza, edad, tamaño, pues según necropsia realizada (laboratorios de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, USAC) es un congestionamiento en el intestino ciego con gran cantidad de materia, como consecuencia de la baja digestibilidad del alimento y por su propia estructura anatómica en el tracto gástrico del animal.

Los conejos (Lepus cuniculus) se murieron con intervalos de 24 horas y todos los cadáveres revelaron los mismos síntomas clínicos de causa de la muerte.

En el análisis de varianza se determinó, que existe alta significancia para tratamientos; la Prueba de Tukey indicó que las raciones con efluente porcino aviar y bovino en niveles del 10, 20 y 30% fueron estadísticamente iguales y las raciones con el nivel del 0% demostraron mejores resultados, en relación a la variable ganancia de peso. Esto nos permite inferir que no es conveniente usar los efluentes en la alimentación de conejos (Lepus cuniculus).

X. CONCLUSIONES

La inclusión del efluente porcino, aviar y bovino en niveles del 10, 20 y 30%, en las raciones para engorde de conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento no resultó satisfactorio, ya que se determinó que afecta detrimentalmente el crecimiento y desarrollo de los animales.

El usar niveles de 20 y 30% de los efluentes porcino, aviar y bovino en la ración causa congestiónamiento digestivo y muerte de conejos (Lepus cuniculus) en crecimiento.

En relación a las hipótesis planteadas y de acuerdo a los resultados obtenidos de la interpretación del análisis estadístico, se determina que se rechazan las mismas.

XI. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos en la presente investigación, no es recomendable el empleo de los efluentes porcino, aviar y bovino como alimento para conejos (Lepus cuniculus), en ninguno de los niveles, pero en teoría es factible utilizarla en otras especies animales y por consiguiente: es preciso realizar nuevos ensayos para determinar la manera más eficaz de administrar los efluentes como fuente alimenticia.

Buscar un tratamiento que al aplicarlo previamente a los efluentes permita, su utilización como alimento.

En Guatemala es necesario dar mayor atención a las posibilidades de explotar más intensivamente el conejo (Lepus cuniculus) como animal proveedor de carne, en las granjas semi-industriales.

XII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALFARO VILLATORO, M.A. 1985. Evaluación de diferentes niveles de harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) en sustitución de la harina de alfalfa para conejos en crecimiento. Tesis. Méd. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p 27-28.
- 2.- ARGUEDAS G., P.; DUARTE MONROY, G. 1986. Camada de gallina vía fermentación anaeróbica en alimentación de ponedoras. Guatemala, Ministerio de Energía y Minas. s.p.
- 3.- BIELY, J.; KITTS, W.D.; BULLEY, N.R. 1980. El estiércol de aves de corral como ingredientes de piensos. Revista Mundial de Zootecnia (Roma) no. 34:37-42.
- 4.- BREVE CONSIDERACION sobre el manejo de una granja cunícola. 1976. Guanajuato, Méx., s.n. p 19-31.
- 5.- CASTAÑO QUINTERO, M. 1973. Métodos para la preparación de raciones para animales. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico no. 27. 10 p.
- 6.- COSTA BATLLORI, P. 1974. Cunicultura. 2 ed. España, Aedos. p 16-25.
- 7.- GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA VULCANIZACION METEOROLOGIA e HIDROLOGIA. s.f. Cartas climáticas; estación Villa Nueva, 1984. s.n.t.
- 8.- HARMON N, B.J. 1976. Reciclaje de las deyecciones porcinas por fermentación aerobia. Revista Mundial de Zootecnia (Roma) no. 18:36-37.
- 9.- INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. 1983. Biogás; Información general. Guatemala. p 3-7.
- 10.- _____ . 1985. Biogás y bioabono; Aplicaciones. Guatemala. p 23-24.

- 11.- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 1984. Directrices sobre la gestión de la utilización de los residuos agrícolas y agroindustriales. Kenia, P 73-74.
- 12.- URIZAR, E.H. 1983. Biogás; una alternativa para solucionar el problema de energía en el área rural. Revista Fomento Avícola (Gua.) 2(8):17-18.

Vo. Bo.
Patruale



XIII. APENDICE

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF TORONTO
130 St. George Street
Toronto, Ontario

DATOS DE CAMPO DE EFLUENTE PORCINO

(Expresado en gramos)

Nivel	Repeticiones	I		II		III	
	Días						
0%	0	747.5	690.0	718.8	661.3	776.3	718.8
	7	776.3	690.0	747.5	690.0	790.6	747.5
	14	805.0	718.8	790.6	747.5	833.8	790.6
	21	848.1	733.1	848.1	790.6	747.5	833.8
10%	0	920.0	963.1	948.8	977.5	862.5	920.0
	7	920.0	977.5	948.8	948.8	891.3	948.8
	14	891.3	920.0	977.5	920.0	920.0	934.4
	21	876.9	920.0	920.0	948.8	920.0	920.0
20%	0	718.8	776.3	805.0	833.8	747.5	690.0
	7	675.6	790.6	747.5	790.6	747.5	718.8
	14	948.8	718.8	718.8	747.5	690.0	675.6
	21	603.8	675.6			661.2	646.9
30%	0	833.8	891.3	805.0	862.5	891.3	920.0
	7	790.6	805.0	761.9	848.1	920.0	891.3
	14	718.8	747.5	690.0	776.3	862.5	833.8
	21	675.6				819.4	

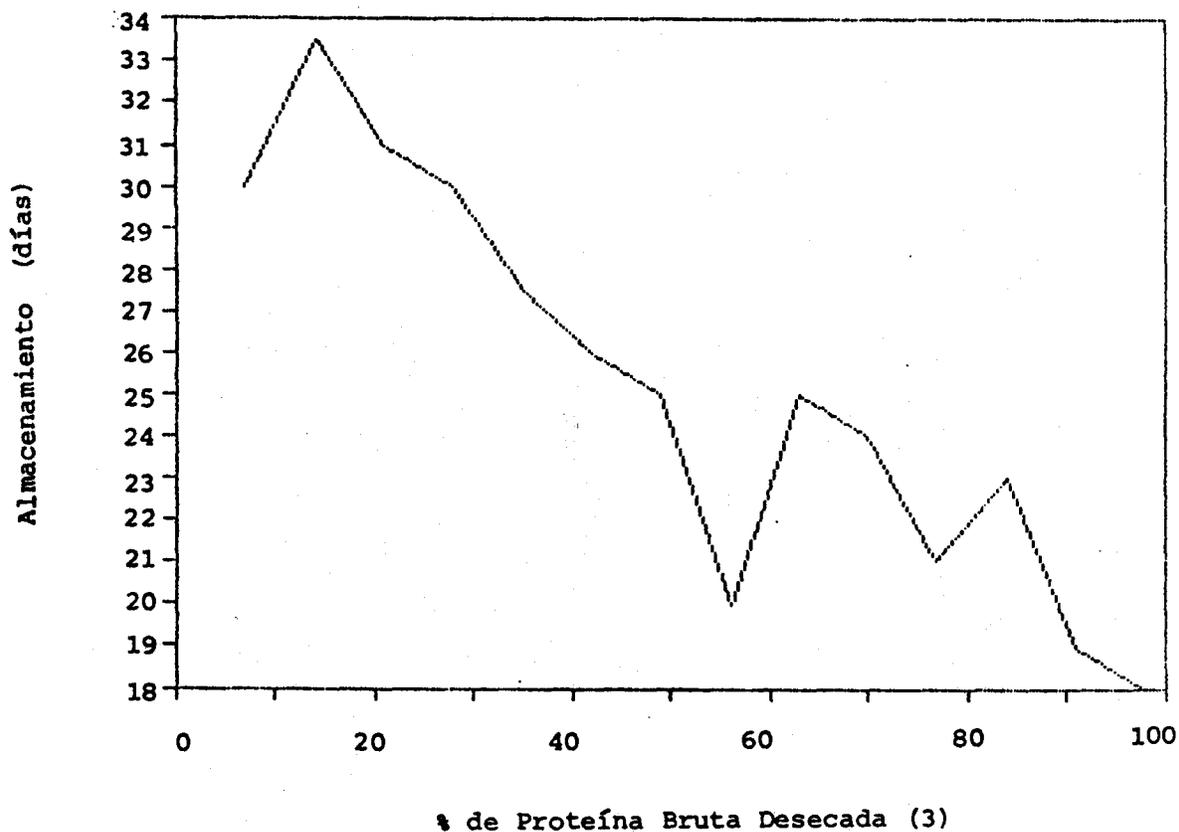
DATOS DE CAMPO DE EFLUENTE AVIAR

(Expresado en gramos)

Nivel	Repeticiones	I		II		III	
	Días						
0%	0	891.3	920.0	862.5	920.0	948.8	920.0
	7	862.5	934.4	905.6	948.8	977.5	977.5
	14	905.6	977.5	948.8	991.9	1020.6	1035.0
	21	948.8	1020.6	977.5	1049.4	1063.8	1078.1
10%	0	776.3	833.8	862.5	920.0	776.3	718.8
	7	805.0	833.8	848.1	948.8	747.5	747.5
	14	761.9	848.1	862.5	920.0	761.9	718.8
	21	718.8	819.4	833.8	876.9	718.8	661.2
20%	0	833.8	891.3	747.5	805.0	891.3	948.8
	7	848.1	920.0	733.1	761.9	920.0	977.5
	14	790.6	862.5	690.0	690.0	862.5	920.0
	21		819.4	661.2	646.9	819.4	948.8
30%	0	805.0	862.5	920.0	948.8	833.8	891.3
	7	776.3	905.6	920.0	891.3	790.6	920.0
	14	718.8	848.1	848.1	833.8	747.5	848.1
	21	632.5				690.0	776.3

Gráfica 6

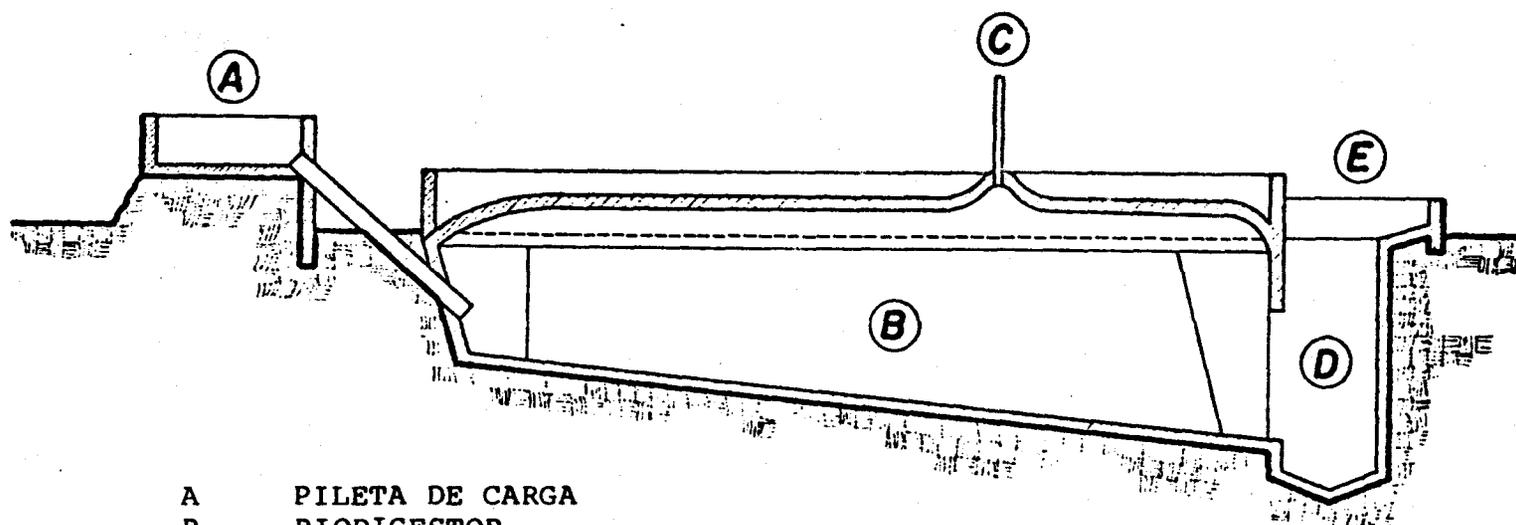
Efecto del almacenamiento de gallinaza
en el contenido de proteína bruta



Como se observa en la gráfica, la gallinaza es un producto frágil que sufre cambios en un tiempo relativamente corto en cuanto a su contenido de proteína, por lo tanto no es aconsejable incorporar gallinaza cuando ésta tenga más de 23 días de almacenada ya que posteriormente el porcentaje de proteína baja a más de 70%.

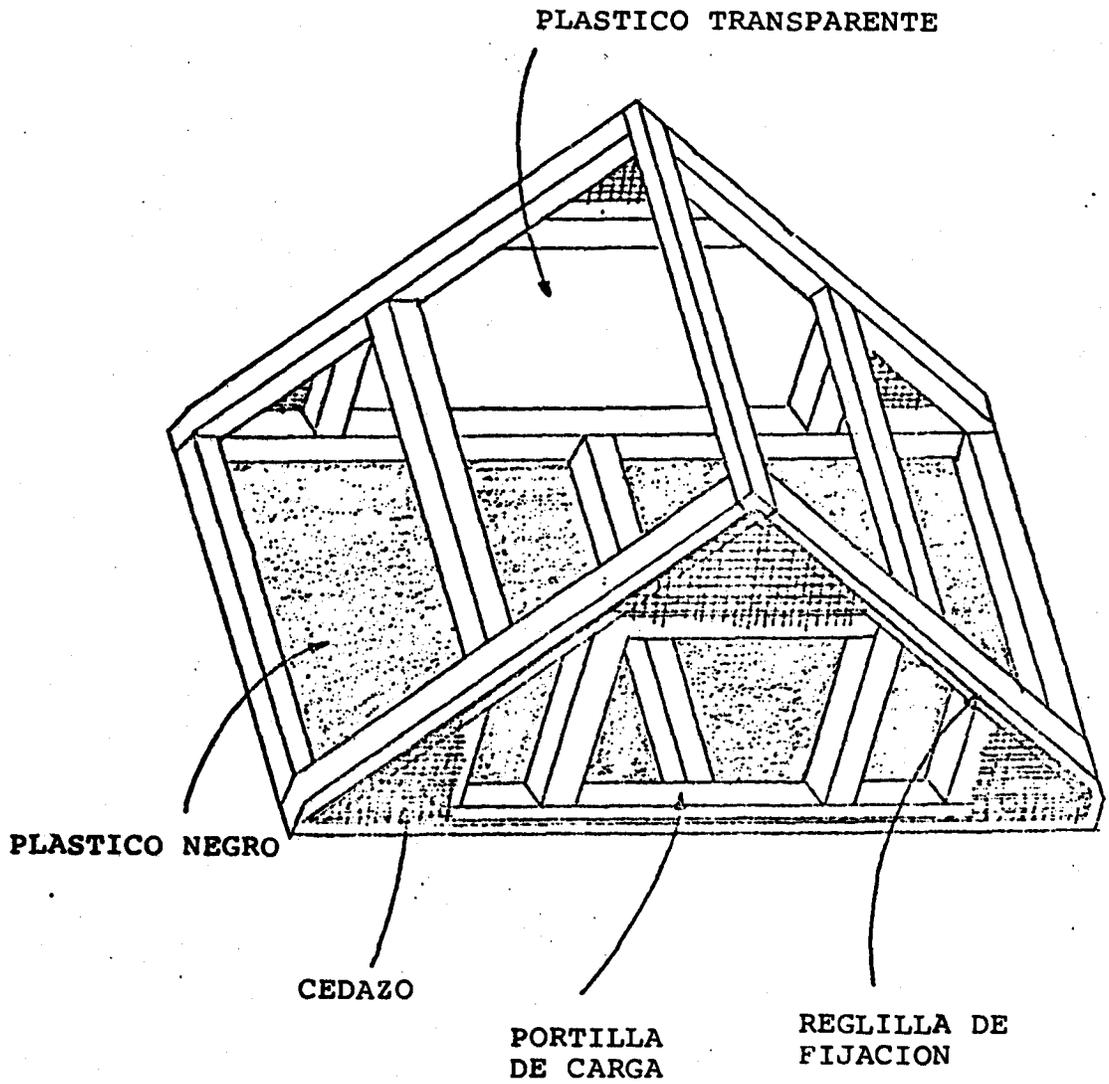
Figura 10

BIODIGESTOR TIPO ICAITI



- A PILETA DE CARGA
- B BIODIGESTOR
- C SALIDA DEL BIOGAS
- D POZO DE DESCARGA
- E PILETA DE COMPENSACION

FIGURA 11
SECADOR SOLAR TIPO CARPA



COMPOSICION DEL BIOGAS

Metano, CH ₄	59.0 %
Bióxido de carbono, CO ₂	38.0 %
Hidrógeno, H ₂	1.5 %
Nitrógeno, N ₂	1.0 %
Sulfuro de hidrógeno, H ₂ S	0.5 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.

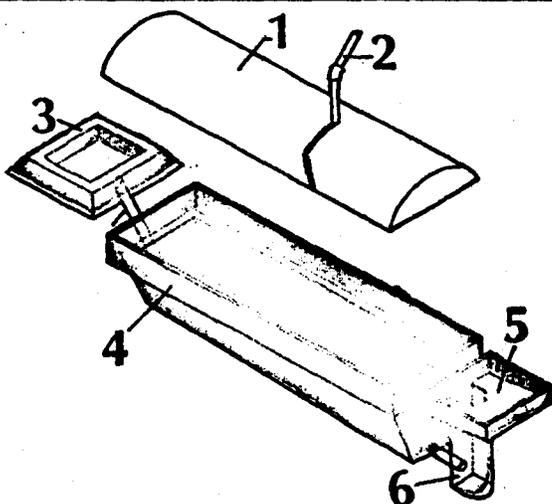
COMPOSICION DEL BIOABONO

Sólidos totales	6.5 %
Humedad	93.5 %

CONTENIDO DE NUTRIENTES, BASE SECA

Nitrógeno	2.6 %
Fósforo	1.5 %
Potasio	1.0 %
Otros microelementos	1.4 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.



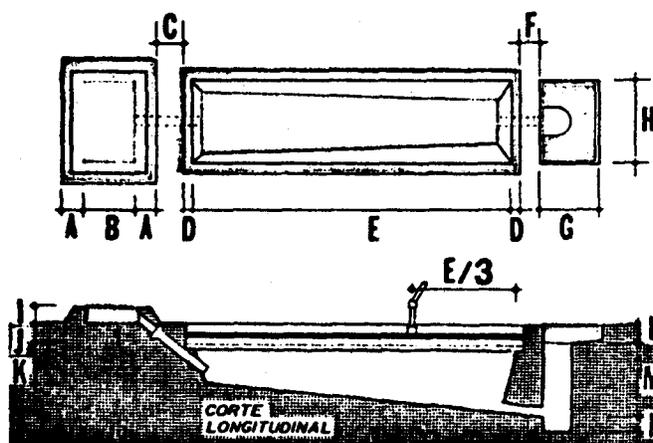
ELEMENTOS DE UN DIGESTOR

- 1 Cubierta
- 2 Tubería salida biogás
- 3 Pileta de carga
- 4 Tanque
- 5 Pileta descarga/compensación
- 6 Pozo de descarga

Se muestra el digestor completo. Las únicas partes visibles son la cubierta y las piletas; el resto se construye bajo tierra.

DIMENSIONES GENERALES DE UN DIGESTOR (c m)

m ³	3	4	5	6	7	8	9
A	40	40	40	40	40	40	40
B	100	100	100	100	100	100	100
C	50	50	50	50	50	50	50
D	15	15	15	15	15	15	15
E	400	450	475	525	550	600	650
F	35	35	35	35	35	35	35
G	100	100	100	100	100	100	100
H	130	145	160	160	160	160	160
I.	30	30	30	30	30	30	30
J	50	50	50	50	50	50	50
K	40	45	50	55	65	65	70
L	40	40	40	40	40	40	40
M	100	110	118	128	140	145	155
N	30	30	30	30	30	30	30



MATERIALES NECESARIOS PARA OPERAR UN DIGESTOR (1)

VOLUMEN NOMINAL DIGESTOR	VOLUMEN DIARIO AGUA (litros)	VOLUMEN DIARIO ESTIERCOL (litros)	NUMERO DE ANIMALES		
			GANADO VACUNO (2)	GANADO PORCINO (3)	AVES DE CORRAL
3	45	45	3 - 5	6 - 8	900-100
4	60	60	5 - 7	8 - 10	1200-1400
5	75	75	7 - 9	10 - 12	1500-1700
6	90	90	9 - 11	12 - 14	1800-2000
7	105	105	11 - 13	14 - 16	2100-2300
8	120	120	13 - 15	16 - 18	2400-2600
9	135	135	15 - 17	18 - 20	2700-2900

(1) Basados en 30 días de período de retención

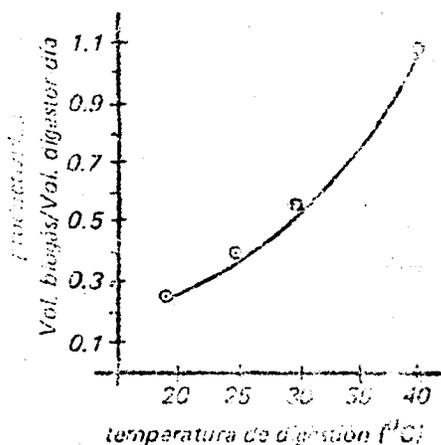
(2) Semiestabulados, de 300 kg de peso

(3) De 100 kg de peso

PRODUCCION DE BIOGAS Y BIOABONO

	VOLUMEN NOMINAL DE DIGESTOR							OBSERVACIONES
	3	4	5	6	7	8	9	
BIOGAS Volumen Diario (m ³)	1.2	1.5	2.0	2.5	2.8	3.2	3.5	Estos son valores promedio. La producción de biogás depende de la temperatura. Sustrato: estiércol bovino.
BIOABONO Volumen Diario (m ³)	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	Los volúmenes de bioabono indicados está en base a un período de retención de 30 días. Sustrato: estiércol bovino.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCION DE BIOGAS



ENERGIA PRODUCIDA POR BIOGAS OBTENIDO DE DISTINTOS DESECHOS ANIMALES

(1) DESECHO	(2) DILUCION	(3) RENDIM	(4) ENERGIA
Bovino (300 kg)	1:1	0.025	133.37
Porcino (100 kg)	1:1	0.050	266.75
Aviar (2 kg)	1:2	0.060	320.10
Humano(70 kg)	1:1	0.040	213.40

(1) Se indica peso de cada animal.

(2) Dilución Desecho fresco/agua

(3) m³ biogás/kg estiércol fresco.

(4) kcal/kg estiércol fresco

Poder calorífico biogás: 22.32 MJ/m³ (5335 kcal/m³)

- MATERIALES NECESARIOS PARA CONSTRUIR UN DIGESTOR

MATERIAL		VOLUMEN NOMINAL						
		3	4	5	6	7	8	9
Sacos de Cemento	sacos	12	15	18	20	22	25	28
Malla Metálica para Gallinero, de 0.92 m de ancho	metro	10	13	15	17	18	19	20
Tubo Galvanizado de 2.54 cm (1") diám y 60 cm. de largo	unidad	1	1	1	1	1	1	1
Tubo de Concreto de 15 cm (6") de Diámetro (1)	unidad	2	2	2	2	2	2	2
Tubo de Concreto de 38 cm (15") de Diámetro	unidad	1	1	1	1	1	1	1
Tela Plástica Negra de 0.92 m de ancho	metro	10	13	15	17	18	19	20
Arena de Río	m. cúb.	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5

(1) Puede usarse tubo de otro material, del mismo diámetro.

COCINA	frijol 1 libra	arroz 1 libra	maíz 1 libra	tortillas 1 libra	carne (caldo) 1 libra	café 1 litro	4 huevos fritos	3 comidas 5 personas
CONSUMO (litros biogás)	500	175	269	300	400	125	30	2 000

EQUIPO	quemador estufa 8 cm.	quemador estrella comal	lámpara camisa 25 watt	motor gasol. 3HP	motor diesel 7HP 50/50	refrigerador 8 pies cúb.	generador, por kw
CONSUMO (litros biogás/h.)	290	580	100	1350	1600	200	900

El público interesado en la tecnología del biogás puede visitar algunos de los digestores que ha construído el ICAITI con el patrocinio de ROCAP, y que se usan como unidades de demostración.

Información adicional sobre la tecnología del biogás, sobre los lugares en que están las unidades de demostración o sobre las publicaciones producidas en este campo, puede pedirse directamente al ICAITI o a alguno de sus delegados en los países de Centroamérica.

**INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGIA
INDUSTRIAL**
Avenida Reforma 4-47, zona 10
Télex: 5312 - ICAITI - GUA
Ciudad de Guatemala

EN EL SALVADOR: Ing. Jaime González P.
c/o Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI)
Apartado Postal No. 48
San Salvador, El Salvador, C.A.

EN HONDURAS: Ing. Angel Porfirio Sánchez
c/o Asociación Nacional de Industrias (ANDI)
Apartado Postal 20-C
Tegucigalpa, D.C., Honduras, C.A.

EN NICARAGUA: Lic. Roberto Quintana C.
c/o Cámara de Industrias de Nicaragua (CADIN)
Apartado Postal No. 1436
Managua, Nicaragua, C.A.

EN COSTA RICA: Ing. Félix del Barco
c/o Cámara de Industrias de Costa Rica
Apartado Postal No. 10 003
San José, Costa Rica, C.A.

EN PANAMA: Ing. Celedonio Moncayo
Apartado Postal 9034 zona 6
Panamá, República de Panamá

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O

