



29  
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ZARAGOZA"

EVALUACION BIOLOGICA DE UNA MEZCLA DE LOMBRICES DE TIERRA (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus.) Y SU UTILIZACION COMO SUSTITUTO PARCIAL DE PROTEINA EN UNA DIETA TERMINADA PARA LA ALIMENTACION DE CONEJOS.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
MARIA SOCORRO OROZCO ALMANZA





Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

	PAG.
I. RESUMEN .....	1
II. INTRODUCCION .....	3
III. GENERALIDADES .....	8
3.1 LAS PROTEINAS Y SU IMPORTANCIA EN EL CONSUMO ANIMAL Y HUMANO .....	8
3.2 ANTECEDENTES SOBRE ALGUNOS ALIMENTOS NO CON- VENCIONALES EN LA DIETA DEL MEXICANO .....	11
3.3 EL CONSEJO COMO ANIMAL INTERMEDIARIO PARA ENRIQUECER LA DIETA DEL MEXICANO .....	14
3.4 GENERALIDADES SOBRE LAS LOMBRICES DE TIERRA	20
3.5 ANTECEDENTES SOBRE LOS ESTUDIOS DE LOMBRICES DE TIERRA EN MEXICO .....	29
3.6 JUSTIFICACION .....	30
IV. OBJETIVOS .....	31
V. METODOLOGIA .....	32
5.1 MATERIAL FISICO .....	32
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO .....	33
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	33
5.4 APARATOS Y EQUIPO .....	41
5.5 METODOS DE ANALISIS .....	42
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	44
VII. CONCLUSIONES .....	68
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	72
IX. APENDICE .....	78

## I. RESUMEN

Dada la importancia que representa para el país el abastecimiento de nuevas fuentes de proteína para consumo animal y humano, surge la necesidad de explotar una serie de recursos naturales que constituyen el aporte de proteínas no convencionales y así tratar de solucionar el problema actual de la nutrición en México.

Con este fin, el Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, del Instituto Nacional de la Nutrición, está realizando diversos estudios como posibles alternativas.

Este trabajo forma parte de esta labor y consistió en la determinación del valor nutritivo de una mezcla de lombrices de tierra (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus), evaluando su calidad biológica en conejos recién destetados de la raza Nueva Zelanda durante un periodo de 27 días.

El valor nutritivo de la mezcla de lombrices proporcionó en base seca un 50.86% de proteína y un alto contenido de aminoácidos, incluyendo todos los aminoácidos esenciales que cubren satisfactoriamente los requerimientos de los conejos. Asimismo su digestibilidad (50.94%) apoya la buena calidad de la proteína.

Para la evaluación biológica se elaboraron dos dietas experimentales, una cuyo aporte proteínico estuvo dado en un 30% por harina de lombriz y otra que se tomó como dieta control, uti

lizando harina de soya como principal suplemento proteínico.

Durante el consumo de estas dos dietas por los animales bajo estudio se midieron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y digestibilidad aparente. Los resultados de estas mediciones se sometieron a un análisis de varianza completamente al azar.

No se encontraron diferencias significativas para la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia entre ambos tratamientos, sin embargo la digestibilidad de las dietas si presentó diferencias significativas, resultando más alta (5.09%) la digestibilidad de la dieta cuyo suplemento proteínico fue la harina de lombriz.

La mortalidad fue baja y no se presentaron alteraciones fisiológicas en los animales bajo estudio durante los 27 días de ensayo, por lo que se piensa que la harina de lombriz no contiene sustancias tóxicas o factores antinutricios, o que si los contiene, estos están presentes en pequeñas cantidades que quedan enmascaradas por los demás ingredientes de la dieta y que al utilizar sustituciones de harina de lombriz menores al 30%, se pueden obtener mejores resultados a los obtenidos con suplementos proteínicos comerciales, sin afectar la palatabilidad y el consumo del alimento.

Con base en sus características químicas, nutricias, porcentaje de digestibilidad y alta tasa reproductiva, se encontró que la harina de lombriz es una posible fuente alimentaria no convencional, que puede ser utilizada en dietas para animales domésticos.

## II. INTRODUCCION

La problemática actual del crecimiento de la población humana y la carencia o escasez de proteínas en los regímenes alimenticios, causa graves problemas al individuo y provoca una intensificación en los esfuerzos para encontrar nuevas fuentes de proteína, con una adecuada explotación y un mayor aprovechamiento (Balandrano, 1973).

Por lo que el presente estudio es consecuencia de la gran preocupación que existe en todo el mundo por las hambrunas que nos amanezan, pues en un momento tan crítico como el actual, se acentúa aún más la preocupación por el efecto que en el mundo tendrán las diferentes crisis, como la de los energéticos, la de la contaminación ambiental, la de la sobrepoblación y por ende la más dramática de todas la de la alimentación.

En los tratados que existen sobre el hambre, a México se le describe como un país que tiene tanta hambre que ya no la siente, ya que éste es uno de los síntomas evidentes en los países que han sufrido hambrunas sistemáticas. Como una causa posible de esto, es que gran parte del territorio nacional está formado por zonas áridas o semiáridas sin tierras laborales. Por otra parte, los lugares en que estas tienen las condiciones adecuadas para la labranza, son en su mayoría tierras de temporal sometidas a condiciones climáticas muy variables, causando algunas veces la pérdida de los cultivos por falta de lluvia o por algún otro factor biótico o abiótico (Conconi, 1982). Siendo

las zonas más afectadas las del Sur y Sureste de la República Mexicana (Figura 1 del apéndice) (Bourges, 1982).

Al hambre del futuro se le designa hoy con los términos "pavorosa, trágica, espantosa". Según diversas evaluaciones, esto parece real, ya que la curva de la población tiende a ascender vertiginosamente. En cambio, la de las proteínas desciende con el mismo ritmo que la del nivel de vida, la que por último tiene una caída casi vertical (Conconi, 1982).

Con ello se ve que el hambre es el principal desafío que enfrentará la humanidad en las próximas décadas, y se convertirá en la epidemia más devastadora y terrible que jamás haya diezmado al género humano (Conconi, 1982).

En todo el período que es posible estimar, la tasa de crecimiento ha pasado de 2% en mil años a 2% anual; es decir se ha hecho mil veces mayor. Según las apreciaciones más aceptables se piensa que para el año 2000 existirán de 6100 a 7000 millones de seres humanos sobre la tierra y que para dar de comer a toda esta gente, se necesitará triplicar la producción actual (Conconi, 1982).

La conclusión más importante es que los países más pobres son los que sufrirán los peores efectos, ya que carecen de los recursos necesarios para afrontar los cambios que se producen. El sector más afectado será el de la población infantil que constituye más del 40% de la población mundial, ya que se sabe que en los primeros años de vida las necesidades alimenticias son relativamente mayores que en cualquier otro período

posterior (Cuadro I del apéndice); por lo que no sólo se lesiona el presente del país sino también su futuro (Conconi, 1982).

La política gubernamental ha logrado que la dieta promedio tenga actualmente un valor calórico cercano al mínimo - aceptable en lo que se refiere a cereales y leguminosas. Sin em bargo, todavía no se ha llegado a niveles adecuados en lo que - se refiere a productos de origen animal, por lo que la carencia más grave es la de proteínas animales que son de mayor valor - alimenticio y esenciales para el desarrollo de una población - primordialmente joven como la de México (Conconi, 1982).

El estado de nutrición de las personas es el elemento - fundamental del capital humano de la comunidad. La falta de ami noácidos en proteínas de inferior calidad, evita un desarrollo - normal de los tejidos cerebrales y provoca incapacidad para ac - tuar, así como la pérdida de toda ambición (Conconi, 1982).

Más de 100 millones de latinoamericanos padecen hambre o desnutrición, en tanto que en África y en Asia las cifras son aún más elevadas; por lo que de no adoptar medidas nuevas, cam - biar la actitud de la gente y modificar nuestras metas, ésta si tuación puede llegar a tener proporciones catastróficas (Conco - ni, 1982).

Tratar de solucionar los problemas de hambre y de la - nutrición defectuosa es una tarea primordial de nuestra época, - por lo que es urgente encontrar soluciones abordando todos los - campos para que cuando los recursos existentes se agoten, o su - producción sea inferior a la necesaria, se cuente con métodos -



para la rápida obtención de alimentos (Conconi, 1982).

Se impone la necesidad de encontrar nuevas fuentes de protefna para complementar los recursos agropecuarios clásicos y así, satisfacer las necesidades de una población mundial en constante aumento, sin olvidar que la producción de alimentos no avanza al mismo ritmo que el crecimiento demográfico (Conconi, 1982).

Por lo anteriormente expuesto, es evidente la importancia de las protefnas en el mantenimiento de la vida, haciéndose cada vez más urgente la búsqueda de nuevas fuentes de protefnas y como una alternativa que resulta económica y de alta calidad está la lombriz de tierra, ya que constituye un recurso natural poco explotado en México y cuya crianza realmente resulta económica (López, 1984).

Actualmente, los ingredientes que son fuentes de aminoácidos para la elaboración de dietas para los animales, tales como la harina de pescado, pastas de oleaginosas y otros, resultan costosos y en ocasiones no están disponibles en el mercado; por lo tanto para abatir los costos de producción, es necesario explotar la potencialidad de otras materias primas que tengan la misma cantidad y calidad que se requiere de protefna. Se ha determinado que el contenido de amino-ácidos de la lombriz es superior al de la pasta de soya y la calidad de la protefna es similar a la de una buena harina de pescado, también se estima que su valor energético es aproximadamente más alto (García, 1978).

La producción de lombriz de tierra en granja es uno de los negocios que está en proceso de crecimiento en varios países del mundo; una de las razones es la demanda creciente de proteínas tanto para consumo animal como humano. Para su producción no se requiere de alimento o de equipo costoso y necesitan sólo de un mínimo de espacio vital, prosperan en desperdicios que contengan materia orgánica en descomposición, así como en el excremento de diversos animales domésticos como la gallina, el conejo, el puerco y el caballo, que normalmente puede conseguirse a bajo costo, transformando el estiércol que llega a constituir un grave problema de contaminación, en alimento para aves y cerdos, así como en tierra mejorada para los cultivos (García, 1978).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad biológica de una mezcla de lombrices (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus), al utilizarla en una dieta para la alimentación de conejos, determinando el efecto de la sustitución de la harina de lombriz en forma parcial por otras fuentes de proteína que actualmente se usan en dietas comerciales y que tienen un elevado costo de producción.

Una explotación industrial de las lombrices de tierra aportaría una fuente de proteína animal nueva, para lo cual habría que cultivarlas en forma masiva. Además es importante señalar que con el cultivo de lombrices de tierra, no se corre el riesgo de comprometer ni la producción vegetal actual ni la producción animal, ya que más bien la complementaría.

### III GENERALIDADES

Este capítulo comprende un bosquejo de la importancia de las proteínas en el consumo animal y humano; antecedentes sobre algunos alimentos no convencionales en la dieta del mexicano; importancia del conejo como animal intermediario de nuevas fuentes de proteínas y aspectos generales de las lombrices- Eisenia foetida y Lumbricus rubellus.

#### 3.1 Las proteínas y su importancia en el consumo animal y humano.

Las proteínas son macromoléculas constituidas fundamentalmente por amino-ácidos, los cuales según su clase y orden en la cadena de polipéptidos determinan las propiedades biológicas de éstos (Harper, 1971).

Las proteínas comprenden 22 amino-ácidos básicos, algunos de los cuales pueden ser sintetizados por el organismo humano, sin embargo hay un grupo denominado de amino-ácidos esenciales que el organismo sintetiza difícilmente, considerando a su síntesis como nula, ya que ésta es tan baja que no permite equilibrarla con la velocidad de consumo (White et al, 1964) por lo que éstos amino-ácidos deben ser ingeridos directamente en la dieta.

Los requerimientos de ingestión recomendados de estos amino-ácidos esenciales, para un adulto se presentan en el cuadro II del apéndice.

Por otra parte, en la dieta normal de los mamíferos se requiere que además de satisfacer una cantidad diaria de

proteína, ésta debe de estar condicionada a su calidad (Revuelta 1953), estableciéndose en una forma axiomática que a mayor calidad de proteína menor cantidad de ingestión y viceversa lo que es cierto cuando se trata de un patrón definido.

La calidad de una proteína está dada por el contenido de aminoácidos, así las proteínas pueden ser balanceadas o no balanceadas. Una proteína está balanceada si contiene en su estructura todos los amino-ácidos esenciales en las proporciones requeridas para el organismo humano, como las proteínas de origen animal y cuando faltan uno o varios de los amino-ácidos esenciales en la proporción debida en su complejo proteínico se le denomina no balanceada, como las proteínas de origen vegetal cuyo limitante es con respecto a la lisina y a la metionina (Harper, 1971).

Independientemente de cualquiera que sea el amino-ácido limitante, el mal aprovechamiento de proteína es evidente, -- pues la carestía de los productos de origen animal ocasionan que la mayor parte de la población de nuestro país, sólo tenga acceso a las proteínas no balanceadas. La forma de establecer éstos equilibrios se concreta a localizar a las proteínas en función de sus limitantes, por lo que es posible que la mezcla de dos o más proteínas, o bien el aumento en la concentración del amino-ácido limitante permita obtener una mejor calidad de la proteína. Considerándose como de mejor calidad el aumento

de su valor biológico (Miller y Bender, 1963).

Se debe tener un suministro mínimo diario de protef--  
nas para el desarrollo y mantenimiento del organismo, pero en -  
cierta épocas de la vida como en el embarazo y en la infancia, -  
su aporte deberá ser mayor (cuadro I del apéndice), para evitar  
el aumento en la susceptibilidad a ciertas enfermedades infec--  
ciosas sobre todo a nivel infantil, dada la participación de las  
protefnas en la formación de hormonas enzimas y anticuerpos --  
(Harper, 1971).

Lo anterior se detecta en el estudio sobre mortalidad  
infantil presentado por la Organización Panamericana de la Sa-  
lud, en que la desnutrición ocupa un índice muy alto como causa  
principal o asociada, en la mortalidad de niños menores de cin-  
co años.

En el área urbana de Monterrey se encontró que en es-  
te rango de edad mueren:

Por deficiencia nutricional	36.1%
Por inmadurez	18.3%
Por ambos	54.4%

Si atendemos a la estratificación por tipos especifi-  
cos de deficiencias nutricionales, el 36.1% de las muertes debi-  
das a esta causa (1428 niños del total estudiado) se distribu-  
ye en la forma siguiente:

	Niños	%
Deficiencias de Vitaminas	-	-
Deficiencias de protefnas	140	9.80
Marasmo nutricional	1282	19.70
Otras deficiencias nutricionales	1006	70.50

Atribuyéndose como otras deficiencias nutricionales cuando la evidencia clínica no fue suficiente para permitir asignarla a otras categorías.

Es importante notar que la deficiencia en vitaminas no es significativa y que el verdadero problema está en la deficiencia de proteínas (Harper, 1971), por lo que las consideraciones sobre la calidad proteínica son de importancia en las políticas nutricionales y alimenticias nacionales e internacionales (Pellet y Young, 1980).

Finalmente sabiendo que en 1980 la participación de proteínas de origen animal debe aumentar de 9.6 g a 13 g por día y para el año 2000 a 20 g por día, es fácil comprender la proposición de utilizar ciertos alimentos no convencionales en las dietas para animales y humanos, como la lombriz de tierra y una infinidad de insectos (cuadro III del apéndice), que puede contribuir significativamente a aliviar la carestía actual. De aquí que no sólo es importante analizar el porcentaje de proteínas que tienen, sino que resulta fundamental saber cuáles son los amino-ácidos que los integran (Conconi, 1982).

### 3.2 Antecedentes sobre algunos alimentos no convencionales en la dieta del mexicano.

En muchas partes del mundo, sobre todo en las regiones en que las condiciones geográficas son adversas, los insectos se utilizan como fuentes de proteína para la alimentación humana.

En algunas zonas del estado de Oaxaca, la única fuente de proteínas de valor significativo proviene de las hormigas. Lo mismo se puede observar en las zonas áridas del país, donde habitualmente se come gran diversidad de insectos. Esto ocurre también en otros continentes, especialmente en países subdesarrollados, donde representan una importante provisión de alimento. Incluso hay regiones en que los insectos se almacenan en grandes cantidades, para contar con comida en los tiempos en que ésta escasea. Tal ocurre en algunas partes de Australia, Asia, África y especialmente en nuestro país (Conconi, 1980).

En las regiones tropicales donde el alimento de origen vegetal es abundante, los insectos constituyen una dieta complementaria. De ellos el hombre obtiene un aporte proteínico y vitamínico del cuál de otro modo carecería. Entre los insectos que se comen se puede citar un gran número de especies (Cuadro III del apéndice). Pero en términos generales es posible incluir: huevos, larvas y pupas de mariposas, escarabajos, hormigas, abejas, avispas, moscas, termitas y libélulas así como también algunos de sus adultos. Además es importante mencionar a los chapulines, piojos y cigarras que según afirman quienes los han comido, tienen un sabor agradable. (Conconi, 1980).

Los hábitos alimenticios de un país están marcados por las pautas culturales que en él prevalezcan y por las costumbres tradicionales. Existen rituales religiosos, culturales y supersticiones, siendo indudable que el nivel de educación -

influye enormemente en las deficiencias proteínicas y vitamínicas (Conconi, 1980).

En muchas regiones los alimentos que la gente come - constituyen un reflejo de sus prejuicios y creencias. Estos crean tabúes que impiden el consumo de alimentos de alto valor fisiológico, sin embargo ha ocurrido que presionados por el hambre los habitantes violan el tabú y comen éstos alimentos (Conconi, 1980).

Actualmente las lombrices de tierra son utilizadas en la alimentación humana por los nativos de Nueva Guinea y África, que las comen crudas, además de que las utilizan para curar o aliviar ciertos males como la ictericia, la fiebre, la viruela y otros, utilizando también sus cenizas como polvos dentríficos y estimuladoras para el crecimiento del pelo (Edwards *et al*, 1977).

En los Estados Unidos de Norteamérica se ha sugerido su utilización en la alimentación humana, sin embargo sólo se tienen antecedentes en la alimentación animal.

En México, no se tienen antecedentes de que ésta haya sido consumida por la población humana, ya que debido a la ideología del pueblo mexicano es difícil proponerla en la alimentación, siendo necesario aprovechar su alto contenido y calidad proteínica empleándola para elaborar raciones para animales domésticos, para que por medio de éstos pueda llegar finalmente a la población humana, sin embargo en México no se le ha dado una gran importancia a esto, teniéndose muy pocos



trabajos sobre el valor nutritivo de las lombrices de tierra.

### 3.3 El conejo como animal intermediario para enriquecer la dieta del mexicano.

En éste trabajo se escogió al conejo para evaluar el valor nutritivo de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus, porque éste tiene ventajas sobre otras especies productoras de carne, no requiere de gran cantidad de cereales en su alimentación como fuente de energía, como ocurre con las aves y los cerdos, lo que evita la competencia con el hombre por éstos, su ciclo reproductor y período de lactancia son cortos y el número de crías por hembra es alto, lo que facilita ampliamente su crianza (Andapia, 1974). Por otra parte, sus deyecciones sirven como habitat y alimento para las lombrices, que a su vez las transforman en abono rico para las plantas, eliminando al mismo tiempo los malos olores (Minnich, 1977).

Una forma de explotar a la lombriz de tierra es tratando de utilizarla en la alimentación del conejo, con una subsecuente baja en los costos de producción.

Las lombrices Eisenia foetida y Lumbricus rubellus se han utilizado como suplementos proteínicos en dietas terminales para peces (Stafford, 1984), aves (García, 1978; Taboga, 1980) y puercos (Edwards, et al., 1984); sin embargo no se ha demostrado su eficiencia en otro tipo de animales, como el conejo.

Ante el déficit mundial de proteínas con que se encuen

tra la humanidad, el conejo es un animal que las proporciona por medio de su carne que es muy nutritiva y además económica (Costa, 1969).

La carne de origen animal, es un producto considerado de primera necesidad por ser fuente de proteína de buena calidad, indispensable para el cuerpo humano (Olmedo, 1981).

En México en los últimos años, el conejo ha adquirido una importancia creciente como fuente proteínica de alto valor biológico, representando un renglón más dentro de la Economía Pecuaria (Campos et al, 1977). Actualmente su cría en forma intensiva, cuenta con el apoyo gubernamental con miras a equilibrar el bajo consumo de proteínas de origen animal que existe y que se incrementará en los años venideros. En efecto, el crecimiento demográfico tiende a exigir en el futuro un abastecimiento de fuentes proteínicas en forma rápida y eficiente.

La explotación del conejo, es ante todo económicamente rentable, prueba de ello es el hecho plenamente comprobado del aumento de su censo durante los periodos de guerra y carestía, por lo que puede ser un buen proveedor de proteína animal para la población humana (Andapia, 1974).

Su explotación con el fin primordial de la producción de carne, ha tenido formas diferentes de expansión. En las áreas rurales se hace la cría y explotación para consumo familiar, con el objeto de obtener un complemento alimenticio en la dieta del campesino y como una forma de emplear los desper

dicios de cocina y subproductos de cosechas; en las áreas metropolitanas, la tendencia ha sido hacer explotaciones intensivas con fines lucrativos, con el objeto de satisfacer la creciente demanda del producto en el mercado (Campos et al, 1977).

Considerando una explotación de este tipo, la nutrición del conejo tiene un interés preferente y su importancia es evidente, ya que representa el 70 a 75% de los gastos de su cría (Costa, 1969), por lo que es urgente el uso de dietas balanceadas de bajo costo, para obtener máximos aumentos de peso y optimizar el aprovechamiento de los nutrimentos por el animal en sus diferentes etapas fisiológicas.

Los productos de origen animal por su precio, hacen que su empleo no sea rentable en la alimentación cunícola (Costa, 1969), siendo de suma importancia buscar suplementos proteínicos que no resulten tan caros como las harinas de soya, carne, pescado y de semillas de algunas oleaginosas, utilizadas en las dietas comerciales.

En el continente Europeo, el conejo es fuente importante de carne, pelo y piel, sin embargo en América aunque existen algunas granjas comerciales que producen volúmenes modestos de carne y de pieles, se cría más bien en explotaciones de traspatio, además el conejo puede criarse para investigaciones de laboratorio y para la preparación de vacunas, considerándose como subproducto valuable el estiércol, rico en nitrógeno y fósforo, que lo convierten en un excelente fertilizante para la horticultura.

Según las razas, los conejos alcanzan a la edad adulta pesos muy diferentes, desde 0.9 a 9 Kg. y en general muestran un crecimiento rápido, durante el cual influyen, además de los factores genéticos y ambientales, la alimentación suministrada (Costa, 1969). Por otra parte, el conejo es el animal doméstico que con mayor rapidez duplica su peso al nacer (6 días), siguiéndole el polluelo (7 días), cerdo (15 días), cordero (25 días), ternero (55 días) y potro (60 días); para este crecimiento temprano es necesario un porcentaje proteínico alto en la ración (Costa, 1969).

El precio en el mercado de los conejos que han sido dedicados a la reproducción, no alcanzan la cotización deseada, ya que no ha sido con miras a la alimentación humana, y por lo tanto no tienen la calidad que se requiere para este fin. No obstante, se debe tener en cuenta que si bien el precio de este tipo de carne no es elevado, el animal ya ha reeditado bastante con su función reproductora (Valdivia, 1971).

Es importante que la cunicultura tenga un lugar preponderante en éstos tiempos, en que el aumento demográfico exige más superficie de terreno para habitar y que a la vez va reduciendo las superficies para la ganadería (Valdivia, 1971).

Para el ganado conejuno es indispensable la publicidad, ya que este producto es considerado como una nueva introducción al mercado, teniéndose entonces una mayor necesidad de dar a conocer sus características y ventajas sobre los productos competitivos que se encuentren alrededor, dependiendo su

precio de los costos de producción y distribución (Olmedo, 1981).

En los países de altos ingresos la autosuficiencia en materia de carne es por lo general muy alta, y el consumo sigue características similares; en cambio el crecimiento de la producción de carne, parece haber sido lento en los países en desarrollo, e inferior al crecimiento de la población, por lo que la introducción de carne de conejo en los mercados de los países en desarrollo puede ser de gran importancia, además de que la producción forrajera deficiente, del elevado porcentaje de ganado de baja calidad genética, de la falta de programación en la producción, de los altos costos de producción y de la insuficiente industrialización de los productos pecuarios (Olmedo, 1981).

La carne de conejo se consume especialmente por las mismas familias que los poseen en explotación, pues no existen en realidad mercados a donde llegue esta mercancía y la cunicultura industrial está en una etapa crítica ocasionada por varios factores siendo los principales: Organización, alimentación, mercado y tecnología (Olmedo, 1981).

Hasta el momento existen los siguientes centros de fomento en la República Mexicana: San Luis Potosí, San Luis Potosí, los Belenes, Jalisco; Toluca, Estado de México; y Zapotitlán, D.F. pero sólo se hace un análisis de mercado, sólo existen tres lugares a nivel popular en todo el D.F. que están vendiendo carne de conejo, ellos son el mercado de San Juan, el mercado de San

Cosme y el mercado de Sonora, dividiéndose en: a) Mercado de conejos vivos (mascotas, laboratorio y reproductores) y b) Mercado de conejos en canal (particulares, restaurantes, y tiendas de autoservicio). Su venta ocurre a las ocho semanas de edad aproximadamente, con un peso que oscila entre los 1.7 y 2.0 Kg. de peso vivo. Sabiendo que hay 127 mercados en toda la República Mexicana donde se puede empezar la comercialización de esta carne y existiendo además control en centros como hospitales, sanatorios, internados, penitenciarías etc. quienes podrían incluir en su dieta alimentaria la carne de conejo. El 80% de los cunicultores están canalizando su producción a través de intermediarios, quienes a su vez la venden al consumidor a costos que solo son accesibles a determinado sector de la población; por lo que a personas de recursos económicamente limitados no les es posible adquirir esta carne, siendo este sector el que nos interesa beneficiar (Olmedo, 1981).

El bajo consumo de la carne de conejo en el mexicano, está determinado principalmente porque la carne no se conoce y la gente no está acostumbrada a consumirla y no se sabe donde comprarla. Es consumida esporádicamente por dos razones principales, porque el consumidor considera que hay que prepararla en forma especial y porque no se encuentra a disposición en el mercado en el momento en que ésta se desea y principalmente porque la gente nunca le ha probado (Olmedo, 1981). Sin negar que existe un problema de propaganda y otro de organización de mercados, es indudable que también a la cunicultura latinoamericana afec-

ta el aspecto económico, pudiendo quedar resueltos en el momento en que sea posible obtener una explotación rápida y económica de ésta especie, como en otras naciones, sin olvidar la promoción de propaganda, tanto en zonas rurales como urbanas (Ayala, 1966).

### 3.4 Aspectos Generales sobre las lombrices de tierra.

Las lombrices son invertebrados que pertenecen al Phylum Annelida, Orden Oligoqueta, Clase Clitellata, pueden ser acuáticas o terrestres, a los miembros de las familias acuáticas se les conoce generalmente como microdiles por ser de pequeño tamaño, mientras que a los miembros de las familias terrestres por ser de mayor tamaño se les conoce como megadriles (Edwards et al, 1977).

La clase oligoqueta cuenta actualmente con 3100 especies (Barnes 1980), de las que 1800 corresponden a especies meramente terrestres (Edwards et al, 1977).

Las lombrices se caracterizan por estar externamente segmentadas, con una correspondiente segmentación interna. Carecen de esqueleto. Son hermafroditas con relativamente pocas gónadas que están situadas en posiciones segmentales definitivas. Cuando maduran forman el clitelo que secreta un capullo en el cual los huevecillos son depositados, estos normalmente son fertilizados, desarrollándose dentro del huevo una etapa larvaria libre que da lugar finalmente a lombrices jóvenes semejantes a los adultos.

Estructuralmente tienen una cavidad celómica, un sistema vascular constituido por dos vasos sanguíneos, uno ventral y otro dorsal. El canal alimentario es básicamente un tubo antero posterior con excreción a través del ano u órganos especiales - llamados nefridos y su respiración es principalmente cutánea - (Edwards et al, 1977).

Su tamaño puede ser desde una fracción de 1 cm. hasta 2 ó 3 m. de largo, como la lombriz de tierra gigante, endémica de Australia, que puede exceder los 3 m. (Barnes, 1980).

Con respecto a su distribución, muchas especies son endémicas, es decir que su distribución es muy restringida, en cambio otras se hayan ampliamente distribuidas por el mundo entero. La distribución conjunta de las especies endémicas de la familia Lumbricidae forma un cinturón que rodea las regiones templadas de Europa, Asia y parte oriental de América del Norte. En Europa, los lumbricidos no endémicos viven al norte de una línea que pasa por los Países Bajos y parte media de Alemania. Por otra parte, algunos lumbricidos peregrinos, casi todos de origen europeo, han sido identificados en muchas localidades de todo el orbe, especialmente en el Hemisferio Austral. Otras regiones del mundo son dominadas por especies de diferentes familias, como los miembros de la familia Glossoscolecidae que son más numerosas en el centro y sur de América y los miembros de la familia Megascolecidae que son más abundantes en el sur y este de Asia. Algunos lumbricidos que son encontrados comúnmente en Norte América, India, Ceylán, Nueva Zelanda y Sudáfrica,



fueron introducidos probablemente desde Europa, ya que su distribución fundamentalmente sigue una colonización europea, multiplicándose en éstos lugares rápidamente y sustituyendo a las especies nativas (Edwards et al, 1977).

Las especies más grandes se encuentran en ciertas partes de Sudamérica, Africa, Ceylán y Australia (Edwards et al, 1977).

Sin duda alguna, el hombre ha desempeñado un papel importante en las inmigraciones de estas especies, pues en sus labores agrícolas las transporta de un sitio a otro; también contribuyen a su amplia dispersión las plantas, llevadas a diversos países, a veces a largas distancias, que entre sus raíces tienen tierra húmeda, en la cual se pueden encontrar huevecillos y aún adultos (Rioja, 1979).

Los oligoquetos terrestres incluyen las cinco familias de lombrices de tierra: Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae, Eudrilidae y Monigastridae. Todas son excavadoras y se encuentran en donde quiera que abunde la materia orgánica, menos en los desiertos. En ocasiones se encuentran en inmensas cantidades. Informes al respecto indicaron la presencia de 700 lumbricidos en  $1\text{ m}^2$  de tierra de prado (Barnes, 1980). En suelos ricos en materia orgánica, o que poseen cuando menos una capa de humus, se observan los mayores volúmenes de fauna de vermes, aunque otros factores edáficos sean también importantes en la distribución de especies terrestres. Entre las causas que pueden imponer limitaciones a la distribución destacan

los grados de humedad y acidez, la cantidad de oxígeno y la textura del terreno. Los suelos ácidos son habitats netamente desfavorables, debido a la falta de iones calcio libres, necesarios para que el gusano conserve un PH más alto en la sangre (Barnes, 1980).

Por otra parte, algunas especies como Eisenia foetida y Lumbricus rubellus se desarrollan satisfactoriamente en el estiércol de los animales domésticos (Minnich, 1979).

Durante el día, las lombrices viven en sus madrigueras y durante la noche salen de las mismas y despliegan sus actividades en la superficie, algunas veces se les ve sobre la tierra en las horas del día, pero solamente en lugares muy sombríos y húmedos, pues poseen fototropismo negativo a los estímulos de luz (Rioja, 1979).

Durante las estaciones secas o durante el invierno, las lombrices de tierra emigran a mayores profundidades, descendiendo hasta unos 3 m. en el caso de algunas especies de la India. Después de desplazarse a determinadas profundidades, durante la época de sequía la lombriz de tierra pasa por un período de reposo durante el cual pierde hasta el 70% de su agua. Se restablece rápidamente el equilibrio y se reanuda la actividad tan pronto como hay agua disponible (Barnes, 1980).

La lombriz de tierra ejerce un efecto beneficioso en el suelo. Las madrigueras amplias aumentan el drenaje y la aireación, facilitando la respiración de las raíces y de innumerables bacterias, muchas de las cuales contribuyen a efectuar la-

nitrificación de los suelos (Rioja, 1979). Pero todavía más importantes son las maniobras de excavación que mezclan y revuelven el terreno, llevando los materiales más profundos del suelo a la superficie, de la misma manera que se desplazan sustancias orgánicas y desechos a niveles inferiores del terreno (Barnes, 1980).

En este estudio se trabajó con una mezcla de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus, donde dominó la presencia de Eisenia foetida, siendo las características de ambas las siguientes:

Eisenia foetida, conocida también como lombriz de estiércol (Reynolds, 1977) y Lumbricus rubellus conocida como lombriz roja de pantano (Reynolds, 1977) pertenecen a los gusanos segmentados, y su clasificación según Brinkjurst y Jamieson (1972) es la siguiente:

Phylum	Annélida	Phylum	Annélida
Clase	Oligochaeta	Clase	Oligochaeta
Orden	Haplotáxida	Orden	Haplotáxida
Suborden	Lumbricina	Suborden	Lumbricina
Familia	Lumbricidae	Familia	Lumbricidae
Género	Eisenia	Género	Lumbricus
Especie	<u>Eisenia foetida</u>	Especie	<u>Lumbricus rubellus</u>

Eisenia foetida tiene una longitud de 35 a 130 mm (generalmente mayor de 70 mm) su diámetro es de 3-5 mm, el número de segmentos totales es de 80 a 110 y su prostomio es epilábico. El primer poro dorsal se encuentra entre la 4o. y 5o. septas

(algunas veces en la 5o. y 6o.). El clitelo se encuentra a partir del segmento XXIV terminando en el segmento XXXII. El túberculo pubertatis se encuentra del segmento XXVIII al XXX. Las tumescencias genitales pueden estar presentes alrededor de cualquiera de las setas sobre los segmentos del IX al XII, aunque comúnmente se encuentran alrededor de las setas de los segmentos del XXIV al XXXII. Los poros masculinos con sus grandes papilas musculares se encuentran sobre el segmento XV. Las vesículas seminales se encuentran en 4 pares entre las septas 9 y 12- existen 2 pares de espermatecas entre las septas 9 y 10 y 10 y 11. Su color varía de púrpura a rojo, rojo oscuro, café rojizo con bandas transversales de amarillo y marrón que alternan a lo largo de su cuerpo, el cual es cilíndrico (Figura 2 del apéndice) (Reynolds, 1977).

Su hábitat natural son las pilas de estiércol, los leños caídos y las áreas de alta concentración de materia orgánica, con un PH de 6.8 a 7.6, por lo que no son comunes en jardines y granjas. Esta lombriz engulle vorazmente la vegetación y el estiércol, al mismo tiempo que digiere los malos olores y transforma todo este material en humus rico para las plantas (Minnich, 1977).

Eisenia foetida tiene un alto índice reproductivo, se ha observado que a los dos meses de establecida, se produce una cantidad de lombriz suficiente para mantener las camas de cultivo, obteniendo 3 Kg. de lombriz por m<sup>2</sup> mensualmente (García, 1978). Se asume que bajo condiciones favorables la actividad

puede ocurrir durante todo el año (Figura 3 del apéndice). Es fácilmente adaptable a explotación comercial su ciclo reproductivo (Figura 4 del apéndice) permite mantenerla en cautiverio, son criadoras prolíficas pero sufren comercialmente por su desagradable olor, por lo que muchos vermicultores prefieren a otras lombrices rojas como Lumbricus rubellus la cual es similar en tamaño y habitat y carece del problema del olor (Minnich, 1977).

Este alimento es selectivo en este organismo, hay un mínimo de ingestión del substrato donde se desarrolla. La copulación es subterránea y aunque esta especie ha sido considerada como anfimictita obligatoria, la reproducción uniparental es posible aunque muy rara (Reynolds, 1977). Eisenia foetida tiene una esperanza de vida máxima de 4-5 años, aunque de 1 a 2 años se considera lo más común. Ha sido criada con fines comerciales para la pesca en todas las provincias de Canadá y América del Norte (Reynolds, 1977), obteniéndose las máximas poblaciones de las 18 a las 23 semanas de edad (Satchel, 1983), produciendo 11 capullos al año, con un tiempo de incubación de 11 semanas, un período de crecimiento de las lombrices de 55 semanas y un tiempo total de desarrollo de 66 semanas (Edwards et al, 1977)

Es originaria del centro y occidente de Europa, donde se encuentra ampliamente distribuida; así mismo ha sido introducida a Norte América, Sudamérica, Asia, Africa, Australia y también es posible localizarla en los Polos (Reynolds, 1977).

Lumbricus rubellus tiene una longitud de 50-150 mm (generalmente mayor de 60 mm), con un diámetro de 4 a 6 mm., su número total de segmentos es de 70 a 120, su prostomio es tanilóbico, el primer poro dorsal se puede localizar entre las septas 5-6 ó 8-9. El clitelo se encuentra de los segmentos XXV al XXXII. El tubérculo pubertatis de los segmentos XXVIII-XXXI. Posee setas estrechamente apareadas. Las tumescencias genitales se localizan en los segmentos VIII-XII, XX-XXIII y XXVI-XXXVI. Los poros masculinos carecen de papilas musculares y se encuentran en el segmento XXV. Presenta tres pares de vesículas seminales y dos pares de espermatecas en las septas 9-10 y 10-11. Su color es de café rojizo a rojo violeta, iridescen-te en la parte dorsal y amarillo pálido en la parte ventral. Su cuerpo es cilíndrico y algunas veces achatado en la parte postero-dorso-ventral (Reynolds, 1977) (Figura 5 del apéndice).

Lumbricus rubellus ha sido registrada en suelos naturales con un PH de 3.8 a 8, presentando una alta tolerancia a los factores del habitat. Sus habitats favoritos son los bosques, jardines, pastizales, orillas de los ríos, bajo piedras y las pilas de estiércol (Reynolds, 1977).

Bajo condiciones adecuadas su actividad incluyendo la reproducción es cuantiosa durante todo el año, es obligatoriamente amfíctica con una copulación acompañada por defecación y ocurre bajo la superficie del suelo a cualquier hora del día. Esta especie ha sido cultivada por las industrias para cebo en la pesca y en sistemas de descomposición de desechos.

(Reynolds, 1977), produce 106 capullos al año con una incubación de 16 semanas, un período de crecimiento de 37 semanas y un período de desarrollo de 53 semanas. (Edwards *et al.*, 1977) con una temperatura óptima de 15-18°C (Ferruzzi, 1984).

Es originaria del centro y occidente de Europa donde se le encuentra ampliamente distribuida, así como en los Polos, Norte América, México, Asia, Sudáfrica y Nueva Zelanda (Reynolds, 1977).

Actualmente los sistemas dedicados a la vermicultura que habían sido designados principalmente como control biológico de los desechos orgánicos, están produciendo lombrices en grandes cantidades, lo que promueve la posibilidad de valorarlas como alimento para los animales domésticos, o aún para consumo (Satchell, 1983). Las lombrices pueden producir carne alimenticia muy valuable para peces, pollos y puercos, consistiendo de un 60-70% de proteína (rica en lisina), 7-10% de grasas, 18-20% de carbohidratos, 2-3% de minerales y un amplio rango de vitaminas incluyendo la niacina, así como muchos ácidos grasos que los animales monogástricos no pueden sintetizar (Edwards, 1984) Esta cuestión depende de la consideración de cinco aspectos: composición química, valor práctico como alimento para animales, peligros potenciales al utilizarla en la alimentación y producción económica (Satchell, 1983).

Por lo que las principales características y cualidades que estimulan la cría de lombriz de tierra son: su alto conteni

do proteínico y aprovechamiento de los desechos orgánicos, mejoramiento de los suelos, descenso en los costos de producción al usar su contenido proteínico en la alimentación de los animales domésticos y la venta de los residuos que quedan en los cultivos como abono para las plantas.

### 3.5 Antecedentes sobre los estudios de lombrices de tierra en México.

En el país se han realizado pocos estudios con enfoque hacia la nutrición animal teniendo como objetivo a las lombrices Eisenia foetida y Lumbricus rubellus.

Dentro de las publicaciones e información consultada para la realización de este trabajo, sólo se encontraron dos referencias sobre investigaciones o estudios afines, que se reducen a:

García (1978), publicó su tesis sobre la "Utilización de lombriz roja (Helodrilus foetidus) fresca como sustituto parcial de proteína en la alimentación de gallinas ponedoras" y Guerra (1982) también publicó su tesis con el "Estudio Preliminar sobre la utilización de lombriz de tierra (Helodrilus foetidus) roja híbrida, en la alimentación de hagre de canal (Ictolus punctatus).

Los principales estudios sobre el valor nutritivo de la lombriz de tierra se están realizando en los E.E.U.U., Japón, Australia y Alemania, probando su eficiencia en pollos, puercos, ratas y ratones (Satchell, 1983).



### 3.6 Justificación

Ultimamente se ha dado un decidido apoyo a la búsqueda de alimentos no tradicionales para la alimentación humana y animal, especialmente a aquellos que aportan una suficiente cantidad de proteína y energía.

Hay varias razones que pueden sustentar estos hechos:

a) La gran brecha existente entre las necesidades de proteínas para alimentar a una población mundial que crece rápidamente y la cantidad de proteínas disponibles para satisfacer estas necesidades.

b) El precio tan elevado que tienen las fuentes que proveen la proteína animal.

## IV OBJETIVOS

Objetivo General.

Elaborar una dieta para la alimentación de conejos, cuyo aporte proteínico esté dado en un 30% por una mezcla de lombrices de tierra (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus) y el otro 70% por ingredientes de bajo costo, cuyo contenido proteínico y calórico sea igual a una dieta utilizada como referencia en la que la soya sea el principal suplemento proteínico.

Objetivos específicos.

1) Determinar la composición química de la mezcla de lombrices, por medio del análisis químico proximal.

2) Determinar el contenido de amino-ácidos de la proteína de la mezcla de lombrices, utilizando el método cromatográfico.

3) Elaborar una dieta isocalórica e isoprotéica en relación a una dieta patrón, sustituyendo en forma parcial la proteína de esta última por la harina de la mezcla de lombrices.

4) Evaluar la calidad biológica de la mezcla de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus en una dieta para conejos en crecimiento, al suministrarla como el 30% del aporte proteínico.

## V METODOLOGIA

Este estudio se llevó a cabo en el Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", ubicado en Vasco de Quiroga No. 15, Colonia Tlalpan, México D.F.

### 5.1 Material Físico

- Equipo y material de los laboratorios de la División de Nutrición para la determinación del análisis químico proximal de la harina obtenida en la mezcla de las lombrices de tierra, de cada uno de los ingredientes de las dietas experimentales y de las heces excretadas por los animales bajo estudio (Ver punto 5.4).
- Jaulas.- Se utilizaron conejeras con capacidad para ocho jaulas metálicas de 54X43X40 a 70 cm. de altura sobre el nivel del piso.
- Báscula.- Se utilizó una báscula de tipo comercial con aproximación de cinco gramos.
- Recipientes.- Cada jaula dispuso de un comedero tipo tolva y un bebedero de plástico.
- Bombas de aire.- Se utilizaron bombas de aire similares a las utilizadas en peceras de ornato.
- Como patrón de referencia se utilizó una dieta cuyo aporte proteínico fue harina de soya.

## 5.2 Material Biológico.

Como fuente de proteína se utilizaron las lombrices de tierra Eisenia foetida y Lumbricus rubellus, miembros comunes de la familia Lumbricidae. Se utilizó la cantidad necesaria para la determinación del análisis químico proximal, del amino grama, de la digestibilidad in vitro y para la elaboración de la dieta experimental.

Las lombrices Eisenia foetida y Lumbricus rubellus se adquirieron en una granja ubicada en la calle de Granito 6216, Colonia Tres Estrellas, fueron adquiridas en costales con estiércol de conejo y algunos materiales de las camas de cultivo, con un peso aproximado de 20 kilos por costal, de los que se utilizaron ocho costales con 12 kilos de lombriz en peso vivo y 1.5 kilos en peso seco.

Las lombrices de tierra utilizadas en el estudio fueron clasificadas con la ayuda del biólogo Carlos Fragoso, en el Instituto de Ecología, SEDUE.

## 5.3 Diseño Experimental.

Las muestras de lombrices que se requirieron para el estudio fueron tomadas al azar, en camas de cultivo de 10 m. de largo por 3 m. de ancho y 50cm. de profundidad.

De este muestreo se separaron dos porciones, una de éstas fue desengrasada y la otra se utilizó sin ningún tratamiento previo.

En la figura 1 se explica el procedimiento que se siguió.

FIGURA No. 1

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION Y ANALISIS DE LA  
HARINA DE LOMBRIZ

OBTENCION DE LAS LOMBRICES

LIMPIEZA

SECADO

MOLIENDA

HARINA DE LOMBRIZ

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL  
DIGESTIBILIDAD DE LA PRO-  
TEINA IN VITRO

PRUEBA BIOLOGICA (GANANCIA  
DE PESO, CONSUMO DE ALIMEN-  
TO, CONVERSION ALIMENTICIA  
Y DIGESTIBILIDAD APARENTE)

EXTRACCION DE GRASA

HARINA DE LOMBRIZ  
DESENGRASADA

FIBRA CRUDA

AMINOGRAMA  
TRIPTOFANO

## Limpieza

Una vez adquiridas las lombrices se procedió a separarlas del estiércol. Esta separación se hizo utilizando un método rudimentario que consistió en la extracción de las lombrices en forma manual, colocándolas en una superficie lisa y limpia y exponiéndolas al sol para que por hábito natural de ésta especie animal para protegerse, formará un montículo, en cuya base se encontraron las lombrices, eliminando posteriormente los excedentes con una brocha. Este proceso se realizó en un tiempo máximo de 15 minutos, para evitar posibles daños. Para trabajos a gran escala se aconseja utilizar la cosechadora descrita por Chee, 1977 (García, 1978) (figura 6 del apéndice).

Después de la obtención de las lombrices ya libres de desperdicios, se lavaron con una solución salina al 0.05% durante 24 horas, manteniéndose en movimiento y con oxigenación, mediante una bomba de aire similar a las instalaciones en las peceras de ornato. La finalidad de darles el tratamiento con solución salina, fue para evitar la posible transmisión de enfermedades a los conejos, en virtud de que esta solución permite que el tubo digestivo de las lombrices quede vacío de residuos de alimento (García, 1978).

## Secado

Después de la limpieza se procedió al secado, mediante la colocación de las lombrices en recipientes de vidrio que

fueron introducidos en una estufa de vacío manteniendo la temperatura a 50°C, para evitar una posible desnaturalización de la proteína.

#### Molienda.

Para moler la muestra se utilizó una licuadora Osterizer.

Posteriormente se colocó la muestra en frascos que fueron tapados y etiquetados.

Parte de la harina se desengrasó para la determinación de fibra cruda y amino-ácidos. Para las demás determinaciones se utilizó la harina sin ningún tratamiento.

A la harina formada por la mezcla de lombrices se le determinó el análisis químico proximal (Humedad, Cenizas, Extracto etéreo, proteína y Fibra cruda) siguiendo los métodos propuestos por el A.O.A.C. (1985). Posteriormente se le hizo la determinación de amino-ácidos (Spackman, 1958), cuantificando el triptófano por separado (Stein y Moore, 1951), ya que la hidrólisis ácida utilizada por el método de Spackman (1958) lo destruye totalmente.

Se prosiguió con la determinación de la digestibilidad in vitro de la proteína de la harina de lombriz (Hernández, 1983), así como con la elaboración de las dietas experimentales.

Se formularon dos dietas experimentales para probar la calidad de la proteína de la harina de lombriz; una dieta control en que la harina de soya proporcionó la mayor parte del aporte

proteínico y otra dieta en la cual la harina de lombriz proporcionó el 30% de este aporte en la dieta total (tabla I).

A cada uno de los ingredientes de las dietas se les determinó el análisis químico proximal (A.O.A.C., 1985), cuantificándose también el contenido energético por bomba calorimétrica (Pro, 1979), y por relaciones matemáticas simples ambas dietas resultaron isocalóricas e isoproteícas (Tabla V), cubriendo satisfactoriamente los requerimientos alimenticios de los conejos (Nutrient Requirement of Rabbit, NRC, 1977).

Los ingredientes de las dietas (Tabla I) fueron molidos previamente en un molino de aspas (Cyclone Sample Mill) utilizando una malla del # 60.

A ambas dietas se les adicionó una mezcla vitamínica (que cubrió los requerimientos de los conejos), sal y roca fosfórica (como suplemento de minerales) y un antibiótico para evitar la presencia de enfermedades en los animales (Tabla I).

Todos los ingredientes fueron mezclados en una mezcladora de pantalón para obtener una mayor homogeneidad en las dietas.



TABLA No. 1  
 COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
 ( G / 100 G de muestra )

INGREDIENTE	TRATAMIENTO	
	1	2
Harina de lombriz	10	12
Harina de soya		
Alfalfa deshidratada	20	20
Sorgo	25	23
Salvado de Trigo	42	42
Mezcla Vitamínica +	1	1
Roca Fosfórica	1	1
Sal	1	1

Tratamiento 1 - Dieta cuyo aporte protéico fue la harina de lombriz.

Tratamiento 2 - Dieta control cuyo aporte protéico fue la harina de soya.

+ Mezcla vitamínica: p- aminobenzoico ácido, 11.0132 g/Kg; Ac. Ascórbico, 101.6604 g/Kg; Biotina, 0.0441 g/kg; Vitamina B<sub>12</sub>, 2.9736 g/Kg; Pantotenato de Calcio, 6.6079 g/Kg; Colina, - 349.6916 g/Kg; Ac. Fólico, 0.1982 g/Kg; Inositol, 11.132 g/Kg; Menadiona, 4.559 g/Kg; Niacina, 9.9119 g/Kg; Pyridoxina, 2.2056 g/Kg; Rivoflavina, 2.2026 g/Kg; Tiamina, 2.2026 g/kg; Vitamina A, 3.9648 g/Kg; Vitamina D<sub>2</sub>, 0.4405 g/Kg; Vitamina E, 24.22 g/Kg.

A cada una de las dietas se les adicionó 3.75 g. de antibiótico Furoxona (NF - 180).

#### Prueba biológica.

Este experimento se llevó a cabo con conejos machos, de la raza Nueva Zelanda, de 45 días de edad, cuyo peso promedio fue de 961 g. (con un rango de 750 g - 1150 g).

Estos animales se adquirieron en una explotación situada dentro del area metropolitana de la Cd. de México y fueron tomados al azar de entre 200 animales destetados de la misma edad.

Se formaron dos grupos experimentales de 10 animales cada uno, en el primero se utilizó la dieta cuyo aporte proteínico estuvo dado por la harina de soya, como grupo control y en el segundo, la dieta a analizar cuyo aporte proteínico fue la harina de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus. Los animales se mantuvieron en un bioterio bajo las mismas condiciones ambientales (23°C). Fueron alojados en jaulas individuales de tela metálica con piso lavadizo; se les proporcionó agua y alimento (en forma de harina ya que éste no pudo ser peletizado), ad libitum.

El periodo de ensayo fue de 27 días, siendo los tres primeros de adaptación, después de los cuales se hicieron las siguientes mediciones:

- a) Aceptación del alimento.- Sólo se hizo en forma cualitativa (Bateman, 1970).
- b) Ganancia de peso.- Se pesó a cada uno de los conejos correspondientes a los 2 grupos al inicio del experimento y luego cada siete días durante tres semanas a las 8 A.M., antes de suministrarles alimento. Las ganancias de peso semanales se obtuvieron por diferencia entre dos pesadas consecutivas (Bateman, 1970).
- c) Consumo de alimento.- Se obtuvo por la diferencia en

tre el alimento ofrecido y el alimento rechazado (Bateman, 1970).

- d) Conversión alimenticia. - Con los datos semanales de consumo de alimento y ganancia de peso se calculó la conversión alimenticia (Bateman, 1970).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

- e) Digestibilidad aparente de las dietas experimentales. - Durante los tres últimos días del experimento se colectaron las heces de 5 animales pertenecientes a cada grupo, tomados al azar, las heces se colectaron diariamente a las 9 A.M. y se pesaron en una balanza granataria. Se tomó una fracción pequeña de la muestra total excretada para la determinación de humedad y posteriormente se secaron las heces en una temperatura de 55°C durante 48 horas, moliéndose en una licuadora Osterizer. Después de la cantidad total ya mezclada cuidadosamente, se tomó el 10% de cada muestra para la realización del análisis químico proximal (Schneider et al, 1975).

La determinación de la digestibilidad aparente de cada nutriente consumido se hizo utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Coeficiente de Digestibilidad \%} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

$$\% \text{Nutrientes digeribles} = C \times \frac{CD\%}{100}$$

En donde:

A = Peso del alimento ofrecido X Composición Química de cada -  
nutrimento del alimento consumido (%).

B = Peso de las heces excretadas X Composición Química de cada  
nutrimento en las heces (%).

C = Coeficiente de Digestibilidad (% en que un nutrimento es -  
consumido por el organismo).

Finalmente se calculó el total de los nutrimentos digesti-  
bles (TDN) de la siguiente forma:

$$\text{TDN} = \% \text{ proteína digestible} + \% \text{ carbohidratos digestibles} \\ + \% \text{ grasas digestibles} \times 2.25.$$

Con el fin de conocer si existían diferencias en los re-  
sultados obtenidos en la prueba biológica, éstos se analizaron  
por el método estadístico "Análisis de Varianza" (ANDEVA) con-  
un diseño completamente aleatorizado, siguiendo la metodología  
propuesta por Daniel (1982).

#### 5.4 Aparatos y Equipo

Balanza Granataria Ohaus.

Balanza Analítica Sartorius.

Balanza Digital Sartorius.

Estufa de Temperatura Controlada GCA. Co.

Mufla "Dubuque IV", Termoline Corporation, Mod. 10500.

Extractor de Grasa Goldfish, "Lab. Con. Co."

Aparato Kjeldahl de digestión y destilación, "Lab. Con. Co."

Extractor de Fibra Cruda, "Lab. Con. Co."

Espectrofotómetro, Bausch & Lomb. "Spectronic 70".

Analizador Automático de Amino-ácidos, "Beckman. Mod. 116"

Cronómetro.

Estufa de Vacío con temperatura Controlada GCA. Co.

Licuidora Osterizer.

Molino para muestras, "Cyclone Sample Mill U.D. Co."

Mallas U.S.A. Standard No. 60.

Bomba Calorimétrica.

Mezcladora de Pantalón.

Material de cristalería en general.

#### 5.5 Métodos de Análisis.

##### a) Análisis Químico Proximal

Determinación de Humedad por el método 14.004 del A.O.A.C. (A.O.A.C. 1985).

Determinación de Cenizas por incineración. Método 14.006 del A.O.A.C. (A.O.A.C., 1985).

Determinación de Proteínas por el método Kjeldahl 2.049 del A.O.A.C. (A.O.A.C., 1985).

Determinación de Extracto Etéreo por extracción con solventes. Método 7.045 del A.O.A.C. (A.O.A.C., 1985).

Determinación de Fibra Cruda por hidrólisis ácida y alcaína. Método 7.0.054 del A.O.A.C. 1985).

Extracto Libre de Nitrógeno, por diferencia de la suma de los porcentajes obtenidos en las determinaciones anteriores entre 100.

b) Determinación de Amino-ácidos

Aminograma por el método de cromatografía de Spackman et al.  
(Spackman, 1958).

c) Digestibilidad IN VITRO

Por degradación de la muestra con pepsina y HCl al 10% (Hernández, 1983).

d) Evaluación Biológica

Determinaciones de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia (Bateman, 1970).

e) Digestibilidad Aparente

A partir de la composición química del alimento consumido y de las heces excretadas (Schneider et al. 1975).

## VI RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan los resultados sobre el valor nutritivo de la harina de lombriz, obtenida en la mezcla de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus. Así mismo se reportan resultados de otros alimentos, con el objeto de comparar los hallazgos encontrados en esta harina, con respecto a otros productos de origen animal.

Los valores del análisis químico proximal son buenos en cuanto a su contenido proteínico en base seca (50.86%) (Tabla II), rebasando el 20% establecido para considerar a un alimento como ingrediente proteínico, ya sea de origen vegetal o animal (Ensminger et al., 1980); resultando evidente el uso óptimo de la harina de lombriz en cualquier sistema alimentario, principalmente como suplemento proteínico, los cuales son generalmente más caros que los alimentos energéticos que contienen elevados porcentajes de almidón, carbohidratos solubles y grasas, pero que no proporcionan la cantidad de proteínas suficientes para cubrir las necesidades alimenticias de los animales.

Además, la harina de lombriz presenta un alto porcentaje en extracto etéreo (10.16%) (Tabla II), que comparado al contenido en las semillas de oleaginosas, consideradas como ingredientes de alto valor energético (20-40% de extracto etéreo) resulta ventajoso, ya que a las semillas de oleaginosas no es común emplearlas como alimentos, puesto que son cultivadas principalmente para la obtención de aceites y los residuos ob-

tenidos después de la extracción contienen entre 1 y 8% de extracto etéreo (Cuadro IV del apéndice), lo que representa de un 1 a un 9% menos al de la harina de lombriz (10.16%).

TABLA II  
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA HARINA DE LOMBRIZ  
(Eisenia foetida y Lumbricus rubellus)  
G/100G

FRACCIONES +	BASE HUMEDA	BASE SECA
Humedad	88.56	0
Materia seca	11.44	100
Proteína cruda (NX6.25)	5.81	50.86
Extracto Etéreo	1.16	10.16
Fibra cruda	0.30	2.67
Cenizas	0.83	7.27
E.L.N. (Por diferencia) ++	3.34	29.04
Valor Energético Kcal/g.		4.72

+/. Las determinaciones fueron hechas por triplicado.

++/ La suma de los valores obtenidos en las determinaciones res-  
tadas de 100 representan la cantidad de hidratos de carbono  
en la muestra.

E.L.N. Extracto libre de nitrógeno



Así mismo, el 10.16% de extracto etéreo de la harina de lombriz es superior al de las harinas de carne (7.2%), carne y hueso (8.70%) y pescado (9%) (Church, 1979) (Cuadro IV del apéndice); observándose así que las calorías proporcionadas - 4.72 Kcal/g no son despreciables y cubren bastante bien los requerimientos alimenticios de los conejos (NRC, 1977).

Por otro lado el contenido proteínico de la harina de lombriz (50.86%) también resultó más alto que el de las harinas de soja (44%), y carne y hueso (50%); y más bajo al de las harinas de carne (54%) y pescado (70%) (Cuadro IV del apéndice), los cuales son utilizados comúnmente en las raciones de animales, por lo que debido a su contenido proteínico, la harina de lombriz puede proponerse como un alimento de este tipo.

En los cuadros V y VI del apéndice se presentan los resultados de la composición química de la lombriz de tierra por diferentes autores, observándose algunas diferencias entre éstos y los obtenidos en la mezcla de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus en el Instituto Nacional de la Nutrición (Tabla II), debidas posiblemente a variaciones en las técnicas utilizadas en los diferentes laboratorios; o al tipo de sustrato donde las lombrices crecieron y se alimentaron (Satchell, 1983), observándose que la variabilidad es mínima en cada una de estas determinaciones y que el contenido proteínico siempre es más alto del 50% (Tabla II; y Cuadros V-VI del apéndice).

El contenido de amino-ácidos de la harina de lombriz, demuestra que la proteína es de buena calidad, dado el contenido

de amino-ácidos que presenta (Tabla III), resultando una proteína balanceada por contener en su estructura todos los amino-ácidos esenciales en las proporciones requeridas por el organismo humano (Harper, 1972); (Cuadro II del apéndice). Así mismo el -

TABLA III  
COMPOSICION DE AMINO ACIDOS EN LA HARINA DE LOMBRIZ  
(Eisenia foetida y Lumbricus rubellus)  
( g / 100 g de proteína )

AMINO ACIDOS	HARINA DE LOMBRIZ
<u>ESENCIALES</u>	
Fenilalanina	3.18
Isoleucina	4.40
Leucina	6.97
Lisina	8.41
Metionina	1.74
Treonina	3.85
Triptófano	0.62
Valina	5.18
<u>NO ESENCIALES</u>	
Ac. Glutámico	12.50
Ac. Aspártico	8.28
Alanina	4.72
Cisteína	1.09
Glicina	4.62
Histidina	1.40
Prolina	2.80
Serina	3.13
Tirosina	2.84
Argina	1.66

contenido de amino-ácidos de la harina de lombriz es mejor al contenido en la harina de pescado de sábalo, dándose las mayores proporciones con respecto a la isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, treonina, tirosina y valina; al de las harinas de carne y hueso dándose las mayores proporciones con respecto a la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, teonina, triptófano, tirosina y valina; también resultó superior al de la harina de soya con respecto a todos los aminoácidos, excepto la arginina (Cuadro VII del apéndice). Este contenido de amino-ácidos colocó a la harina de lombriz a la altura de cualquiera de éstos suplementos proteínicos utilizados principalmente en raciones para animales monogástricos que no pueden sintetizar los amino-ácidos esenciales. En el caso del conejo las cantidades de amino-ácidos proporcionados por la harina de lombriz (Tabla III), cubren satisfactoriamente los requerimientos establecidos por el NRC, 1977.

Por otro lado, los suplementos proteínicos de origen vegetal, utilizados generalmente en las dietas para animales domésticos, necesitan de la adición de algunos amino-ácidos como la lisina y la metionina, para hacerlas equivalentes a los suplementos de origen animal que son utilizados ocasionalmente debido a su precio tan elevado (Church, 1979); lo que constituye otro aspecto que favorece el uso de la harina de lombriz en las raciones para animales ya que no requiere de la adición de ningún amino-ácido en especial (Tabla III).

El cuadro VIII del apéndice por otra parte muestra los re

sultados de la composición de amino-ácidos para diferentes especies de lombrices por varios autores, observándose los valores más altos para Eisenia foetida y para la mezcla de Eisenia foetida y Lumbricus rubellus, debidos al substrato donde éstas se alimentaron, notándose que los resultados obtenidos en el Instituto Nacional de la Nutrición se asemejan a los de Taboga (1980) quien trabajó con las mismas especies, sólo en 8 amino-ácidos (alanina, ac. aspártico, ac. glutámico, glicina, isoleucina, leucina, lisina, y metionina), debido a que las lombrices utilizadas en el Instituto Nacional de la Nutrición fueron alimentadas en estiércol de conejo y las lombrices trabajadas por Taboga (1980) fueron alimentadas en estiércol de caballo, del cual hay evidencias, se obtienen las mejores biomásas de lombrices (Edwards et al, 1984), dado su mayor contenido en materia orgánica, lo que las enriquece más con respecto a su contenido en amino-ácidos (Satchell, 1983).

Con respecto a la digestibilidad de la harina de lombriz (50.94%) (Tabla IV), esta puede considerarse como buena con respecto a otros sustitutos proteínicos utilizados en las dietas comerciales. Resultando más alta que la de la harina de soya (40.10%), similar a la harina de carne (48%) y más baja a la harina de pescado (65.70%) (Cuadro IV del apéndice).

La porción digestible de la harina de lombriz (50.94%) se debe indudablemente al contenido de fibra cruda (2.67%); (Tabla II), la cual influye de manera decisiva en esta determinación, resultando la harina de lombriz un alimento nitrogenado-

TABLA IV  
DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA DE LA HARINA DE  
LOMBRIZ (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus)

IN VITRO +

---

MUESTRA	% PROTEINA DIGESTIBLE ( BASE SECA )
---------	--

---

Harina de lombriz	50.94
-------------------	-------

---

+/ Los análisis se realizaron por duplicado

de gran valor para los animales; sin embargo la porción no digestible (40.06%) podría deberse a la presencia de ciertos factores antinutricios, que aunque no se tiene evidencia directa de éstos, experimentos realizados con altas sustituciones de harina de lombriz en dietas para truchas arco iris (Stafford et al, 1984), presentaron decrementos en la ingestión del alimento y por lo tanto la posible existencia de ciertos factores antinutricios. Además, otro factor importante que puede influir en la digestibilidad podría ser la presencia de metales pesados en la harina de lombriz, pues se sabe que las lombrices tienden a acumular en sus tejidos grandes cantidades de éstos, dependiendo del substrato donde se desarrollen, incluyendo principalmente plomo, cadmio, cromo, cobre, níquel, mercurio y zinc, haciéndose necesaria la cuantificación de éstos en las harinas utilizadas en las dietas, antes de ser consumidas, para determinar si las proporciones de éstos metales son aceptables en los organismos (Satchell, 1983).

La tabla I presenta la composición de las raciones calculadas y la tabla V el análisis químico proximal de dichas raciones, observándose que ambas dietas resultaron isocalóricas e isoprotéicas, cubriendo satisfactoriamente los requerimientos para conejos en crecimiento (NRC, 1977).

Los promedios generales de peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en la tabla VI y en las gráficas 1, 2 y 3 correspondientemente.

TABLA V  
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
(BASE SECA)

FRACCIONES +	g / 100 g	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Materia Seca	92.49	88.11
Proteína Cruda ( N X 6.25 )	17.80	18.05
Extracto Etéreo	4.00	3.49
Fibra Cruda	12.00	9.58
Cenizas	10.20	11.94
E.L.N.	56.00	56.94
Kca.l/g	3.47	3.28

Tratamiento 1 - Dieta cuyo aporte protéinico fue harina de lombriz

Tratamiento 2 - Dieta cuyo aporte protéinico fue harina de soya.

E.L.N. Extracto libre de Nitrógeno.

+/- Las determinaciones fueron hechas por triplicado.

TABLA VI

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DE LOS DOS TRATAMIENTOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.

GRUPO DE ANIMALES	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
+ Peso Inicial promedio (g)	915	1007
Número de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la primera semana (g)	1090	1147
Número de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la segunda semana (g)	1162.5	1347
Número de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la tercera semana (g)	1347.2	1427.5
Número de animales	9	10
Consumo de alimento prome- dio (g) durante las tres - semanas por animal	1227.9	1260.5
Conversión alimenticia promedio (g/kg) durante las tres semanas por animal	3.1	3.2

+ Peso Inicial - Los datos del tratamiento resultaron iguales a los datos del tratamiento 2, por lo que éstos fueron tra- bajados sin ningún ajuste previo.



Con la finalidad de conocer si existían discrepancias en los parámetros considerados entre los tratamientos 1 y 2, se aplicó respectivamente la técnica estadística ANDEVA a la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y digestibilidad aparente.

#### Aceptación de alimento

Esta determinación se hizo únicamente en forma cualitativa.

El alimento fue aceptado satisfactoriamente por los conejos correspondientes a los dos tratamientos ( 1 y 2 ), observándose en la tabla VII que desde el inicio del experimento los animales del tratamiento 1 (harina de lombriz como suplemento protefnico), consumieron cantidades similares de alimento (308.5 g) que los animales del grupo control (harina de soya como suplemento protefnico) (335.1g); (Tabla VII), lo que nos indica que la sustitución del 30% de harina de lombriz en dietas para conejos es aceptable.

#### Ganancias de peso, Consumo de alimento y Conversión alimenticia

No se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia entre los tratamientos 1 y 2 (Tabla VI), por lo que  $H_0$  (nivel de significancia de 0.05) cae en la región de aceptación y por lo tanto se acepta  $H_0$  con un 95% de confianza en el caso respectivo.

Los resultados del ANDEVA están en los cuadros IX, X y XI del apéndice,

TABLA VII  
 CONSUMO DE ALIMENTO POR SEMANA Y POR ANIMAL PARA LOS DOS  
 TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO I			
CONEJO No.	ALIMENTO CONSUMIDO (g)		
	1a Semana	2a Semana	3a Semana
1	343.1	344.6	555.6
2	344.5	345.9	572.4
3	341.1	346.6	murió
4	292.0	344.3	597.4
5	262.0	343.1	596.9
6	307.2	345.8	588.6
7	267.7	347.4	580.5
8	323.5	346.4	585.4
9	344.7	347.3	604.1
10	257.7	334.7	492.9
	$\bar{X}$ 308.5	$\bar{X}$ 344.6	$\bar{X}$ 574.8

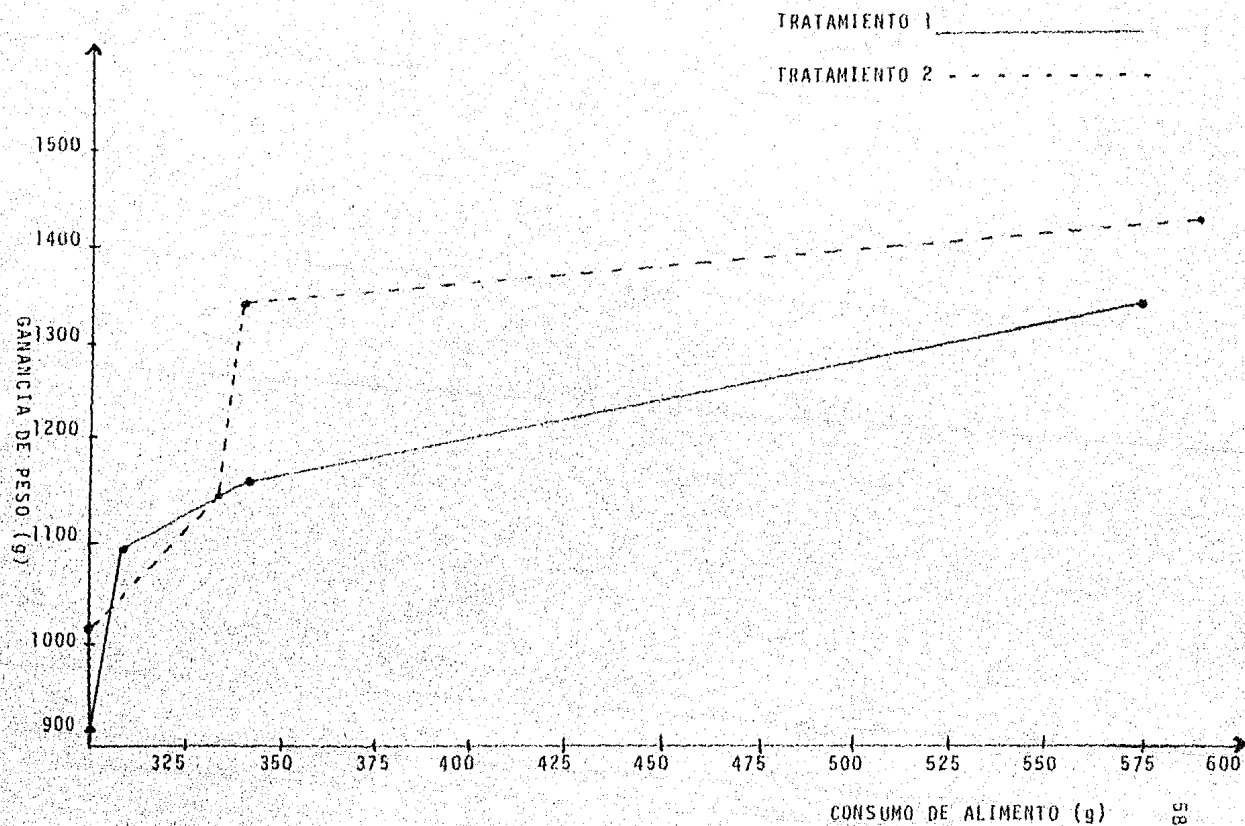
## CONTINUACION DE TABLA VII

CONSUMO DE ALIMENTO POR SEMANA Y POR ANIMAL PARA LOS DOS  
TRATAMIENTOS

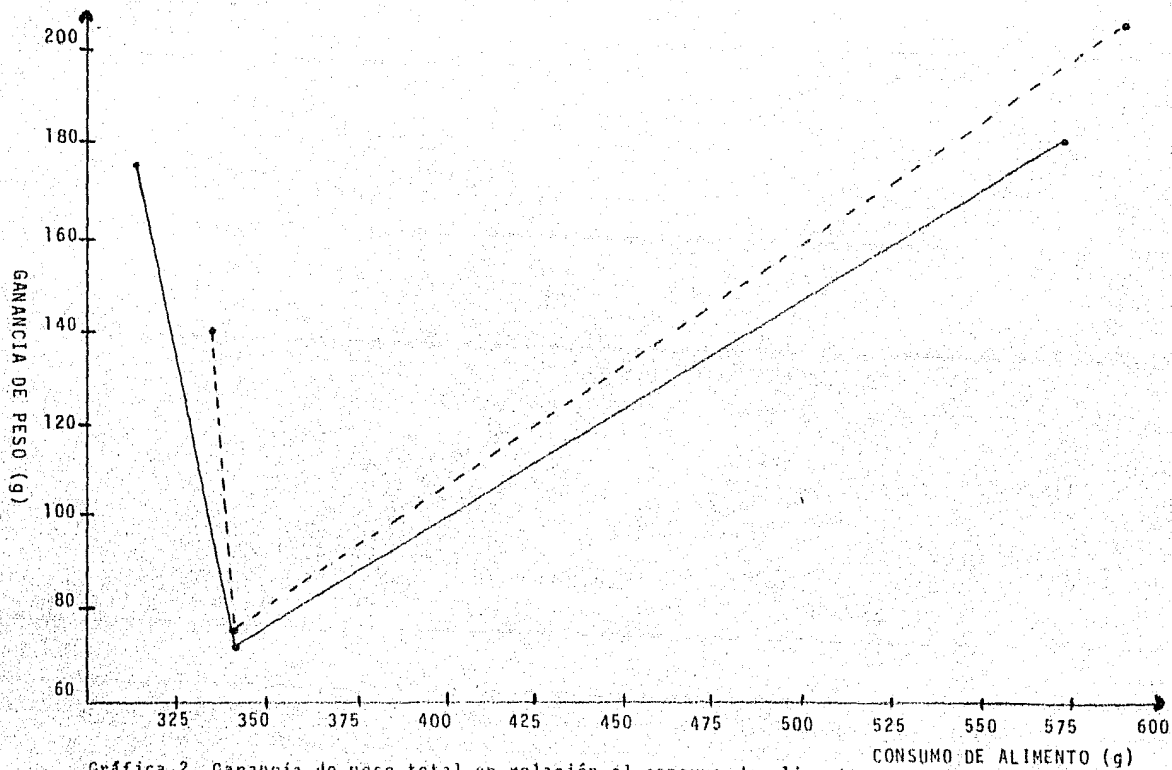
TRATAMIENTO 2			
CONEJO No.	ALIMENTO CONSUMIDO (g)		
	1a. Semana	2a. Semana	3a. Semana
1	332.1	335.2	578.0
2	311.5	340.9	581.2
3	339.3	345.2	596.0
4	344.3	346.7	610.2
5	321.7	336.8	469.8
6	331.3	338.3	582.0
7	343.5	344.7	608.4
8	343.4	346.5	605.1
9	343.2	344.5	606.2
10	340.7	344.4	594.8
	$\bar{X}$ 335.1	$\bar{X}$ 347.3	$\bar{X}$ 583.1

La ganancia de peso obtenido en los conejos alimentados con harina de lombriz como suplemento proteínico siguieron el mismo comportamiento que los conejos alimentados con la dieta control (soya como suplemento proteínico), incrementándose el peso en una forma lineal con respecto al consumo de alimento, obteniéndose las máximas ganancias de peso en la tercera semana (1347.2g para el tratamiento 1 y 1427.5 g para el tratamiento 2); (Gráfica 1), en la que también el consumo de alimento se incrementó (574.8g para el tratamiento 1 y 583.1 g para el tratamiento 2); por otro lado las menores ganancias de peso se obtuvieron en la segunda semana (72.5g para el tratamiento 1 y 75 g para el tratamiento 2); (Gráfica 2), debido posiblemente a que aún no estaban totalmente adaptados los animales a las dietas, ya que éstas fueron suministradas en forma de harina y como consecuencia los animales no consumieron lo que realmente requirieron en esa semana, notándose un cambio drástico entre la segunda y tercera semanas, tanto en la ganancia de peso (72.5 -180.5 g para el tratamiento 1 y de 75-205 g para el tratamiento 2; Gráfica 2), como en el consumo de alimento (344.6-574.8 g para el tratamiento 1 y 342.3-583.1 g para el tratamiento 2; Tabla VII y Gráfica 2), en donde los animales además de estar totalmente adaptados a las dietas, consumieron lo que realmente requirieron (NRC, 1977).

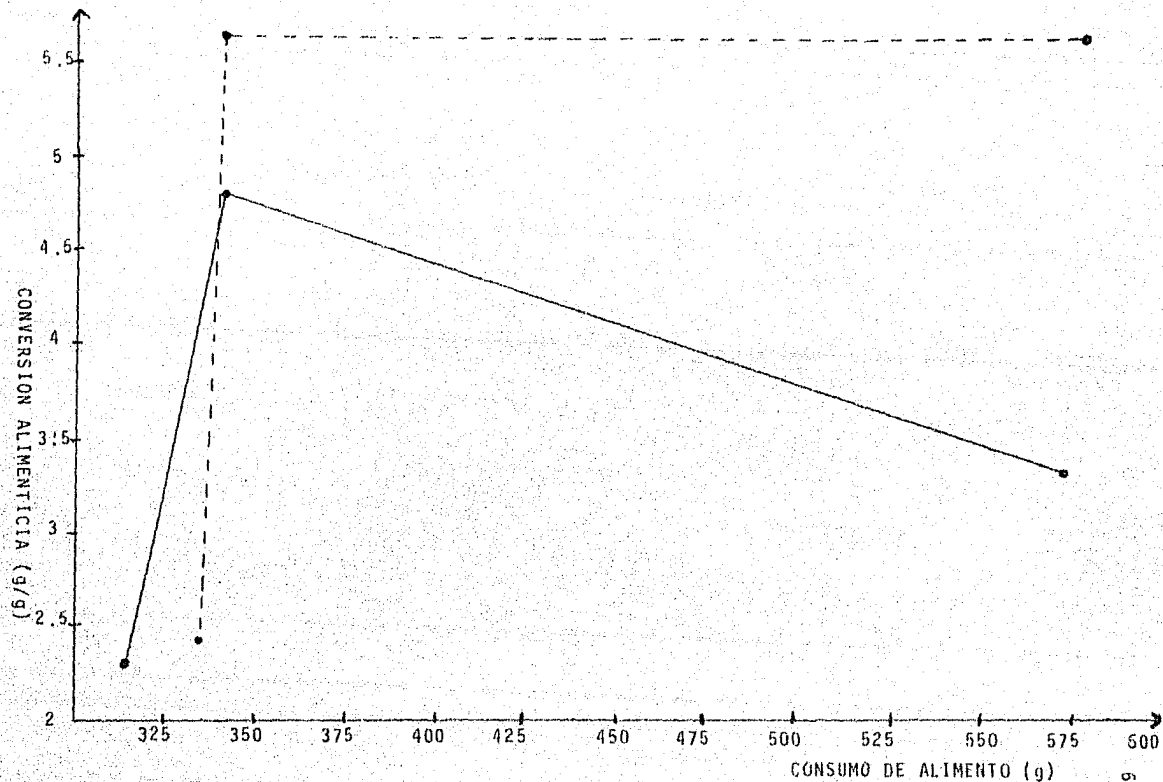
En la gráfica 3 la conversión alimenticia de las dietas muestra una conversión menor para la dieta 1 durante las tres semanas de estudio, sin embargo el análisis estadístico (Cua -



Gráfica 1. Peso inicial y peso final durante el estudio



Gráfica 2. Ganancia de peso total en relación al consumo de alimento durante los 3 semanas de estudio.



Gráfica 3. Conversión alimenticia total en relación al consumo de alimento durante las 3 semanas de estudio.

dro XI del apéndice), nos dice que esta diferencia no es significativa y que las conversiones alimenticias de ambas dietas (tratamiento 1 y 2) resultaron similares. Consumiéndose 3.12 g de alimento por 1 g de peso vivo con la dieta a base de lombriz (tratamiento 1) y 3.25 g por 1g de peso vivo con la dieta con control (tratamiento 2); (Gráfica 3), cubriendo en ambos casos los 3 Kg. de alimento por Kilo de peso vivo ganado, para una óptima rentabilidad del conejo (Costa, 1969).

Así mismo se observa en la gráfica 3 que las mejores conversiones fueron obtenidas en la primera y tercera semanas (2.35 g/g y 3.32 g/g correspondientemente para el tratamiento 1 y 2.40 g/g y 5.69 g/g para el tratamiento 2; Gráfica 3). Relacionándose la menor conversión durante la segunda semana (4.80 g/g para el tratamiento 1 y 5.62 g/g para el tratamiento 2; Gráfica 3), con la menor ganancia de peso (72.5 g y 75 g para los tratamientos 1 y 2 correspondientemente; Gráfica 2) y el menor consumo de alimento (344.6 g y 342.3 g para los tratamientos 1 y 2 correspondientemente; Gráfica 2) durante ésta.

La mortalidad durante el experimento fue baja (1 animal del tratamiento 1) presentándose hasta la tercera semana, atribuyéndose al gran stress (presentándose hasta la tercera semana, atribuyéndose al gran stress) presentado por este animal.

Las ganancias de peso (420 g para el tratamiento 1 y 40g para el tratamiento 2; Gráfica 2); el consumo de alimento (1227.9 g para el tratamiento 1 y 1260.5 g para el tratamiento 2; Tabla VI) y la conversión alimenticia (3.1 g/g y 3.2 g/g



para los tratamientos 1 y 2 correspondientemente; tabla VI) al resultar similares para ambos tratamientos sugieren; que posiblemente el 30% de sustitución de harina de lombriz por otros suplementos proteínicos en éste caso harina de soya se puede considerar el máximo nivel de sustitución para ser utilizado en dietas para animales sin alterar la ingesta de alimento y el crecimiento, y que quizás el haber utilizado un nivel de sustitución menor de harina de lombriz (10-20%), los resultados obtenidos en el tratamiento 1 hubieran sido mayores a los obtenidos en el grupo control, ya que se tienen evidencias de que los animales alimentados con sustituciones mayores al 50% de harina de lombriz, provocan una reducción en la ingesta de alimento y en la ganancia de peso, con una consecuente reducción en la conversión alimenticia, debido a la presencia de ciertos compuestos antinutricios presentes en la harina de lombriz, como ya se había mencionado anteriormente, los cuales pueden quedar enmascarados cuando ésta es incluida en las dietas en pequeñas proporciones (Stafford et al., 1984).

#### Digestibilidad aparente

El análisis químico proximal determina el valor nutritivo de un alimento, pero el valor real de éste no depende totalmente de la cantidad de nutrimentos, sino de las cantidades que el animal puede digerir y utilizar para el mantenimiento de sus funciones vitales (Schneider et al., 1975), por lo que es de suma importancia determinar la digestibilidad de un alimento.

En la tabla VIII se muestra la composición química de los

dos dietas correspondientes a los tratamientos 1 y 2 y de las heces, resultantes en la digestión de éstas, observándose que la composición química para cada uno de los nutrimentos siempre disminuyó en las heces, a excepción de la fibra cruda que resultó ser mayor, (12 -23.27% y 9.58- 24.70% para los tratamientos 1 y 2 correspondientemente), debido posiblemente a una concentración de ésta en el tracto digestivo de los conejos, por ser el nutrimento que representa las cantidades de celulosa, hemicelulosa y lignina, que son compuestos difícilmente degradables, favoreciendo así el metabolismo de los tres nutrimentos fundamentales, carbohidratos, grasas y proteínas, que comienzan con la degradación de estas sustancias en sus partes constituyentes. Los carbohidratos como almidón se descomponen en azúcares simples como glucosa; las grasas se hidrolizan en glicerina y ácidos grasos y las proteínas se rompen en amino-ácidos. Estos compuestos altamente solubles son los que primeramente se descomponen en moléculas pequeñas, difundiendo a través de las membranas del conducto gastrointestinal, siendo las primeras en la absorción (Slabaugh, 1972).

Por otro lado, la digestibilidad para cada uno de los nutrimentos determinados (materia seca, extracto etéreo, proteína y fibra cruda), presentó diferencias significativas entre el tratamiento 1 y 2 así como para el total de nutrimentos digeribles (TDN), por lo que  $H_0$  (nivel de significancia de 0.05% cae en la región de no aceptación y por lo tanto se acepta  $H_A$  con un 95% de confianza en el caso respectivo. Los resultados del

ANDEVA están en el cuadro XII del apéndice).

Los coeficientes de digestibilidad para la dieta elaborada con harina de lombriz como suplemento proteínico (tratamiento 1) resultaron más altos que para la dieta elaborada con harina de soya (tratamiento 2); (Tabla IX), siendo los nutrimentos más digestibles los carbohidratos (83.61% (T1) y 82.22% (T2)), las grasas (93.27% (T1) y 89.10% (T2)) y las proteínas (85.66% (T1) y 81.37% (T2)), y el nutriente menos digestible la fibra (68.02% (T1) y 50.61% (T2)); (Tabla IX), por lo que ya se mencionó anteriormente con respecto a su metabolismo.

Así mismo, se presenta el porcentaje de digestibilidad para cada nutriente, como una medida general del valor nutritivo de los alimentos (Tabla X), presentando la mayor digestibilidad los nutrimentos del tratamiento 1 (suplemento proteínico, harina de lombriz), la cual puede ser atribuida como se mencionó al analizar la digestibilidad in vitro, a la pequeña o nula existencia de ciertos factores antinutricios que en el caso de la harina de soya (tripsina, saponinas y hemaglutininas) éstos inhiben su digestibilidad, y que aunque son inactivados por el calor aplicado durante el procesamiento para la extracción de aceite, la digestibilidad de la harina de soya resulta menor (40.1%) a la que presenta la harina de lombriz (50.94%), (cuadro IV del apéndice y tabla II), repercutiendo estos valores en la digestibilidad de la dieta ya elaborada.

El total de nutrimentos digestibles (TDN), igualmente resultó ser mayor para el tratamiento 1 (70.43%) que para el tra-

tamiento 2 (68.17%), al igual que la relación nutritiva (1:4.2- y 1:4.0 para los tratamientos 1 y 2 correspondientemente), cubriendo mejor las necesidades energéticas del conejo en cualquiera de sus etapas fisiológicas (Costa, 1969; MRC, 1977) (Tabla X).

TABLA VIII  
COMPOSICION QUIMICA DE LOS ALIMENTOS Y DE LAS HECES  
CORRESPONDIENTES A LOS DOS TRATAMIENTOS  
(BASE SECA)  
g/100g

FRACCIONES +	ALIMENTO	HECES	ALIMENTO	HECES
	T1	T1	T2	T2
Humedad	0	0	0	0
Materia Seca	92.49	24.19	88.11	23.82
Cenizas	10.20	4.58	11.94	6.74
Extracto Etéreo	4.00	1.62	3.49	1.83
Proteína Cruda ( N x 6.25 )	17.80	15.49	18.05	16.69
Fibra Cruda	12.00	23.27	9.58	24.70
E.L.N. **	56.00	55.03	56.94	50.03
( Kcal/g)	3.47	2.96	3.28	2.83

+/- Las determinaciones fueron hechas por triplicado

+/- Extracto Libre de Nitrógeno.

TABLA IX  
 COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA CADA UNO DE LOS  
 NUTRIMENTOS EN LAS DIETAS CORRESPONDIENTES A LOS  
 TRATAMIENTOS 1 y 2

	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD	
	T1	T2
Materia Seca	95.68 <sup>a</sup>	94.54 <sup>b</sup>
Proteína Cruda	85.66 <sup>a</sup>	81.37 <sup>b</sup>
Fibra Cruda	68.02 <sup>a</sup>	50.61 <sup>b</sup>
Extracto Etéreo	93.27 <sup>a</sup>	89.10 <sup>b</sup>
E.L.N.	83.61 <sup>a</sup>	82.22 <sup>b</sup>

a, b: Renglones con diferente literal son distintos (P<0.05)

E.L.N. Extracto libre de Nitrógeno.

TABLA X  
DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS DIETAS CORRESPONDIENTES A LOS  
TRATAMIENTOS 1 y 2

FRACCIONES	% NUTRIMENTOS DIGESTIBLES	
	T1	T2
Materia Seca	86.40	83.29
Proteína Cruda	15.24	14.68
Fibra Cruda	8.15	4.84
Extracto Etéreo	3.72	3.10
E.L.N.	46.82	46.48
TDN +	70.43	68.17
Energía Digestible Kcal/g.	1.96	1.82
Relación Nutritiva	1 : 4.22	1 : 4.09

TDN = Total de Nutrientes Digestibles

E.L.N. Extracto Libre de Nitrógeno.

## VII CONCLUSIONES

El estudio sobre la composición química de la harina de lombriz (Eisenia foetida y Lumbricus rubellus), permite un mayor conocimiento para determinar su utilización dentro de la alimentación animal; pudiendo concluir de este modo, con base a sus características químicas lo siguiente: el valor de la proteína cruda (50.86%) representa un buen potencial proteínico, al igual - que el extracto libre de nitrógeno (29.04%) y el extracto etéreo (10.16%) pueden considerarse como potenciales energéticos (4.72 Kcal/g)

El contenido de amino-ácidos indica que la proteína de la harina de lombriz es de buena calidad, resultando una proteína balanceada por contener en su estructura todos los amino-ácidos esenciales en las proporciones requeridas para los conejos, - e incluso para el organismo humano.

La digestibilidad de la proteína de la harina de lombriz (50.94%), se puede considerar como buena con respecto a otros suplementos proteínicos de origen vegetal y animal, siendo más - alta que la de la harina de soya (40.1%), similar a la harina de carne (48.0) y más baja que la harina de pescado (65.7%).

La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión ali

menticia presentadas por los conejos bajo estudio, demuestran que la sustitución del 30% de harina de lombriz como suplemento proteínico en las dietas para éstos animales, ofrece los mismos resultados que utilizando harina de soya y que quizás éste sea el máximo nivel de sustitución, pues sustituciones mayores al 50% inhiben el consumo de alimento, la ganancia de peso y consecuentemente la conversión alimenticia (Stafford et al., 1984).

En cuanto a la digestibilidad aparente de las dos dietas bajo estudio (70.43 y 68.17% para el tratamiento 1 y 2 correspondientemente), la dieta elaborada a base de harina de lombriz resultó ser más digestible que la dieta control, demostrando que la posible existencia de ciertos factores antinutricios queda enmascarada por los demás ingredientes de la dieta, o que quizás ésta sea nula, lo que la pone en ventaja con respecto a los suplementos proteínicos de origen vegetal que generalmente contienen factores antinutricios que inhiben la digestibilidad.

De acuerdo al contenido proteínico, composición de aminoácidos y valor de la digestibilidad, se podría proponer a la harina de lombriz como un buen suplemento proteínico de origen animal siempre y cuando se cumpla con las siguientes recomendaciones:



## RECOMENDACIONES

Realizar estudios microbiológicos en la harina de lombriz-destinada al consumo animal, para determinar la existencia de - posibles parásitos que pudieran ser ingeridos por los animales-  
consumidores.

Determinar la existencia de factores antinutricios que inhiban la ingestión del alimento y así determinar el mejor rango de sustitución, para evitar posibles daños a los animales consu-  
midores.

Utilizar sustratos lo menos contaminados por metales pesados para el crecimiento y alimentación de las lombrices destinadas a la alimentación animal, pues éstas tienden a acumular en- sus tejidos: Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Hg y Zn los cuales podrían ser tóxicos en concentraciones excesivas, por lo que es necesario - realizar cuantificaciones continuas de los mismos, para determinar si las concentraciones presentes pueden ser tolerables o no por los animales consumidores.

Trabajar con animales domésticos alimentados con harina de lombriz durante períodos más largos, para determinar a ciencia-  
cierta los riesgos al utilizarla como suplemento proteínico.

Investigar un método adecuado para la industrialización de la harina de lombriz, con la participación de grupos multidisciplinarios de profesionales, técnicos y administradores, pues el método utilizado en los estudios hasta ahora realizados resulta más caro que los métodos utilizados para la obtención de otros-

suplementos protéicos de tipo comercial, resultando la harina - de lombriz un ingrediente protéinico mas caro que la harina de carne y similar en costo a la harina de pescado (Lee, 1985).

## VIII BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANDAPIA; B.G. Estudio sobre la alimentación protéica de los conejos. Tesis profesional. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.N.A.M. 1974.
- 2.- AYALA; M.E. Alimentación de los Conejos. Madrid, España, - Folleto No. 6 024. 1966.
- 3.- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, (AOAC). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry. 13 a ed. Washington, D.C. Métodos: 14.004, 14.006, 2.049, 7.045, 7.054 1985.
- 4.- BALANDRANO, C.S. Evaluación Biológica de Proteínas en Materias Primas y Dietas Terminadas para alimentación animal. Tesis Profesional: Lic. en Biología. Fac. Cs., U.N.A.M. 1973).
- 5.- BARNES, D. Robert Zoología de los invertebrados, 3a. ed., - Ed. Interamericana. México. 1980.
- 6.- BATEMAN, J.V. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Ed. Herrero. México. 1970.
- 7.- BOURGES, H. Nutrición y Alimentos. Su problemática en México. Ed. Continental. México. 1982.
- 8.- BRINKHURST, R.O., and Jamieson, B. G. Aquatic Oligochaeta of the world. Toronto University. Canadá. 1972.
- 9.- CAMPOS; N.J. M., De Dios Urteaga. F., Espinoza, S.F.J. Estudio de las necesidades de proteína y energía y su

interrelación en conejos en crecimiento. Tesis Profesional. Dpto. de Zootecnia. Escuela Nacional de - Chapingo. México. 1977.

- 10.- CECIL LOEB. Tratado de Medicina Interna. Ed. Interamericana México. 1972.
- 11.- CHURCH, D. C. Livestock. Feeds and Feeding. 4a ed. O & Books. USA. 1979.
- 12.- CONCONI J. RAMOS ELORDUY DE. Los insectos como fuente de -  
proteínas en el futuro. Ed. Limusa. México. Institu -  
to de Biología, U.N.A.M. 1982.
- 13.- COSTA, BATLLORI, P. Cunicultura. 2a. ed. Ed. Aedos. Barcelo -  
na, España. 1969.
- 14.- DANIEL, W.W. Bioestadística. 3a. ed. Ed. Limusa. México -  
1982.
- 15.- EDWARDS, C.A., Burrows, I., Fletcher, K.E. & Jones, B.A. -  
"The Use of Earthworms for Composting farm wastes".  
Agricultural and Food Research Council, London. U.K.  
(Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Hert -  
fordshire, U.K), 229-241 1984.
- 16.- EDWARDS, C.A., Lofty, J.R. Biology of Earthworms. 2a. ed. -  
Great Britain. 1977.
- 17.- ENSMINGER, M.E., and Ollentine, G.C. Feeds and Nutrition. -  
The Ensminge Publishing Co. U.S.A. 1980.

- 18.- FERRUZI. C. Manuale del Lombricoltore. Seconda Edizione - Printed Italy. 1984.
- 19.- GARCIA G. Utilización de la lombriz roja (Helodrilus foetidus fresca, como sustituto parcial de proteina en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis Profesional: Depto. de Zootecnia Escuela Nacional de - Chapingo. 1978.
- 20.- GUERRA, P.L. Estudio Preliminar sobre la utilización de lombriz de tierra (Helodrilus foetidus) en la alimentación del Bagre de Canal (Ictalus punctatus). Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria. Monterrey. 1982.
- 21.- HARPER, H. A. Manual de Química Fisiológica. El Manual Moderno. México. 1971.
- 22.- HERNANDEZ, I. TEJADA DE. Manual de Laboratorio para análisis de Ingredientes utilizados en la alimentación-Animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C. SARH. INIP. 1983.
- 23.- LEE, K.E. Eartworms thier Ecology and Relationships with Soils and Lánd Use. Academic Press Australia. - 1985.
- 24.- LÓPEZ, V.S. Comunicación personal. Cunicultor. México. -- 1985.
- 25.- MILLER, D.S., Bender, A.E. Evaluation of Protein Quality. Report of International Conference Comite on Pro-

- tein Malnutrition National. Academy of Sciences - Washington, D.C. 1963.
26. MINNICH, J. The Earthworm Book. How to Raise and Use Earthworms for you Farm and Garden. Library of Congress Cataloging in Publication. 1977.
27. NRC. Nutrient Requeriments of Rabbits. Nat. Acad. Sci. Washington, D. C. 1977.
28. OLMEDO, P.S. Estudio Comparativo en el Proceso de Comercialización en el Distrito Federal del Ganado Bovino y Conejuno, destinado a la producción de carne para consumo humano. Tesis Profesional. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 1981.
29. PARLAMENTI, R. Guida all allevamento redditizio del Lombri co. Edizione Omega Milano. Italia. 1984.
30. PELLET, L.P., Young, R.V. Nutritional evaluation of protein foods. Ed. The United National University. Japan. - 1980.
31. PRO, M.A., Sosa, M. Manual de Procedimientos Analíticos para Alimentos de Consumo Animal. Colegio de Postgraduados. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México. 1979.
32. REVUELTA, L. Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal. Salvat Editores, S.A, México. 1953.
33. REYNOLDS, W. John. The Earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. Life Sciences Miscellaneous-Publications Royal Ontario Museum. Canada. 1977.

- 34.- RIOJA, LO BIANCO, E. Oronoz, R. Manuel., Larios, R. Ignacio. Tratado elemental de Zoología. 12a. ed. Ed. - E.C.L.A. México. 1979.
- 35.- SATCHELL, J.E. Earthworm Ecology from Darwin to vermiculture. 1a. ed. Chapman and Hall Ltd. The University Press, Cambridge, Great Britain 1983.
- 36.- SCHNEIDER, H. Burch., Flatt, P. William. The evaluation of Feeds through Digestibility Experiments. The - University of Georgia Press. U.S.A. 1975.
- 37.- SLABAUGH, W.H. and Persons, T.D. Química General. 1a. ed. Ed. Limusa. Willey, S.A. México. 1972.
- 38.- SPACKMAN, D.H., Stein, W.H. & Moore, S. Cromatografía de amino-ácidos. Analyt. Chem., 30: 1190.1958.
- 39.- STAFFORD, E.A. & Tacon, A. G. J. "Nutritive Value of the Earthworm: Dendrodrilus subrubicundus, Grown on Domestic Sewage in Trout Diets". Agricultural and Food Research Council, London U.K. (Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland, - Great Britain) 1984. 9., 249-266.
- 40.- STEIN, W. and Moore, S. Chromatography of aminoacids on - sulfonated polystyrene resins. J. Biol. Chem. V. - 192: 663. 1951.
- 41.- TABOGA, L. "The Nutritional Value of Earthworms for Chickens": British Poultry Science. (308, Courtland - Avenue, Park Ridge, Illinois 60068, U.S.A.) 1980. 21:405- 410.

- 42.- VALDIVIA, R.A. Planeación para el fomento de la Cunicultura. Tesis Profesional. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. 1971.
- 43.- WHITE, A., Phylip, A., Smith, E., Stteten, D. Principios de Bioquímica. Mc. Graw Hill Book. Co., New York.- 1964.



IX APENDICE

APENDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1

REQUERIMIENTOS PROTEINICOS Y CALORICOS SEGUN EDAD Y SEXO DEL SUJETO (10)

	EDAD AÑOS	PROTEINAS (G/KG)	CALORIAS
Infantes	0-1/6	2.2	120
	1/6-1/2	2.0	110
	1/2-1	1.8	100
Niños	1-2	25	1100
	2-3	25	1250
	3-4	30	1400
	4-6	30	1600
	6-8	35	2000
	8-10	40	2200
	10-12	45	2500
Varones	12-14	50	2700
	14-18	60	3000
	18-22	60	2800
	22-35	65	2800
	35-55	65	2600
	55-75	65	2400
	Mujeres	10-12	50
12-14		50	2300
14-16		55	2400
16-18		55	2300
18-35		55	2000
35-55		55	1800
55-75		55	1700
Embarazo		65	200
Lactancia		75	1000

CUADRO No. II  
AMINO ACIDOS ESENCIALES

NOMBRE	INGESTION DIARIA RECOMENDADA (G)
Triptófano	0.5
Fenilalanina	2.2
Lisina	1.6
Treonina	1.0
Valina	1.6
Metionina	2.2
Leucina	2.2
Insoleucina	1.4

CUADRO No. III  
INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO (12)

81

Orden - Familia	Especie	Estado del desarrollo en que se comen	Lugar de consumo
<b>ODONATA</b>			
Aeshnidae	<i>Anax</i> sp.	Ninfas	Sonora
<b>ORTHOPTERA</b>			
Acridiidae	<i>Schistocerca paranensis</i>	Ninfa y adulto	Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán
	<i>Sphenarium purpurascens</i>	Ninfa y adulto	Oaxaca
	<i>Sphenarium</i> spp.	Ninfa y adulto	Morelos, Puebla
	<i>Sphenarium histrio</i>	Ninfa y adulto	Oaxaca, Guerrero
	<i>Toeniopoda</i> sp.	Ninfa y adulto	Morelos
	<i>Trimerotropis</i> sp.	Ninfa y adulto	Hidalgo
	<i>Spharogemon aequale</i>	Ninfa y adulto	Michoacán
	<i>Plectotetra nobilis</i>	Ninfa y adulto	Oaxaca
	<i>Melanoplus</i> sp.	Ninfa y adulto	Oaxaca
<b>ANOPLURA</b>			
Pediculidae	<i>Pediculus humanus</i>	adulto	Oaxaca
<b>HEMIPTERA</b>			
Penatomiidae	<i>Euchistus crenator</i>	Ninfa y adulto	Morelos, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Guerrero.
	<i>Euchistus lineatus</i>	Ninfa y adulto	Morelos, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Guerrero.
	<i>Euchistus strenuus</i>	Ninfa y adulto	Morelos, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Guerrero.
	<i>Atizca asultus</i>	Ninfa y adulto	Morelos, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz
	<i>Edessa petersii</i>	Ninfa y adulto	Guerrero
	<i>Edessa mexicana</i>	Ninfa y adulto	Morelos, Edo. de México, Hidalgo, Veracruz, Guerrero
	<i>Edessa conspersa</i>	Ninfa y adulto	Edo. de México, Guerrero
	<i>Atizca lascuensis</i>	Ninfa y adulto	Guerrero.
Corixidae	<i>Kriousoecoria azteca</i>	Huevo, ninfa y adulto	Edo. de México, Guanajuato, Michoacán.
	<i>Kriousoecoria femorata</i>	Huevo, ninfa y adulto	Edo. de México, Guanajuato, Michoacán
	<i>Corisella texcocana</i>	Huevo, ninfa y adulto	Edo. de México, Guanajuato, Michoacán
	<i>Corisella metzneria</i>	Huevo, ninfa y adulto	Edo. de México, Guanajuato, Michoacán
Notonectidae	<i>Notonecta unifasciata</i>	Huevo, ninfa y adulto	Edo. de México, Guanajuato, Michoacán
Cyrenidae	<i>Pachilla gigas</i>	Ninfa y adulto	Querétaro, Hidalgo, Guerrero.
Belostomatidae	<i>Lethocerus</i> sp.	Ninfa y adulto	D. F. Morelos
	<i>Abedus ovatus</i>	Ninfa y adulto	D. F.
<b>HOMOPTERA</b>			
Membracidae	<i>Umbonia</i> sp.	Ninfa y adulto	Morelos, Guerrero
	<i>Hopliphora minogramma</i>	Ninfa y adulto	Michoacán, Guerrero, Edo. de Méx.
	<i>Proana</i> sp.	Adulto	Hidalgo
Cicadidae	<i>Melanaspis spinolae</i>	Larva	Hidalgo
<b>COLEOPTERA</b>			
Curculionidae	<i>Rhynchophorus palmivorus</i>	Larva	Tabasco, Guerrero, Veracruz
	<i>Scaphophorus acupunctatus</i>	Larva	Hidalgo, Estado de México

CUADRO No. III (CONTINUACION)

Orden-Familia	Especie	Estado del desarrollo en que se comen	Lugar de consumo
Scarabaeidae	<i>Strategus sp.</i>	Larva	Chiapas
	<i>Pylophaga spp.</i>	Larva	Michoacán
Cerambycidae	<i>Nyctoryctes spp.</i>	Larva	Chiapas
	<i>Cerambyx sp.</i>	Larva	Michoacán Guerrero
	<i>Trichoderes bini</i>	Larva	Guerrero, Michoacán
	<i>Stenodermis molaria</i>	Larva	Veracruz, Chiapas, Puebla, Baja California
Cicindelidae	<i>Cicindela curvata</i>	Larva	Chiapas
	<i>Cicindela roseiventris</i>	Larva	Chiapas
TRICHOPTERA			
Hydropsichidae	<i>Lepionema sp.</i>	Larva	Veracruz
LEPIDOPTERA			
Megathymidae	<i>Aegiale (Acentrocneme) hesperaria</i>	Larva	Edo. de México, Hidalgo, Tlaxcala, Querétaro, Puebla, San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco, D.F., Puebla, Hidalgo, Querétaro, Puebla, San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco, D.F.
Cossidae	<i>Cossus reutenbachii</i>	Larva	Edo. de México, Hidalgo, Tlaxcala, Querétaro, Puebla, San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco, D.F.
Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Larva	Edo. de México
	<i>Erebus odoratus</i>	Larva	Oaxaca, Guerrero, Estado de México
	<i>Heliothis zea</i>	Larva	Edo. de México, Hidalgo, Tlaxcala
Pyralidae	<i>Lanifera cycloides</i>	Larva	Hidalgo
Pieridae	<i>Eucheris socialis</i>	Larva	D.F., Hidalgo, Chihuahua
	<i>Catantista teuflii</i>	Larva y pupa	D.F.
DIPTERA			
Ephydriidae	<i>Ephydra hians</i>	Larva	Edo. de México
	<i>Gymnopa tibialis</i>	Larva	Edo. de México
HYMENOPTERA			
Formicidae	<i>Liomotopum apiculatum</i>	Huevo, larva, pupa	Tampulipas, Michoacán, D.F., Edo. de México, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala
	<i>Mormecostus melliger</i>	Adulto	Tampulipas, Hidalgo
	<i>Mormecostus mexicanus</i>	Adulto	Yucatán, Campeche
	<i>Atta mexicana</i>	Adulto	Veracruz, Oaxaca, Zacatecas, Guerrero, Guanajuato
Apidae	<i>Atta cephalotes</i>	Adulto	Chiapas
Meliponidae	<i>Apis mellifera</i>	Huevo, larva, pupa	Toda la República
	<i>Bombus diligens</i>	Huevo, larva, pupa	Chiapas
	<i>Melipona fasciata</i>	Huevo, larva, pupa	Guerrero
	<i>Melipona ruficornis</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca
	<i>Melipona beckeri</i>	Huevo, larva, pupa	Yucatán
	<i>Melipona interrupta</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca
	<i>Trigona jay</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca, Tabasco, Campeche, Yucatán
	<i>Trigona pectoralis</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca, Tabasco
	<i>Trigona nigra nigra</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca, Tabasco, Campeche, Yucatán
	<i>Partamona sp.</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca, Tabasco, Campeche, Yucatán
	Vespidae	<i>Leptinella limoa</i>	Huevo, larva, pupa
	<i>Nectarinia lecheguana</i>	Huevo, larva, pupa	Campeche, Yucatán
	<i>Polysia sp.</i>	Huevo, larva, pupa, adulto	Michoacán
	<i>Polistes sp.</i>	Huevo, larva, pupa	Oaxaca, Michoacán

CUADRO No. IV. COMPOSICION DE VARIOS E IMPORTANTES SUPLEMENTOS PROTEICOS (11)

SUPLEMENTO PROTEICO	MATERIA SECA %	PROTEINA	CRUDA DIGES TIBLE %	GRASAS	FIBRA CRUDA	CENIZAS
HARINA DE SEMILLAS DE ALGODON	90.0	41.0	34.9	1.0	13.0	6.5
HARINA DE SOYA	90.0	44.0	40.1	0.5	6.5	6.0
HARINA DE SEMILLAS DE GIRASOL	93.0	46.0	41.4	2.9	11.0	7.0
HARINA DE CARNE Y HUESO	92.0	50.0	44.5	8.7	2.8	30.0
HARINA DE PESCADO	92.0	70.0	65.7	9.0	1.0	15.0
HARINA DE SANGRE	92.0	81.0	63.2	1.5	1.0	4.0
HARINA DE CARNE	92.0	54.0	48.0	7.2	2.5	28.0

CUADRO No. V COMPOSICION QUIMICA DE LA LOMBRIZ DE ESTIERCOL

Eisenia foetida ( 35 ) g/100

BASE SECA

FRACCIONES	MC. INROY (1971)	FOSGATE Y BABB (1972)	SHULZ Y GRAFF (1978)	SABINA (1978)	TABOGA (1980)	HARTENSTEIN (1981)
MATERIA SECA	12.9	22.9	-	20.25	15-20	18
PROTEINA CRUDA (N X 6.25 )	68.1	58.2	66.3	62.64	62.71	65
EXTRACTO ETereo	6.4	2.8	1.9	7-10	2.3-4.5	0
FIBRA CRUDA		3.3				
CARBOHIDRATOS		14.2	11.6	8-10		21
CENIZAS	5.2					
CALCIO		0.54		0.55		0.3 - 0.8
FOSFORO		0.90	1.0	1.0		0.7 - 1.0
ENERGIA KJ/Kg				16380-17220		

## CUADRO No. VI

ANALISIS PROXIMAL DE LA LOMBRIZ ROJA Helodrilus foetidus<sup>+</sup>  
(19)

FRACCIONES	BASE	SECA
	<u>Abe et al</u> (1977)	García (1978)
Proteína Cruda	64.86	65.20
Fibra Cruda	0.75	3.90
Extracto Etéreo	8.65	8.10
E.L.N.	21.16	12.30
Cenizas	4.58	10.40

+ Helodrilus foetidus es una sinonimia de Eisenia foetida designada en 1913 por Michaelsen (W. Reynolds, 1977).

E.L.N. Extracto libre de Nitrógeno.



CUADRO No. VII  
 COMPOSICION DE AMINO ACIDOS DE ALGUNOS SUPLEMENTOS PROTEINICOS, UTILIZADOS  
 EN RACIONES PARA ANIMALES DOMESTICOS (11)  
 AMINOACIDOS

INGREDIENTE	PROTEINA	ARG	CYS	GLI	HIS	ISOLEU	LEU	LIS	MET	FENIL	TREO	TRYP	TIR	VAL
SUPLEMENTO DE ORIGEN VEGETAL														
HARINA DE SOYA	45.8	3.20	0.67	2.1	1.1	2.5	3.40	2.90	0.60	2.20	1.70	0.60	1.40	2.40
SUPLEMENTOS DE ORIGEN ANIMAL														
HARINA DE CARNE	53.4	3.7	0.60	2.20	1.10	1.90	3.50	3.80	0.80	1.90	1.80	0.30	0.90	2.61
HARINA DE SANGRE	79.9	3.50	1.40	3.40	4.2	1.0	10.30	6.9	0.90	6.10	3.70	1.10	1.80	6.50
HARINA DE PESCADO														
ANCHOVETA	66.0	4.46	1.0	5.1	1.84	3.4	7.01	5.4	2.19	2.48	3.04	0.80	1.77	3.54
ARENQUE	70.6	4.0	1.6	5.0	1.30	3.20	5.10	7.30	2.0	2.60	2.60	0.90	2.10	3.20
SABALO	61.3	4.0	0.94	4.94	1.80	4.10	5.0	5.30	1.80	2.70	2.90	0.60	1.60	3.60
HARINA DE CARNE Y HUESO	50.6	4.0	0.64	6.60	0.90	1.70	3.10	3.50	0.70	1.80	1.80	0.20	0.80	2.40
HARINA DE LOMBRIZ **	50.8	1.66	-	4.62	1.40	4.40	6.97	8.41	1.74	3.18	3.85	0.62	2.84	5.18

\*\* DETERMINACION REALIZADA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION, DEPTO. DE NUTRICION ANIMAL.

CUADRO No. VIII  
 COMPOSICION DE AMINO ACIDOS EN LA PROTEINA DE LA LOMBRIZ (35)  
 (g/100g)

AMINO	MC. TIROY (1971) a	TABOGA (1980)b	SERIE (1981)a	GRAFF (1981)a	GRAFF (1981)c	FM d	MM d	INN. b
ALA	6.1	5.4	6.0	6.0	5.2			4.72
ARG*	6.1	7.3	6.8	6.1	6.1	6.7	6.5	1.66
ASP		10.5		11.0	10.3			8.22
CYS	1.8	1.8	3.8	1.4	1.6	1.1	1.3	-
GLUT		13.2		15.4	13.8	14.8	13.8	12.50
GLICINA		4.3	4.8			4.0	7.2	4.62
HIST	2.2	3.8	2.6	2.3	2.6	2.0	2.5	1.40
HISOLEU*	4.6	5.3	4.2	4.7	4.5	2.5	6.0	4.40
LEUS*	8.1	6.2	7.9	8.2	7.9	6.4	8.4	6.97
LIS*	6.6	7.3	7.1	7.5	7.1	6.9	10.4	8.41
MET*	1.5	2.0	3.6	1.8	2.0	1.5	3.0	1.74
FENIL	4.0	5.1	3.7	3.5	4.1	3.5	4.2	3.18
PROL		5.3						2.80
SER		5.8	4.7	4.8	4.8			3.13
TREO*	5.3	6.0	4.8	4.7	4.8	3.3	4.6	5.85
TRIYP*		2.1				.5	1.1	.62
TIR		4.6	2.2	3.0	3-4	1.6	3.0	2.84
VAL	5.1	4.4	4.9	5.2	5.0	4.7	5.7	5.18

\*AMINO ACIDOS ESENCIALES; a *Eisenia foetida.*, b) Mezcla de *Eisenia foetida* *Lumbricus rubellus.*, c *Eudrilus eugeniae.*, d MM, Harina de Carne, FM, Harina de pescado INN, Instituto Nacional de la Nutrición.

CUADRO No. IX  
 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS  
 DE VARIANZA (ANDEVA), PARA LA  
 GANANCIA DE PESO

TRATAMIENTO 1*		TRATAMIENTO 2*	
(HARINA DE LOMBRIZ COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)		(HARINA DE SOYA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)	
No. de Muestra	Ganancia de Peso (g)	No. de Muestra	Ganancia de PESO (g)
1	16.66	1	28.81
2	32.14	2	19.05
3	21.29	3	34.52
4	26.19	4	21.43
5	16.66	5	11.90
6	19.05	6	15.48
7	17.86	7	21.43
8	23.81	8	19.05
9	17.86	9	16.66
10	14.29	10	16.66
Total	205.81	Total	199.99
Media ( $\bar{X}$ )	20.58	Media ( $\bar{X}$ )	19.99
Desviación (S) $\pm$ 5.41		Desviación (S) $\pm$ 6.14	
Estándar		Estándar	

\* No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.5$ ) entre los tratamientos.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS DE VARIANZA  
(ANDEVA) PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO

TRATAMIENTO 1*		TRATAMIENTO 2 *	
(HARINA DE LOMBRIZ COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)		(HARINA DE SOYA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)	
No. Muestra	Consumo de Alimento (g)	No. Muestra	Consumo de Alimento (g)
1	1243.32	1	1245.30
2	1262.80	2	1233.60
3	1262.56	3	1280.50
4	1233.70	4	1301.20
5	1204.00	5	1128.30
6	1241.60	6	1251.60
7	1195.60	7	1296.60
8	1255.30	8	1295.00
9	1296.10	9	1293.90
10	1085.30	10	1279.90
Total	12280.28	Total	12605.90
Media ( $\bar{X}$ )	1228.02	Media ( $\bar{X}$ )	1260.50
Desviación (S) $\pm$	57.95	Desviación (S)	$\pm$ 52.94
Estándar		Estándar	

\* No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.5$ ) entre los tratamientos.

CUADRO No. XI  
 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS DE VARIANZA  
 (ANDEVA) PARA LA CONVERSION ALIMENTICIA.

TRATAMIENTO 1* (HARINA DE LOMBRIZ COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)		TRATAMIENTO 2* (HARINA DE SOYA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO)	
No. Muestra	Conversión Alimenticia (g/g)	No. Muestra	Conversión Alimenticia (g/g)
1	3.55	1	2.49
2	1.87	2	3.08
3	2.82	3	1.77
4	2.06	4	2.89
5	3.44	5	4.51
6	3.10	6	3.85
7	4.83	7	3.10
8	2.51	8	3.49
9	3.46	9	3.70
10	3.62	10	3.66
Total	31.26	Total	32.54
Media ( $\bar{X}$ )	3.12	Media ( $\bar{X}$ )	3.25
Desviación (S) Estándar	$\pm 0.86$	Desviación (S) Estándar	$\pm 0.77$

\* No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.5$ ) entre los tratamientos.

CUADRO XII  
 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANALISIS DE VARIANZA  
 (ANDEVA) PARA LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD  
 PARA CADA UNO DE LOS NUTRIMENTOS.

TRATAMIENTO I *						
(Harina de lombriz como suplemento proteínico)						
No. Muestra	Materia Seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Etéreo	ELN	TDN
1	95.68	85.77	64.32	93.94	82.36	79.81
2	96.22	85.72	68.17	92.88	87.17	72.40
3	96.02	85.94	69.58	94.67	85.02	71.40
4	95.23	85.04	69.04	94.15	83.27	70.22
5	95.26	85.87	69.00	90.71	80.25	68.36
Total	478.41	428.34	340.11	466.35	418.07	352.19
Media (X)	95.68	85.66	68.02	93.27	83.71	70.43
Desviación + Estándar (S)	0.44	+ 0.36	+2.12	+1.57	+ 2.72	+ 1.54

TRATAMIENTO 2*						
(Harina de soya como suplemento proteínico).						
No. Muestra	Materia Seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Etéreo	ELN	TDN
1	94.37	80.56	50.27	88.50	80.82	67.21
2	94.34	81.13	48.19	90.44	80.96	67.83
3	94.99	81.80	50.53	88.64	83.90	67.90
4	94.30	81.89	52.50	89.53	80.93	67.89
5	94.71	81.47	51.65	88.43	85.03	70.05
Total	472.71	406.85	253.08	445.54	411.64	340.88
Media (X)	94.54	81.37	50.61	89.10	82.32	68.17
Desviación (S) + Estándar	+0.29	+ 0.54	+1.63	+0.86	+1.99	+1.08

\* Si se encontraron diferencias significativas ( P 0.05) entre los Tratamientos.

ELN Extracto Libre de Nitrógeno

TDN Total de Nutrientos digestibles.

APENDICE DE FIGURAS

PROMEDIOS

CALORIAS	2330 g
PROTEINAS TOTALES	69 g
PROTEINAS ANIMALES	20 g

CALORIAS	2124 g
PROTEINAS TOTALES	60 g
PROTEINAS ANIMALES	15 g

CALORIAS	2064 g
PROTEINAS TOTALES	56 g
PROTEINAS ANIMALES	10 g

CALORIAS	1893 g
PROTEINAS TOTALES	50 g
PROTEINAS ANIMALES	8 g

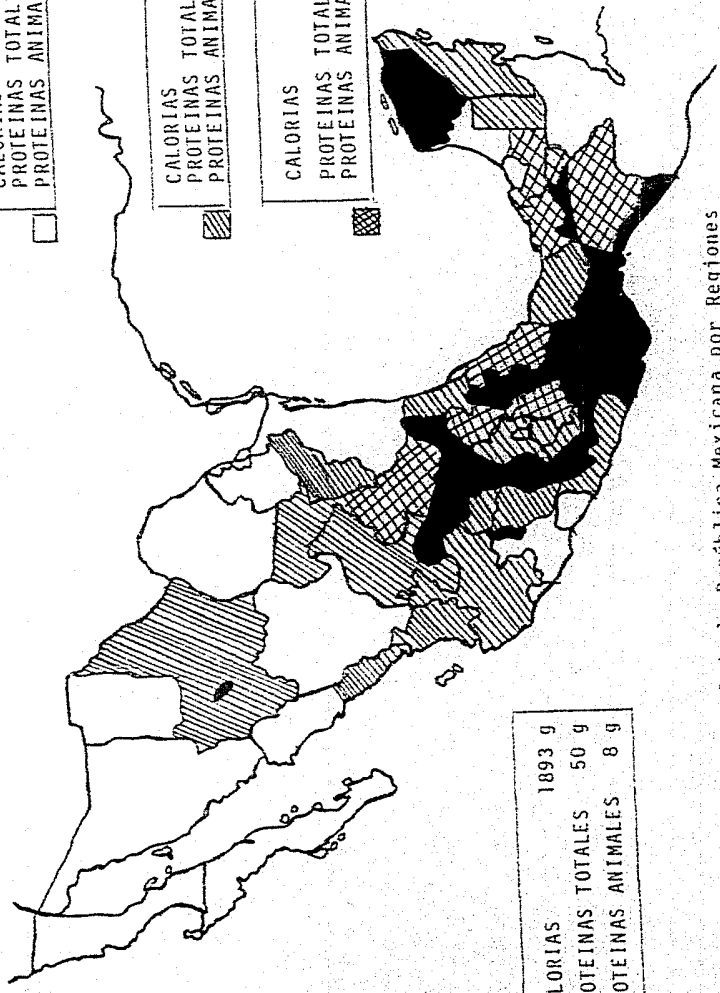
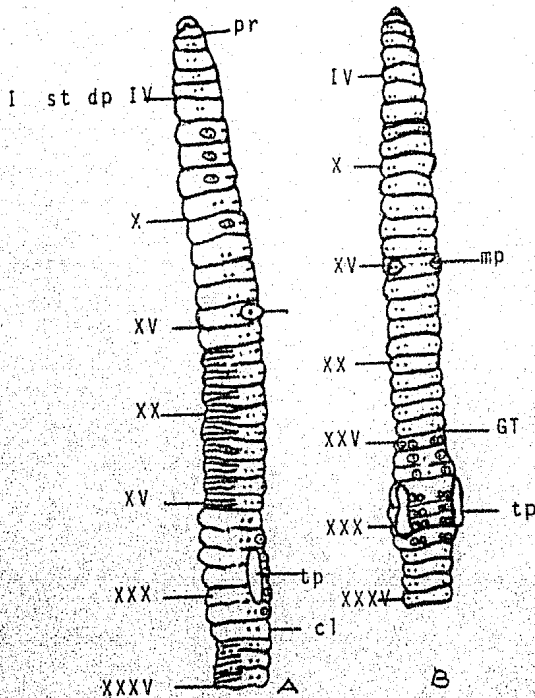


Fig. 1. Situación Nutricional de la República Mexicana por Regiones Geoeconómicas (7)



A VISTA LATERAL

B VISTA VENTRAL

pr PROSTOMIO

I st dp PRIMER PORO DORSAL

mp PORO MASCULINO

tp TUBERCULO PUBERTATIS

cl CLITELO

GT TUMESCENCIAS GENITALES

Los números romanos indican el número del segmento

Fig. 2 Vista longitudinal externa de Eisenia foetida (33)



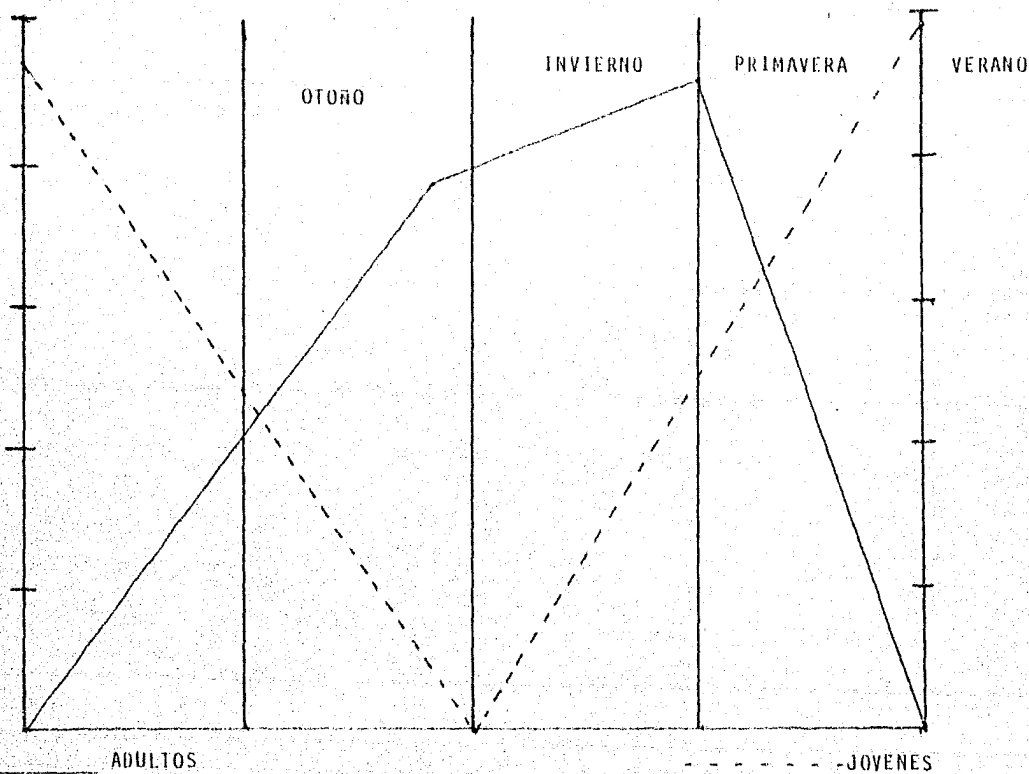


Fig. 3 Representación Esquemática del aumento y disminución en el número de lombrices durante el año (29)

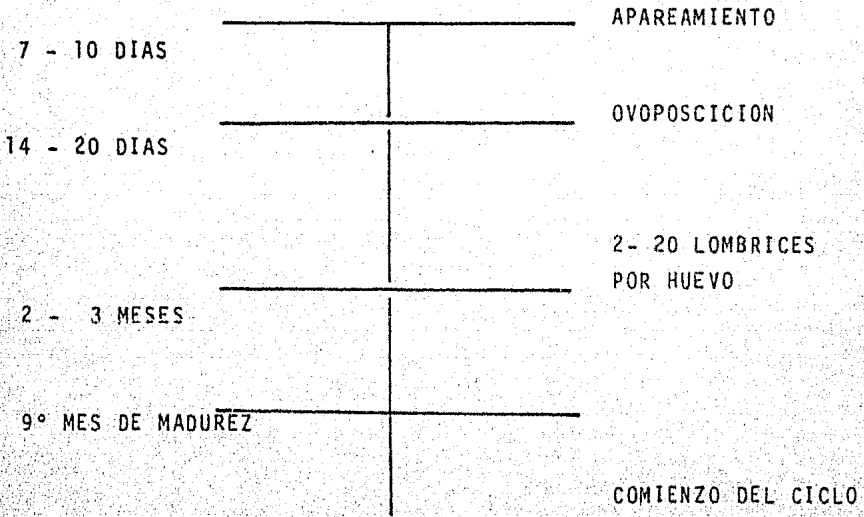
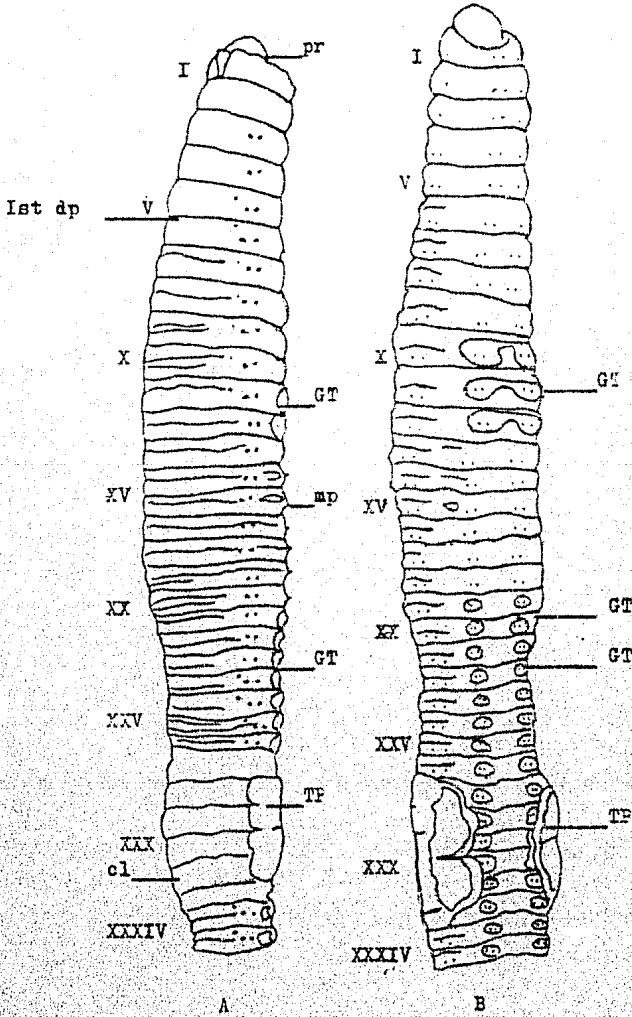


Fig. 4.- Ciclo reproductivo de la lombriz roja  
(Helodrilus foetidus \* (19)

\* Helodrilus foetidus ( Michaelson, 1963), Sinonimia de Eisenia foetida (bouche, 1972) (reynolds, 1977).



A) VISTA LATERAL

B) VISTA VENTRAL

pr ; PROSTOMIO ; TUMESCENCIAS GENITALES; mp;  
PORO

MASCULINO; TP: TUBERCULO PUBERTATIS; cl: CLITELO.

Los números romanos indican el número del segmento

Fig. 5. Vista longitudinal externa de *Lumbricus rubellus* (33)

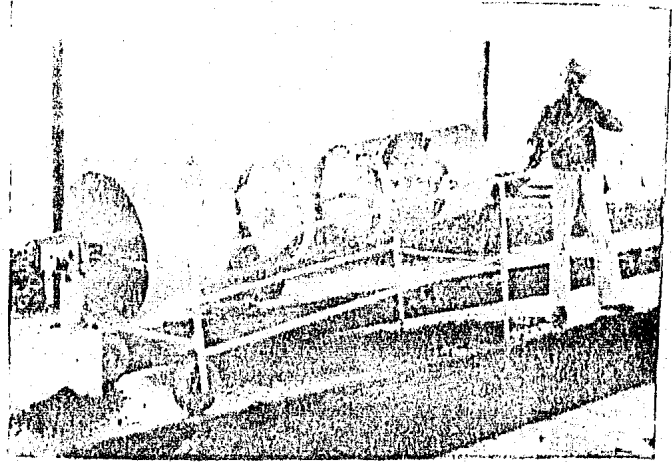
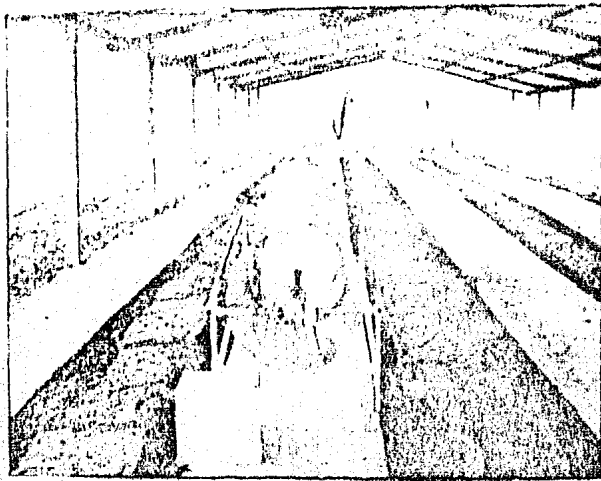


Fig. 6. COSECHADORA PARA LOMBRICES ( CONSTITUIDA POR TRES TIPOS DE TAMISES CON EL OBJETO DE SEPARAR MATERIAL DE LA CAMA, HUEVECILLOS Y LOMBRICES PEQUEÑAS).