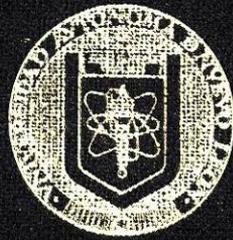


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA

Helodrilus foetidus COMO FUENTE PROTEINICA EN LA

ALIMENTACION DE LOS ANIMALES DOMESTICOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

GERARDO PATRICIO NARRO JUAREZ

MARIN, N. L.

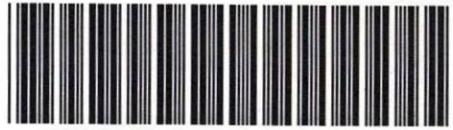
AGOSTO DE 1985

T

SF95

N3

e.1



1080062922

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA

Helodrilus foetidus COMO FUENTE PROTEINICA EN LA
ALIMENTACION DE LOS ANIMALES DOMESTICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA :

GERARDO PATRICIO NARRO JUAREZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1985

2681 *Jan*

T
SF 95
U3

040.636
FA22
1985
C.5



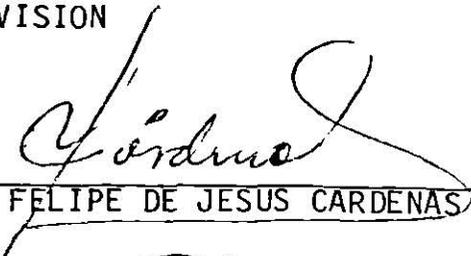
Tesis

UTILIZACION DE LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA
Helodrilus foetidus COMO FUENTE PROTEINICA EN
LA ALIMENTACION DE LOS ANIMALES DOMESTICOS.

TESIS PRESENTADA POR GERARDO PATRICIO NARRO -
JUAREZ, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER -
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA.

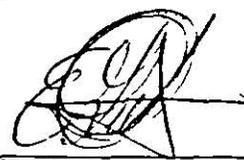
COMITE DE REVISION

ASESOR PRINCIPAL:



ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS

ASESOR AUXILIAR:



ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

FECHA: Agosto de 1985

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

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES:

Sr. Antonio Narro Robledo
Sra. Luz Ma. Juárez de Narro

Con todo mi amor y cariño, quienes
siempre me apoyaron y alentaron pa
ra la realización de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

Con fraternal cariño, gracias por
su apoyo que me brindaron.

A G R A D E C I M I E N T O S

A MIS ASESORES:

Ing. M.C. Felipe de J. Cárdenas Guzmán

Ing. M.C. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Por su paciencia y acertada dirección
durante el desarrollo del presente
trabajo.

A la Q.B.P. Luz Ma. Murillo de Villarreal e

Ing. Sandra A. Sánchez

Por su ayuda en el proceso práctico de este
trabajo.

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

INDICE

	Pág.
1.- INTRODUCCION	1
2.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades sobre la cría de la lombriz de -- tierra <u>Helodrilus foetidus</u> "roja híbrida".	3
2.2 La lombriz de tierra en la alimentación animal.	6
3.- MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Crianza ó cultivo de la lombriz de tierra <u>Helo-</u> <u>drilus foetidus</u> "roja híbrida", para su poste-- rior cosecha y preparación de harina.	13
3.2 Digestibilidad <u>in vitro</u> de la harina de lombriz incluída en mezclas en diferentes niveles, así como la digestibilidad <u>in vitro</u> de la harina de lombriz sola.	15
3.3 Evaluación de la calidad proteínica de la hari- na de lombriz	19
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1 Crianza ó cultivo de la lombriz de tierra <u>Helo-</u> <u>drilus foetidus</u> "roja híbrida", para su poste-- rior cosecha y preparación de harina.	22
4.2 Digestibilidad <u>in vitro</u> de la harina de lombriz incluída en mezclas en diferentes niveles, así como la digestibilidad <u>in vitro</u> de la harina de lombriz sola.	24
4.3 Evaluación de la calidad proteínica de la hari- na de lombriz.	27

	Pág.
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
6.- RESUMEN.	33
7.- BIBLIOGRAFIA	35

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	Pág.
1	Análisis proximal de la lombriz de tierra <u>Helodrilus foetidus</u> "roja híbrida" (Base seca) 8
2	Concentración vitamínica (ppm) en la lombriz de tierra <u>Helodrilus foetidus</u> "roja híbrida", liofilizada (congelada-deshidratada). 8
3	Concentración mineral en la lombriz de tierra --- <u>Helodrilus foetidus</u> "roja híbrida" liofilizada. 9
4	Concentración de aminoácidos (% de M.S.) e índice de aminoácidos esenciales (IAAE) en la lombriz de tierra <u>Helodrilus foetidus</u> "roja híbrida", pasta de soya (sin cascarilla) y harina de pescado Herring. 10
5	Los ingredientes y su composición de proteína y energía metabolizable (EM) utilizados en el presente trabajo (Base seca) 16
6	Mezclas con 12% de proteína y 2.5 EM (Mcal/kg) 17
7	Ingredientes y su composición de proteína y energía metabolizable (EM) utilizados en el experimento (Base seca). 20
8	Mezclas con 2.6 grs de proteína por día en 13 grs de alimento y .038 megacalorías de EM por día en 13 grs de alimento. 21
9	Análisis proximal de la harina de lombriz (Base seca) 23

		Pág.
10	Contenido de proteína de algunas harinas de origen animal (Base seca)	23
11	Digestibilidad <u>in vitro</u> de materia seca (D.M.S.) y materia orgánica (D.M.O.) de las mezclas con niveles diferentes de harina de lombriz	25
12	VARIABLES medidas a codornices alimentadas con harina de lombriz y caseína (proteína estandar)	27
13	Ecuaciones y coeficiente de correlación (r^2) para la H. de lombriz y caseína (proteína estandar).	28
14	Peso inicial e incrementos de peso diario por ave para cada período de 4 días, al proporcionar H. de lombriz y caseína a codornices de tres semanas de edad	30

FIGURA

1	Digestibilidad <u>in vitro</u> de materia seca (M.S.)- y materia orgánica (D.M.O.) de mezclas con diferentes niveles de harina de lombriz.	26
2	Comportamiento de codornices alimentadas con harina de lombriz y caseína	29

I.- INTRODUCCION

En la actualidad, en cualquier tipo de explotación pecuaria, la mayor partida (40-60%) de los costos de producción corresponden al renglón de alimentación (Escalante, 1975; citado por Guerra, 1982), y dentro de los principios nutritivos de los alimentos, la proteína es la más costosa (sobre todo la de origen animal) y de más difícil producción y adquisición. La proteína es uno de los nutrientes críticos, particularmente para animales jóvenes sometidos a un crecimiento rápido; aunque en algunos momentos su importancia puede ser menor, que la correspondiente a la energía u otros nutrientes.

Por lo anterior, es necesario buscar fuentes de proteína que posean una alta calidad, que se produzcan a bajo costo y sean más accesibles para el sector pecuario. Así una alternativa para abatir los costos en la alimentación, es la sustitución total o parcial de ingredientes caros por equivalentes más económicos.

Con frecuencia se utilizan en la formulación de raciones para animales domésticos productos de elevado contenido de proteína que podrían ser utilizados directamente en la dieta humana. Ejemplos del mal uso de las fuentes de proteína es el de la soya o el de la anchoveta, las cuales contienen un alto porcentaje de proteína de buena calidad, que bien pueden ser utilizadas para la alimentación del hombre. La mayor parte de la soya y de la anchoveta son procesadas y transformadas en hari-

na, y son utilizados como ingredientes para la elaboración de dietas de animales domésticos.

Un recurso que pudiera ser aprovechado como ingrediente -- proteínico en dietas es la lombriz de tierra (Helodrilus foetidus), la cual proporciona entre otras ventajas, el aprovecha-- miento de las heces de aves de corral, de cerdos, de caprinos y de bovinos que combinados con otros productos de desecho y - desperdicios orgánicos, proporcionan el medio ideal para el de-- sarrollo de la lombriz.

Por lo anterior se elaboró la siguiente investigación --- acerca de la posible utilización de la harina de lombriz de -- tierra Helodrilus foetidus como fuente proteínica en la alimen-- tación animal, teniendo como objetivos:

- a) Investigar y dar a conocer las ventajas y desventajas de la posible utilización de la harina de lombriz como alimento (proteínico) para los animales domésticos.
- b) Determinar mediante digestibilidad in vitro la posibilidad de incluir en mezclas niveles de harina de lom-- briz sustituyendo a otros ingredientes proteínicos co-- mo harina de soya, alfalfa.
Así como determinar la digestibilidad in vitro de la harina de lombriz.
- c) Evaluación de la calidad proteínica de la harina de -- lombriz.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES SOBRE LA CRIA DE LA LOMBRIZ DE TIERRA

Helodrilus foetidus "ROJA HIBRIDA".

Para la presente investigación se utilizó la lombríz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida". Está clasificada en el phylum annellida, clase oligoquetos, existiendo 152 géneros y 1800 especies (Chee, 1997).

Las lombrices de tierra más comunes en E.U., Oeste de Asia y Europa Central, están incluidas en la familia lumbricidae, la cual tiene alrededor de 220 especies (Chee, 1977).

La lombriz de tierra es hermafrodita, o sea, que cada lombríz tiene órganos masculinos y femeninos. La copulación ocurre por el clítoris, ubicada esta glándula como a un tercio de distancia de la cabeza de la lombríz (Abe et al, 1977).

El huevo producido por la lombríz, tiene un diámetro de 1/8 de pulgada y tiene forma de limón. En condiciones favorables la copulación y producción de huevo tiene lugar cada 3-5 días. Cada huevo produce de dos a diez lombrices, después del período de incubación que es aproximadamente de 3-5 semanas. Las lombrices pequeñas crecen rápido y después de un mes de nacidas pueden empezar a reproducirse. Aún así pueden requerir de 6 meses para que las lombrices tomen su tamaño normal. La lombriz de tierra tiene una larga vida y puede llegar a vivir hasta 10 años (Abe et al, 1977).

Para lograr un buen establecimiento de la lombríz, se deben tener las condiciones del medio adecuadas para su desarrollo normal; la temperatura óptima es de 18 a 20°C, temperaturas de 0°C, así como superiores a 26°C son letales para la lombríz (Morgán, 1975; De Calesta, 1978; citados por García, 1978).

Para la producción de estos animales, González (1978), reporta que no se requieren alimentos especiales ni equipos costosos. Necesitan de un mínimo de espacio vital y la cama donde se van a criar se puede preparar con desperdicios que contengan materia orgánica.

El pH es un factor que debe ser controlado en las camas de las lombrices, procurando un rango de 6.8 a 7.0. (Chee, 1977). El pH óptimo es de 7.0, menos de 5.5 y arriba de 8.0 provoca detrimento en el crecimiento y en la actividad reproductiva (De Calesta, 1978; citado por García, 1978).

La humedad de la cama es un factor que se debe tomar en consideración, ya que un exceso o falta de humedad afectara en la producción y reproducción de la lombriz. Para tener una idea de la humedad adecuada, se sugiere el siguiente método: se toma un poco de material de la cama con la mano, se aprieta y si la humedad es suficiente deberá dejar escurrir una o dos gotas de agua, al dejarlo caer no debe quedarse pegado en la mano y debe partirse (González, 1978).

González (1978), señala que los estercoles de las especies domésticas y otros materiales que contengan materia orgánica constituyen el alimento de las lombrices. Se debe vigi-

lar que el alimento tenga la cantidad adecuada de proteína ya que un alto porcentaje las daña, causando ulceraciones a lo largo de la lombriz y las hace salirse de la cama.

De Calesta (1978; citado por García, 1978), señala que las lombrices pueden consumir del 10 al 30% de su pesos vivo por día, por otro lado González (1978), menciona que la lombriz consume una cantidad de alimento equivalente a su peso vivo durante 24 horas. Cuando la cama esta lista se debe cubrir toda la superficie con 8 cm de heces o materia orgánica en descomposición, y hay que humedecerla (González, 1978).

Chee (1977), describe una cosechadora muy simple, hecha a base de mallas de diferentes calibres en forma cilíndrica que es accionada por un motor eléctrico. Los diferentes calibres de las mallas, al girar separan los materiales de la cama, huevecillos y lombrices pequeñas de las lombrices adultas, obteniendolas con un grado de limpieza aceptable.

García (1978), señala que una vez recolectada y limpiada la lombriz, se debe de lavar con una solución salina (agua con cloruro de sodio al 0.05%) durante 24 horas, en la cual el agua se mantuvo en movimiento y con oxigenación, para lo cual se utilizó bombas de aire, similares a las que se utilizan en las peceras de ornato. El objetivo de darle tratamiento a las lombrices, es el de evitar la transmisión de enfermedades a los animales. Los tipos de enfermedades no son precisadas por el autor.

Se ha estimado que dos mil lombrices adultas pueden produ

cir un millón de lombrices por año y cerca de mil millones en dos años; esto indica que, dependiendo de las condiciones del medio, la población se duplica cada 60 a 90 días. Técnicamente se pueden empezar a cosechar mensualmente después de los -- primeros 60 días de haberse iniciado la crianza ó cultivo de la lombriz a razón de 2.2 a 4.4 kg de lombríz fresca por m² de cama en buena producción (González, 1978).

Hartenstein (1981), en estudios con lombríz de tierra --- Eisenia foetida, dando heces de caballo como alimento, encon-- tró que la producción máxima de lombrices fué de 2 grs/24 cm² - en peso vivo en un período de siete semanas, esto es 6685 kg - de proteína por hectárea por año, todo esto basado sobre un pe-- so seco del 18% y una concentración de proteína del 60%.

2.2. LA LOMBRIZ DE TIERRA EN LA ALIMENTACION ANIMAL.

En los últimos años se han realizado estudios tendientes-- a evaluar el potencial que tiene la lombríz de tierra, para el uso en la nutrición animal y humana. Sin embargo, la informa-- ción al respecto es muy escasa y aislada.

En Filipinas, la cría de lombrices constituye la última - moda, donde estos animales se están convirtiendo en moneda co-- rriente. Las lombrices disecadas y en polvo se utilizan con - creciente frecuencia en la elaboración de alimentos de todos - los días, tales como pan, galletas, fideos y sustitutos de la-- carne (Jayaraman, 1983).

En Bolivia, Nuyttens (citado por Emiliani, 1969), dedicó-

con éxito la producción de lombrices a la alimentación de las aves. En ese país los indígenas destinan un tipo de lombriz - tropical, comestible, como remedio para el reumatismo.

De acuerdo con un informe de la Universidad de Taiwan, 20 millones de lombrices podrían encargarse de 80 toneladas métricas de barro por día, o sea, unos 5 grs de barro por lombríz - por día. Todo lo que come la lombríz se transforma en fertilizante orgánico. Sus excreciones son ricas en nitratos, fosfatos y potasio; en otras palabras, constituyen una riquísima -- fuente de abono orgánico (Jayaraman, 1983).

En una investigación realizada por Schulz y Graff (1977), encontraron que la harina de lombríz de tierra contiene los -- aminoácidos esenciales suficientes para los requerimientos de las especies pecuarias más comunes, exceptuando por la metionina y la cistina (3.2 grs/100 grs de proteína). El contenido - de lisina fue de 7.5 grs/100 grs de proteína por lo cual se -- considera un suplemento de los cereales.

El análisis proximal de la lombríz de tierra (Helodrilus foetidus "roja híbrida") así como su concentración vitamínica (ppm), concentración mineral y concentración de aminoácidos e- índice de aminoácidos esenciales (IAAE) se observa en los Cuadros 1, 2, 3, y 4.

García (1978), realizó un trabajo con gallinas ponedoras de sesenta semanas de edad, en el cual probó raciones en las - que incluyó 0, 20, 30 y 40% de lombríz de tierra fresca, con - 10% de proteína, en sustitución de un concentrado comercial --

CUADRO 1. Análisis proximal de la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida" (Base Seca).

Componente	%
Proteína cruda	64.86
Fibra cruda	0.75
Extracto etéreo	8.65
Cenizas	4.58
E.L.N.	21.16

Abe et al. (1977)

CUADRO 2. Concentración vitamínica (ppm) en la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida", liofilizada-(congelada-deshidratada).

Componente	PPM
Niacina	656.0
Riboflavina	157.0
Ac. pantoténico	18.5
Tiamina HCl	13.7
Piridoxina HCl	6.9
Vitamina B ₁₂	3.7
Ac. fólico	1.6
Biotina	1.1
Vitamina A	0.0

Abe et al. (1977)

CUADRO 3. Concentración mineral en la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida" liofilizada.

Mineral	%	PPM
Aluminio		184.2
Calcio	0.28	
Cobre		14.3
Hierro		414.3
Magnesio	0.14	
Manganeso		32.5
Fósforo	0.66	
Potasio	0.73	
Sodio	0.72	
Zinc		136.5

Abe et al. (1977)

CUADRO 4. Concentración de aminoácidos (% de M.S.) e índice de aminoácidos esenciales (IAAE) en la lombriz de tierra *Helodrilus foetidus* "roja híbrida", pasta de soya (sin cascarilla) y harina de pescado Herring.

Aminoácidos	Lombriz de tierra (1)	Pasta de soya (2)	Harina de pescado Herring (2)
Alanina	3.59		
Arginina	3.55	3.68	4.84
Ac. aspártico	4.75		
Cistina	0.55	0.73	
Ac. glutámico	0.88		
Glicina	3.37		
Histidina	1.74	1.32	1.70
Isoleucina	2.94	2.57	3.22
Leucina	5.08	3.82	5.34
Lisina	4.16	3.18	5.70
Metionina	1.17	0.72	2.10
Fenilalanina	2.14	2.11	2.79
Prolina	3.32		
Serina	2.89		
Treonina	3.04	1.91	3.00
Triptofano		0.67	0.81
Tirosina	2.19		
Valina	3.47	2.72	4.38
IAAE (%)	57.00	39.70	60.10

(1) Abe et al. (1977).

(2) N.R.C. (1979).

con 17.5% de proteína. El trabajo tuvo una duración de 20 días, y las variables a medir fueron: postura (%), producción de huevo por ave por día, peso promedio del huevo (gr) y costo de producción por kilogramo de huevo. El costo de producción por kilogramo de huevo fue la única variable en la que hubo diferencia estadística significativa ($P < .05$). Las raciones que incluían 20, 30 y 40% de lombriz tuvieron costos de producción más bajos que la ración sin lombriz de tierra.

Mekada et al. (1979), realizó un trabajo con pollos machos (Plymouth Rock) de una semana de edad, a los cuales les dió una dieta control en la que incluía soya y harina de pescado, a otro grupo le dió soya y harina de lombriz, y a otro le dió harina de pescado y harina de lombriz. La ganancia de peso y la eficiencia de la conversión de alimento fueron ligeramente mayores con dietas de lombriz de tierra, como alimento; pero la diferencia entre grupos no fue significativa. En otro trabajo realizado, este con gallinas ponedoras White Leghorn, las lombrices de tierra sustituyeron a la soya y a la harina de pescado como alimento. Aquí no hubo diferencia significativa en la ganancia de peso y calidad de huevos.

Taboga (1980), realizó un trabajo de investigación, en el que evaluó el valor nutritivo de las lombrices de tierra Lumbricus rubellus y Eisenia foetida como complemento alimenticio para pollos de engorda. En esta investigación usó pollitos de un día de nacidos, los cuales tenían acceso a la luz solar directa. El experimento tuvo una duración de ocho semanas. Di-

vidió a los pollitos en dos grupos: el grupo control se alimentó ad libitum, con una dieta propia para el crecimiento de pollos, con una concentración de proteína no menor del 15%; el segundo grupo tenía acceso a lombrices y maíz quebrado. Los resultados obtenidos fueron que no hubo diferencia significativa entre el peso de las aves del grupo control y el del tratamiento con lombrices y maíz quebrado.

3.- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones-avícolas del Departamento de Zootecnia y en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., localizada en el Municipio de Marín, Nuevo León.

El trabajo experimental consistió de las siguientes etapas:

- 3.1. Crianza o cultivo de la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida", para su posterior cosecha y preparación de harina.
 - 3.2. Digestibilidad in vitro de la harina de lombriz incluida en mezclas en diferentes niveles, así como la digestibilidad in vitro de la harina de lombriz sola.
 - 3.3. Evaluación de la calidad proteínica de la harina de lombriz.
- 3.1. Crianza o cultivo de la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida", para su posterior cosecha y preparación de harina.

Las lombrices fueron sembradas (criadas) en dos criaderos hechos de block; cada criadero tiene forma rectangular, con una altura de 41 cm, una longitud de 3 metros por un metro de ancho. El criadero esta formado en su interior por tres capas: una capa de 7.5 cm de grava en su parte inferior, otra capa de 7.5 cm de arena delgada en su parte media y otra capa de 10 a

15 cm de materia orgánica, la cual sirve de cama para las lombrices. Esta cama estaba formada por tierra negra mezclada -- con gallinaza vieja. Para la fabricación de cada criadero fueron utilizados 36 blocks, 150 kg de arena, 150 kg de grava.

Las lombrices fueron alimentadas con las heces recogidas de las codornices, que hay en la Facultad. Se daba un kilogramo de heces por metro cuadrado. Esta alimentación se daba una vez a la semana, procurando dejar la cama cubierta por una capa delgada con heces.

Los criaderos de las lombrices se regaban cada tercer día, con el fin de que siempre hubiera humedad en los criaderos. Cada cuarenta días se volteaba la cama con mucho cuidado para evitar que estas se volvieran duras y que evitaran el desplazamiento de las lombrices.

A los tres meses de haber establecido el cultivo se recolectaron las primeras lombrices. La recolección fue hecha a mano, procurando recolectar las lombrices de mayor tamaño.

Una vez recolectadas las lombrices fueron lavadas y posteriormente deshidratadas y molturadas; la deshidratación fue -- llevada a cabo en una estufa a 60°C y la molturación fue hecha en un molino Willey con una malla del N° 20.

A la harina resultante se le realizó un análisis proximal por los métodos convencionales (Harris, 1970), para conocer, el valor nutritivo de esta harina.

Con la información resultante de los conceptos anteriores podemos tener una idea acerca de la posible utilización de la harina de lombriz en la alimentación de los animales domésticos como fuente de proteína.

3.2. Digestibilidad in vitro de la harina de lombriz incluida en mezclas en diferentes niveles, así como la digestibilidad in vitro de la harina de lombriz sola.

Para determinar la digestibilidad in vitro se utilizó el método de Tilley y Terry (1963; citado por Harris, 1970) el cual involucra primeramente un período de incubación de 48 horas con microorganismos del rumen (líquido ruminal) en un medio buffer; y una segunda etapa de 48 horas, la digestión, con una mezcla de ácido clorhídrico más pepsina. Las cantidades de materia seca y materia orgánica que desaparecen después de ambas etapas se consideran como digeridas.

La harina de lombriz fue incluida en mezclas isoprotéicas e isocalóricas de acuerdo a los estándares convencionales para rumiantes teniendo un 12% de proteína y 2.5 Mcal/kg de EM y -- sustituyendo a la proteína total en niveles de 0, 10, 20, 30, 40 y 50% por proteína de harina de lombriz.

Los ingredientes y las mezclas que se utilizaron se describen en los Cuadros 5 y 6.

Los niveles de harina de lombriz incluidos en las mezclas son los siguientes:

M ₀	0%	de H. de lombriz
M ₁	10%	(1.875 kg) de H. de lombriz
M ₂	20%	(3.75 kg) de H. de lombriz
M ₃	30%	(5.625 kg) de H. de lombriz
M ₄	40%	(7.5 kg) de H. de lombriz
M ₅	50%	(9.375 kg) de H. de lombriz

CUADRO 5. Los ingredientes y su composición de proteína y energía metabolizable (EM) utilizados en el presente trabajo (Base Seca).

Ingredientes	% Proteína	EM (Mcal/kg)
Alfalfa	19.2	2.24
Sorgo (grano)	7.9	2.92
Soya	51.5	2.92
Rastrojo de maíz	3.0	2.35
Melaza	4.3	3.29
Harina de lombriz	64.86 ^a	3.21 ^b
Sal	0	0
Mezcla mineral	0	0

^aAbe et al. 1977.

^bDato obtenido mediante la fórmula: $EM(MJ\text{ul}/kg) = .012PB + .031GB + .005FB + .014ELN$. (Gough, 1978.)

Nota: Los valores sin literal (a,b) fueron obtenidos de Crampton y Harris, 1974.

CUADRO 6. Mezclas con 12% proteína y 2.5 EM (Mcal/kg).

Ingredientes	M E Z C L A S					
	Mo	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
H. de lombriz	0	1.875	3.750	5.625	7.500	9.375
Melaza	1.1460	1.7784	4.0865	7.0393	9.9920	12.9447
Alfalfa	23.7444	10.1209	11.1209	9.3728	7.6246	5.8765
Sorgo (grano)	25.000	22.500	25.000	25.000	25.000	25.000
Soya	8.1309	10.3717	7.4903	5.6059	3.7215	1.8371
Rast. de maíz	40.9787	51.8863	47.5523	46.3571	45.1619	43.9667
Mezcla mineral	.5	.5	.5	.5	.5	.5
Sal	.5	.5	.5	.5	.5	.5
Volúmen (kgs)	100	100	100	100	100	100
Proteína (%)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
EM (Mcal/kg)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Los datos obtenidos de digestibilidad in vitro se analizaron estadísticamente por medio de un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones; las medias se compararon por medio de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Steel y Torrie, 1960).

Para determinar la digestibilidad in vitro de la harina de lombríz sola se utilizó el mismo método de Tilley y Terry.

El material utilizado en la prueba de digestibilidad in vitro fue el siguiente:

- a) Tubos de centrifuga de 100 ml de vidrio.
- b) Tapones de hule para los tubos de incubación.
- c) Agujas hipodérmicas.
- d) Bomba de vacío, termómetro.
- e) Soportes para los tubos de ensayo.
- f) Baño maría, con capacidad para tubos de centrífuga con sus respectivos tapones.
- g) Medidor de pH.
- h) Equipo permanente adicional: Balanza analítica, estufa para secado, horno incinerador, tanque con CO₂.
- i) Materiales de uso constante: Pinzas, crisoles de porcelana, papel filtro.
- j) Líquido ruminal, obtenido de un bovino fistulado ruminalmente.
- k) Saliva artificial.

3.3. Evaluación de la calidad proteínica de la harina de lombriz.

Para la evaluación de la calidad proteínica de la harina de la lombriz se utilizarón los siguientes materiales:

- a) 12 codornices macho de tres semanas de edad.
- b) 12 jaulas individuales equipadas con comedero y bebedero.
- c) Bolsas de plástico.
- d) Balanza granateria.
- e) Caseína, como proteína estandar.
- f) Harina de lombriz.
- g) Azúcar, maíz y vermiculita como vehículo.

Este estudio se realizó con el objeto de estimar la calidad de la proteína de la harina de lombriz comparada con una proteína de buena calidad como es la caseína.

Para la realización de este experimento se utilizó el método utilizado por Rojas et al. (1982), con algunas modificaciones. Estas modificaciones son: se ofreció el alimento en una forma restringida, así como el número de animales utilizados y la forma en que se analizarón estadísticamente los datos.

El experimento consistió en dar de comer, a cada grupo de codornices (seis codornices por grupo), una mezcla semipurificada, donde la caseína y la harina de lombriz aparecen como fuente de proteína combinandolas con azúcar y maíz como fuente de energía.

A cada codorniz de cada grupo se le dió 13 grs de mezcla por día, con el fin de que consumieran todo el alimento. Ade-

más, se les dió agua a libre acceso. Cada mezcla contenía --- 2.6 grs de proteína por día y .038 Mcal por día de EM (energía metabolizable), todo esto en 13 grs de mezcla por día.

Los ingredientes y las mezclas utilizados en el experimento se muestran en los Cuadros 7 y 8 respectivamente.

CUADRO 7. Ingredientes y su composición de proteína y energía-metabolizable (EM) utilizados en el experimento (Base Seca).

Ingredientes	%Proteína	Energía Mcal/kg
Harina de Tombriz	64.8 ^a	3.21 ^b
Caseína	88.0 ^c	
Azúcar		3.72
Maíz	10.0	3.417
Vehículo (vermiculita)		

^a Abe et al, 1977

^b Dato obtenido mediante la fórmula:
 $EM(Mjul/kg) = .012 PB + .031 GB + .005 FB + .014 ELN$
 (Gough, 1978)

^c Dato obtenido según la etiqueta comercial.

Nota: Los valores sin literal, fueron obtenidos de Cuca y Avila, 1982.

CUADRO 8. Mezclas con 2.6 grs de proteína por día en 13 grs de alimento y .038 megacalorías de EM por día en 13 grs de alimento.

Ingredientes	M ₁	M ₂
Harina de lombriz	3.28	---
Caseína	----	2.4
Azúcar	3.7	5.21
Maíz	4.95	5.45
Vehículo (vermiculita)	1.7	----
Volúmen (grs)	13.0	13.0
Proteína/13 grs	2.62	2.65
EM (Mcal/13 grs)	.038	.038

Las codornices fueron pesadas al principio de la prueba y después cada cuatro días, hasta completar doce días de prueba, esto es, tres pesadas posteriores a la primera pesada.

Con los datos de peso vivo, de las diferentes pesadas, se hizo una prueba de Regresión Lineal Simple para saber si había una relación funcional entre el tiempo y el peso vivo en las codornices. Además, a los datos de incremento de peso de cada cuatro días se les hizo una prueba de "T" de Student por el método de "Inferencia acerca de dos medias correspondientes a -- dos muestras aleatorias" (Aguirre, 1983).

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Crianza o cultivo de la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida", para su posterior cosecha y preparación de harina.

Dentro de la crianza o cultivo de la lombriz, podemos decir que la crianza no obtuvo los resultados que se esperaban, ya que tanto la reproducción como el crecimiento ocurrió en forma lenta, ya que la lombriz no logro adaptarse primero a las bajas temperaturas (menores de 0°C) y después a temperaturas altas existentes en la región (mayores de 30°C). Esto fué debido a que las camas se encontraban al interperie (sin sombras) y no fué posible controlar la temperatura.

Como se menciona en la sección anterior, la harina de lombriz se obtuvo al deshidratar y molturar las lombrices. El análisis proximal de la harina de lombriz obtenida se observa en el Cuadro 9.

En los resultados del análisis es interesante observar el alto contenido de proteína que tiene la harina de lombriz, que es casi el mismo contenido de proteína de otras harinas de origen animal. Además el contenido de energía metabolizable (EM) que es de 3.21 Mcal/kg (deducción hecha de la fórmula propuesta por Gough, 1978) es superior a las otras harinas de origen animal. Aunque la fórmula es más que todo valida para rumiantes, se esperaría un valor más alto en la EM ya que los rumiantes pierden energía en gases y calor. Lo anterior expuesto lo

podemos observar en el Cuadro 10.

CUADRO 9. Análisis proximal de la harina de lombriz (Base Se--ca).

Concepto	%
Proteína (N x 6.25)	62.0
Materias grasas	11.2
Carbohidratos	16.7
Fibra	1.6
Cenizas	9.3
EM (Mcal/kg)	3.21

CUADRO 10. Contenido de proteína de algunas harinas de origen-animal. (Base seca).

Harinas	%Proteína	EM (Mcal/kg)
H. de pescado(menhaden)	66.0	2.676 ^a
H. de sangre	87.8	2.35 ^a
H. de carne (tankage)	65.0	2.856 ^b
Tankage de carne y hueso	52.8	2.784 ^b

^aEM para ovinos

^bEM para bovinos

Crampton y Harris, 1974.

4.2. Digestibilidad in vitro de la harina de lombriz incluida en mezclas en diferentes niveles, así como la digestibilidad in vitro de la harina de lombriz sola.

Los resultados del análisis estadístico mostraron que hay una diferencia significativa ($P < .05$) entre las mezclas utilizadas. Al hacer la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, las mezclas que incluían harina de lombriz (Cuadro 11) resultaron superiores en cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca (D.M.S.) a la mezcla que no la incluía. Ahora bien, la mezcla que incluía la harina de lombriz al nivel del 30% obtuvo el nivel más alto de digestión (82.46%), aunque estadísticamente era igual a las otras mezclas que incluían la harina de lombriz. Por otra parte, los resultados obtenidos en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (D.M.O.) nos muestran que las mezclas que incluían harina de lombriz eran iguales estadísticamente. Las mezclas al nivel del 30 y 40% fueron superiores a la mezcla que no incluía la harina de lombriz. Las mezclas con el nivel de 0, 10, 20 y 50% eran iguales estadísticamente. La mezcla al nivel del 30% obtuvo el más alto nivel de digestión (84.12%) aunque estadísticamente era igual a las otras mezclas donde se incluía la harina de lombriz. Cabe resaltar que tanto en la digestibilidad in vitro de la materia seca como de la materia orgánica el nivel del 30% de sustitución de proteína por harina de lombriz obtuvo el nivel más alto de digestión. Estos resultados se ilustran en la Figura I donde podemos observar los resultados obte

nidos.

Por otra parte, la harina de lombriz mostró una digestibilidad in vitro considerablemente alta tanto para la materia seca como para la materia orgánica, siendo los valores del 80 y-85% respectivamente.

CUADRO 11. Digestibilidad in vitro de materia seca (D.M.S.) y materia orgánica (D.M.O.) de las mezclas con niveles diferentes de harina de lombriz.

%Proteína sustituida por harina de lombriz de la proteína total.	Digestibilidad <u>in vitro</u>	
	M.S.	M.O.
0	75.21 ^b	76.98 ^b
10	79.22 ^a	80.28 ^{ab}
20	79.51 ^a	81.15 ^{ab}
30	82.46 ^a	84.12 ^a
40	80.69 ^a	82.63 ^a
50	80.76 ^a	82.05 ^{ab}

a,b= medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$)

C.V.= 1.7% para D.M.S.

C.V. = 2.27% para D.M.O.

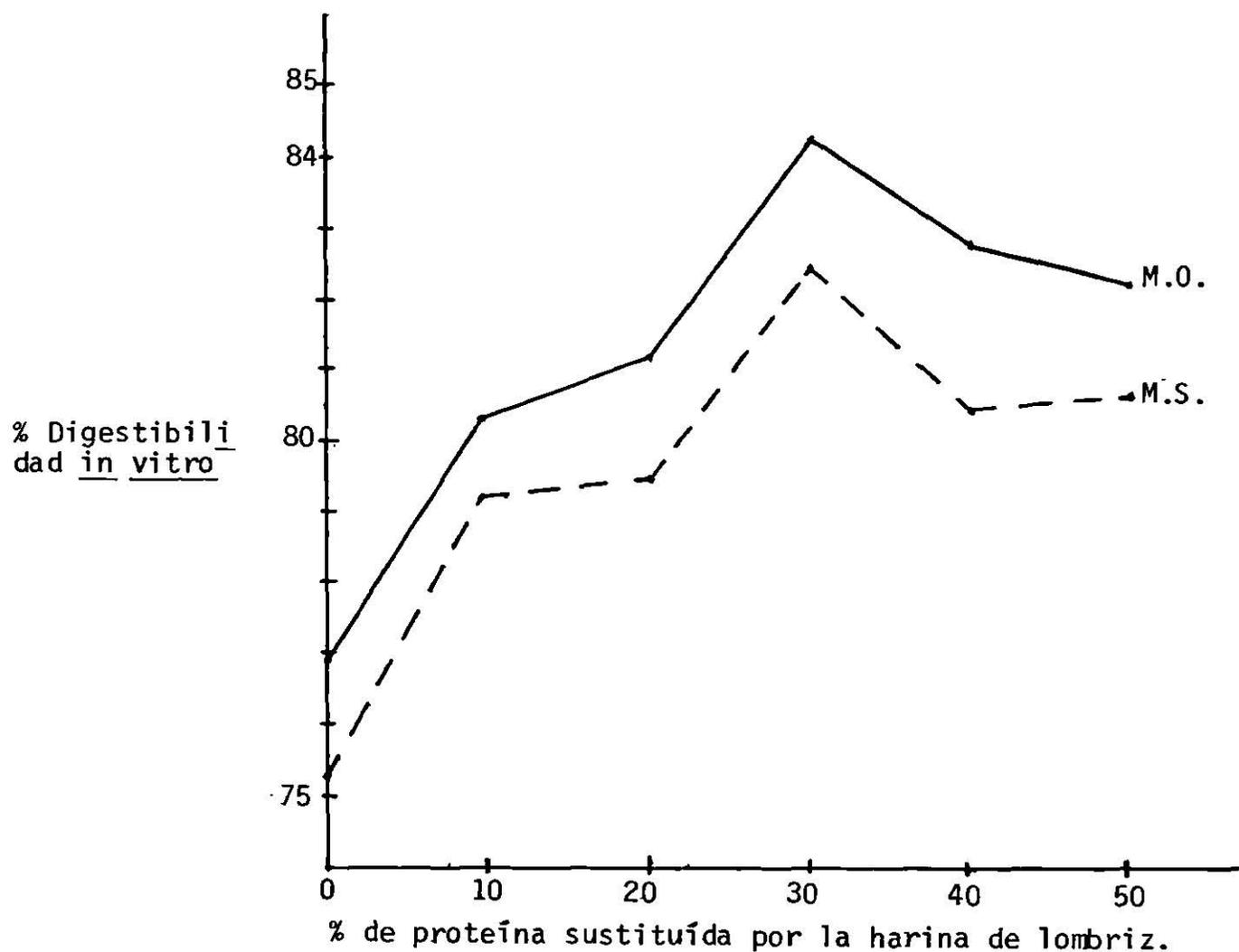


FIGURA 1. Digestibilidad in vitro de materia seca (M.S.) y materia orgánica (M.O.) de mezclas con diferentes niveles de harina de lombriz.

4.3. Evaluación proteínica de la harina de lombriz.

Los resultados obtenidos en 12 días de experimentación se muestran en el Cuadro 12.

CUADRO 12. Variables medidas a codornices alimentadas con harina de lombriz y caseína (proteína estandar).

Tratamiento	Consumo de alimento promedio/ave. (grs)	Incremento de peso promedio /ave. (grs)	Conversión alimenticia/ave (grs)
H. de lombriz	156	17.93	8.70
Caseína	156	25.93	6.01

Como se puede observar, el incremento de peso promedio -- por ave, la caseína fué superior en 8 grs. a la harina de lombriz. En la conversión alimenticia por ave hubo una diferencia de 2.69 grs en favor de la caseína sobre la harina de lombriz. Ahora bién, el consumo de alimento estaba restringido -- tal vez dando el alimento a libre acceso sea diferente el comportamiento de las aves.

Los datos de peso vivo de las aves, de las diferentes pesadas se analizaron por separado por medio de una Regresión Lineal Simple.

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos en la regresión. Las ecuaciones de regresión para las mezclas así-- como los valores de coeficiente de correlación (r^2) se muestran en el Cuadro 13; donde podemos apreciar que el incremento

de peso diario (B_1) para la caseína (2.2472) resultó ser superior al de la harina de lombriz (1.624). Este resultado se debió probablemente a que la caseína tiene un valor biológico de casi un 100% (Crampton y Harris, 1974) y es absorbida en su totalidad.

CUADRO 13. Ecuaciones y coeficiente de correlación (r^2) para H. de lombriz y caseína (proteína estandar).

Ingrediente	Ecuación	r^2
H. de lombriz	$\hat{Y} = 78.23 + 1.624 (N^\circ \text{ días})$.9236
Caseína	$\hat{Y} = 80.38 + 2.2472(N^\circ \text{ días})$.7856

Así mismo, los incrementos de peso diario por ave para cada período de cuatro días, tanto de la mezcla de harina de lombriz como la de caseína se compararon por medio de una prueba de "T" de Student por el método de "Inferencia acerca de dos medias correspondientes a dos muestras aleatorias". Los resultados nos muestran que estadísticamente eran diferentes ($P \leq .05$) - los incrementos de peso, resultando favorables a la caseína -- (Cuadro 14). No obstante, a pesar de ser dietas incompletas - que se ofrecieron en forma restringida, los incrementos de peso diario por ave que se obtuvieron con la harina de lombriz - son comparables a los encontrados por García (1984), en codornices de tres a cuatro semanas de edad que son 1 a 2 gramos -- por día. Ahora bien, este resultado puede dar una idea de la calidad proteínica de la harina de lombriz.

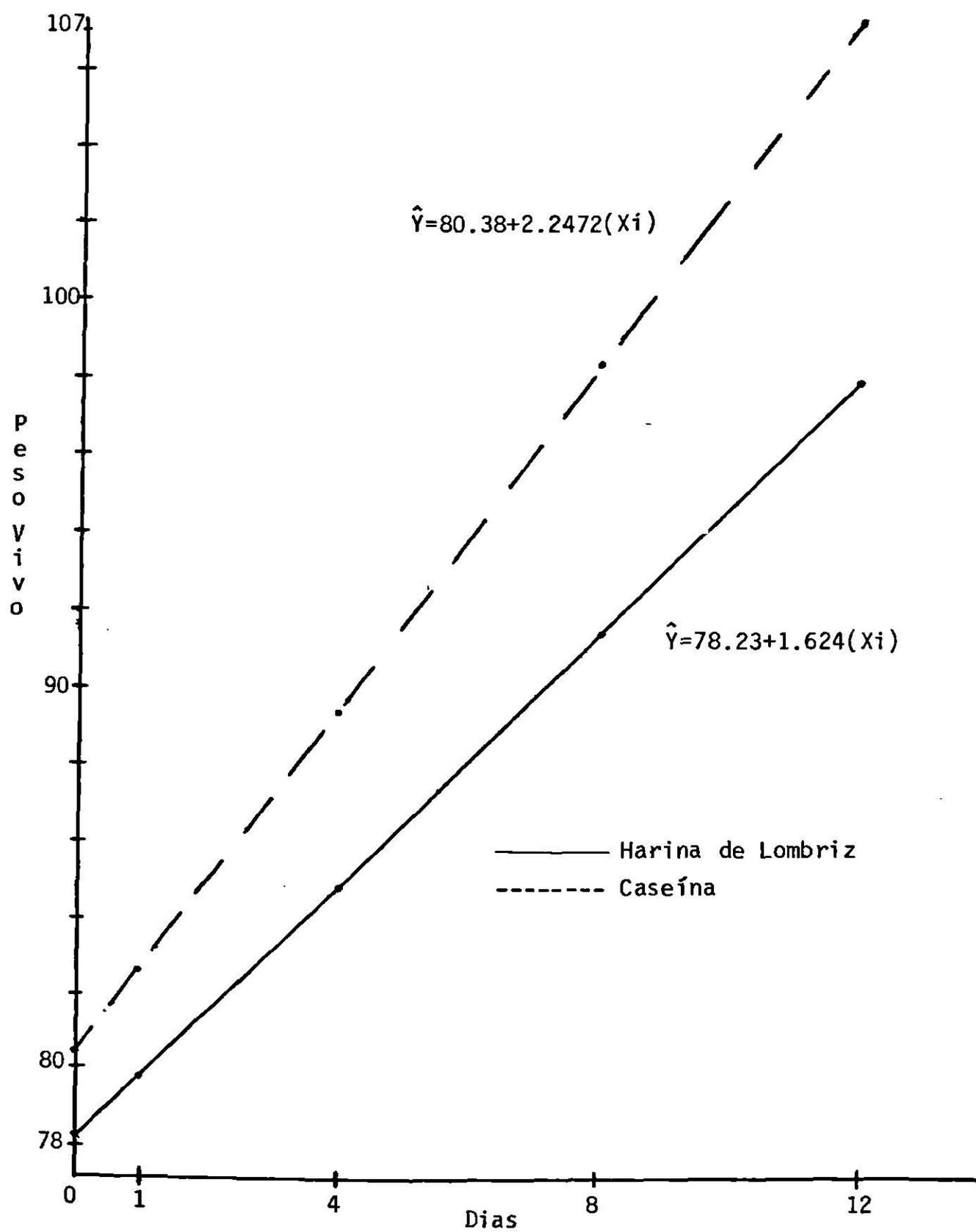


FIGURA 2. Comportamiento de codornices alimentadas con harina de lombriz y caseína.

CUADRO 14. Peso inicial e incrementos de peso diario por ave para cada periodo de 4 días, al proporcionar H. de lombriz y caseína a codornices de tres semanas de edad.

Trat's.	#Ave	P. inicial	Incremento de peso -- diario por ave a los- 4 días	8 días	12 días
H. lombriz	1	82.2	1.05	1.412	1.35
	2	81.2	1.01	1.15	1.291
	3	75.7	1.225	1.4	1.3
	4	81.2	1.375	1.487	1.825
	5	81.1	1.2	1.375	1.725
	6	78.1	1.275	1.412	1.475
		$\bar{x}=79.96^a$	$\bar{x}=1.1875^b$	$\bar{x}=1.3727^b$	$\bar{x}=1.4943^b$
Caseína	1	82.6	2.025	3.087	2.933
	2	81.6	2.75	2.525	2.191
	3	84.1	2.025	1.812	1.8
	4	88.6	3.0	2.475	1.908
	5	71.3	1.7	1.387	1.791
	6	79.8	1.8	1.937	1.991
		$\bar{x}=81.3^a$	$\bar{x}=2.3833^a$	$\bar{x}=2.2038^a$	$\bar{x}=2.1023^a$

a,b= Medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$)

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir que:

- a) Las condiciones extremas de temperatura sobre las camas son determinantes para tener una baja reproducción y producción de lombriz de tierra.
- b) La harina de lombriz posee un alto contenido de proteína, comparable al contenido de otras harinas de origen animal. Además, el contenido de energía metabolizable (EM) es superior a otras harinas, de origen animal.
- c) La inclusión de harina de lombriz en mezclas para rumiantes obtuvo resultados satisfactorios en la digestibilidad in vitro. Por otra parte, la harina de lombriz mostró una alta digestibilidad in vitro.
- d) Los incrementos de peso obtenidos con la harina de lombriz como fuente única de proteína son comparables a los encontrados en otros trabajos, a pesar de que era una mezcla in completa la que se ofreció a las aves.

Dentro de las recomendaciones podemos citar las siguientes:

- 1) Realizar trabajos con diferentes variedades de lombriz de tierra para evaluar cual es la que más se adapta a nuestras condiciones.
- 2) Realizar trabajos referentes a la producción y reproducción de la lombriz de tierra en forma intensiva, para observar -

parámetros de reproducción y producción.

- 3) Observar y evaluar económicamente el proceso de producir y convertir la lombriz de tierra en harina.
- 4) Realizar pruebas in vitro de la harina de lombriz combinándola con otros ingredientes, para observar parámetros de -- producción.
- 5) Evaluar la calidad de la proteína de la harina de lombriz por distintos métodos de evaluación.

En términos generales, se recomienda seguir investigando con la lombriz de tierra así como con la harina, ya que no se cuenta con los suficientes trabajos de investigación sobre este tema como para poder dar recomendaciones precisas.

6.- RESUMEN

En la actualidad en cualquier tipo de explotación pecuaria, la mayor partida de los costos de producción (40-60%) corresponden al renglón de alimentación. Con frecuencia se utilizan ingredientes de alto contenido de proteína en la alimentación de los animales domésticos que podrían ser utilizados directamente en la alimentación humana, tal es el caso de la soya o el de la anchoveta, que bien pueden ser utilizados para la alimentación del hombre. Un recurso que pudiera ser aprovechado en la alimentación animal como ingrediente proteínico es la lombriz de tierra Helodrilus foetidus "roja híbrida".

En el presente trabajo se evaluaron algunas características acerca del valor nutritivo de la harina de lombriz de tierra Helodrilus foetidus efectuando pruebas como: crianza o cultivo de la lombriz de tierra para su posterior cosecha y preparación de harina y análisis proximal; digestibilidad in vitro de la harina de lombriz sola e incluida en mezclas para rumiantes; evaluación proteínica de la harina de lombriz.

La crianza o cultivo no obtuvo los resultados que se esperaban en cuanto a reproducción y crecimiento de la lombriz debido a las temperaturas imperantes en la región. En el análisis proximal se obtuvo que la harina de lombriz es superior o igual a otras harinas de origen animal (62.0% de proteína y -- 3.21 Mcal/kg de EM).

Para la prueba de digestibilidad in vitro se formularon --

mezclas isoproteínicas e isocalóricas de acuerdo a los Estandares convencionales para rumiantes teniendo un 12% de proteína y 2.5 Mcal/kg de EM sustituyendo a la proteína total en niveles de 0, 10, 20, 30, 40 y 50% por proteína de harina de lombriz. Los resultados de digestibilidad in vitro de la materia seca como de la materia orgánica nos indican que las mezclas que incluían harina de lombriz eran estadísticamente iguales. Además en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica -- los niveles de 0, 10, 20 y 50% eran estadísticamente iguales. Por otra parte, la digestibilidad in vitro de la harina de lombriz tanto para materia seca como para materia orgánica fue de 80 y 85% respectivamente.

En la evaluación proteínica de la harina de lombriz se -- formularon dos mezclas: una con caseína y otra con harina de lombriz como fuentes de proteína combinandolas con azúcar y -- maíz como fuente de energía. Cada mezcla se ofreció a un grupo de codornices en forma restringida (13 grs de mezcla por -- animal por día). Cada 13 grs de mezcla contenía 2.6 grs de -- proteína y .038 Mcal de EM (energía metabolizable). Los incrementos de peso diario para la mezcla con caseína fueron superiores (2.2472 grs) a los de la harina de lombriz (1.624 grs), no obstante el incremento obtenido con la harina de lombriz es comparable a los encontrados en otro experimento.

7.- BIBLIOGRAFIA

- Abe, R.K., L. Williams y O. Simpson. 1977. Producing Earthworms. Fort Valley State College. Fort Valley, Georgia, U.S.A.
- Aguirre, S.S.R. 1983. Comparación de dos tratamientos. Apuntes de Biometría. Fac. de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp. 3-17.
- Chee, B.G. 1977. The Techniques of Earthworms Farming. B.T. Publishing. Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- Crampton, E.W. y L.E. Harris. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 2a. Edición.
- Cuca, G.M., E. Avila y A. Pró M. 1982. La alimentación de las aves. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.
- Emiliani, F. 1969. Nota sobre la cría artificial de las lombrices de tierra (Oligoquetos) en Argentina. I.D.I.A. Diciembre de 1969.
- García, C.L.A. 1984. Efecto del reciclamiento de heces y uso de antibióticos en el desarrollo de codornices (Coturnix-coturnix japonica). Tesis profesional, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- García, G.F. 1978. Utilización de lombriz de tierra (Helodrilus foetidus) como sustituto parcial de proteína en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis profesional. E.N.A. Chapingo, México.

- González, C.J.R. 1978. Instrucciones de manejo y cría de lombriz de tierra variedad "roja híbrida" Mimeografo. Granja El Refugio, Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Gough, H.C. 1978. Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 18.
- Guerra, P.L. 1982. Estudio preliminar sobre la utilización de lombriz de tierra (Helodrilus foetidus "roja híbrida") en la alimentación del bagre de canal (Ictalurus punctatus Raf.).
- Hartenstein, R. 1981. Production of earthworms as a potentially economical source of protein, School of Biology, Chemistry and Ecology. State Univ. College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y. 13210 U.S.A. Biotechnology and Bioengineering. 1981. V. 23(7-9) pp. 1797—1811.
- Harris, L.E. 1970. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. University of Florida. Gainesville, Florida, U.S.A. pp. (5001-1)- (5001-10).
- Jayaraman, K.S. 1983. La industria de las lombrices en Filipinas. Perspectivas de la UNESCO. N° 784.
- Mekada, H., N. Hayashi, H. Yokota, J.O. Okumura. 1979. Performance of growing and laying chickens feed diets containing earthworms (Eisenia foetida). Gifu prefectual Poultry Breedin Station, Sekishi 501-32, Japan, Japanese Poultry

- Science. 1979. 16(5): 293-297.
- N.R.C. 1979. Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina pp. 36.
- Rojas, R.E., E. Avila, A. Aguilera 1982. Calidad nutritiva y disponibilidad de la Lisina de una harina de pescado anchoveta extranjera vs. una harina de archoveta nacional. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1982. México, D.F. Octubre 1982.
- Schulz, E. y O. Graff. 1977. Evaluation of earthworm meal from Eisenia foetida (Savigny 1826) as a protein feed. Nutrition Abstract Review. 49*8): 308.
- Stell, R.G.D. y J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures - of statistics, with special reference to the biological science. Mc Graw-Hill, New York.
- Taboga, L. 1980. The nutritional value of earthworms for chickens. British Poultry Science. 21(5): 405-420.

