

USO DE LA LOMBRIZ DE TIERRA COMO SUPLEMENTO PROTEINICO EN DIETAS PARA CONEJOS

María Socorro Orozco Almanza,¹ María Esther Ortega Cerrilla¹
y Fernando Pérez-Gil Romo¹

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán",
México D. F., México

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo, evaluar la calidad nutritiva de la lombriz de tierra para su utilización como suplemento proteínico en dietas para animales domésticos. La lombriz en forma de harina usada en este estudio, se obtuvo de una mezcla de las lombrices de tierra *Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*.

Se determinó la composición química de la harina, para lo cual se realizó el análisis químico proximal y determinación del contenido de aminoácidos, así como digestibilidad *in vitro* de la proteína. Posteriormente se elaboraron dos dietas isocalóricas e isoproteínicas, una cuyo aporte proteínico provenía en un 30% de harina de lombriz, y otra que se tomó como testigo, utilizando pasta de soya como principal suplemento proteínico. Estas fueron suministradas a los animales bajo estudio. Se midió: aceptación del alimento, consumo del mismo, ganancia de peso, conversión alimenticia y digestibilidad aparente. Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal revelaron un contenido elevado de proteína (50.86%) y de grasa (10.16%), y bajo de fibra (2.67%). El contenido de aminoácidos, incluyendo los esenciales, fue comparable al de harina de pescado y carne, y superior al de la pasta de soya, cubriendo satisfactoriamente los requerimientos establecidos para conejos. La digestibilidad *in vitro* de la proteína de la harina de lombriz (50.94%) fue similar a la de la harina de carne y de pescado y superior a la de pasta de soya. Se observó una buena aceptación de la dieta que contenía harina de lombriz, no habiendo diferencias en ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre las dos dietas. Sin embargo, la digestibilidad fue mayor ($P < 0.05$) en un 5.09% en el caso de la dieta suplementada con harina de lombriz. Se concluyó que es posible substituir 30% de la proteína

Manuscrito modificado recibido: 23-10-87.

1 Investigadores del Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Col. y Deleg. Tlalpan, 14000 México D. F., México.

por harina de lombriz, en dietas para conejos en crecimiento, sin que se presenten alteraciones fisiológicas, y obteniéndose resultados similares a los observados al utilizar otros suplementos proteínicos empleados comúnmente en dietas comerciales.

INTRODUCCION

Uno de los efectos de la sobrepoblación en los países subdesarrollados, es el de la baja disponibilidad de alimentos, cuya producción es cada vez más difícil. Ello se debe a la gran demanda, al desperdicio, a la escasez, pérdida de cosechas y falta de apoyo técnico, lo que provoca una búsqueda urgente de otros alimentos que contengan las cantidades de proteína y de energía necesarias (1) para el desarrollo de la población, principalmente joven, en los países en vías de desarrollo (2).

Dentro de estas nuevas fuentes, se encuentran una serie de alimentos no convencionales, entre los que está la lombriz de tierra, que constituye un recurso natural poco explotado y cuyo contenido de proteínas es elevado y de buena calidad (3).

No obstante, debido a los hábitos alimenticios de la mayor parte de la población mundial, existen tabús que impiden el consumo directo por la población humana de lombrices de tierra, como constituyentes de su dieta diaria (4). Es posible, sin embargo, utilizarla como suplemento proteínico en la elaboración de dietas para animales domésticos, sustituyendo algunos ingredientes que comúnmente se utilizan en estas dietas, como son los cereales y pastas de oleaginosas, por la lombriz de tierra procesada. Se evitaría así una competencia entre el hombre y los animales por este tipo de alimentos, destinándose la producción de los alimentos tradicionales, únicamente para consumo humano (4).

La explotación de lombrices de tierra podría aportar una nueva fuente de proteína animal, que no comprometería ni la producción vegetal actual, ni la producción animal. Más bien, la complementaría (2), ya que su producción no requiere de alimento ni de equipo costoso; necesita sólo de un mínimo de espacio vital y prosperan en desperdicios que contengan materia orgánica en descomposición o en el estiércol de diversos animales domésticos. Esto, como sabemos, llega a constituir un grave problema de contaminación, y que las lombrices transforman en abono rico para las plantas (3).

En base a lo mencionado, es necesario realizar estudios para determinar la calidad nutritiva de la lombriz de tierra y sus efectos al utilizarla en dietas para animales domésticos. El objetivo de este trabajo, por lo tanto, fue conocer su composición química así como el comportamiento de conejos en crecimiento al ser alimentados con éstas.

MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con dos especies de lombrices de tierra, *Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus* (5), para la obtención de la harina a ser utilizada posteriormente como suplemento proteínico en una dieta de conejos.

Las lombrices *Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus* fueron colectadas

al azar en camas de cultivo de 10m de largo por 3m de ancho y 50 cm de profundidad, cuyo sustrato de crecimiento fue estiércol de conejo.

Las lombrices fueron sometidas a un proceso de limpieza, cuyo primer paso fue la cosecha y separación del estiércol (3); después de su extracción se lavaron con una solución salina al 0.050/o, manteniéndolas en constante movimiento y con oxigenación durante 24 horas, con la finalidad de limpiar el tubo digestivo de éstas y evitar la posible transmisión de organismos patógenos a los conejos. Posteriormente se secaron en una estufa de vacío a 50°C y se molieron para la obtención de una harina fina, cuya consistencia permitiera su mezcla con otros ingredientes que se utilizan comúnmente en dietas comerciales. Esta harina se sometió a análisis químico proximal (6), a fin de determinar contenido de aminoácidos (7, 8) y digestibilidad *in vitro* de la proteína (9, 10).

Seguidamente se formularon dos dietas para probar la calidad de la proteína de la harina de lombriz: una cuyo suplemento proteínico fue pasta de soya (dieta testigo), y otra en la que el 300/o del total de la proteína la proporcionaba la harina de lombriz (Tabla 1). Ambas dietas, según se aprecia en la Tabla 2, eran isocalóricas e isoproteínicas cubriendo satisfactoriamente los requerimientos establecidos para conejos en crecimiento (11).

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
(g/100 g de muestra)

Ingrediente	Dieta testigo	Dieta con harina de lombriz
Harina de lombriz	—	10
Harina de soya	12	—
Alfalfa deshidratada	20	20
Sorgo	23	25
Salvado de trigo	42	42
Mezcla vitamínica*	1	1
Roca fosfórica	1	1
Sal	1	1

* Mezcla vitamínica: Acido P/aminobenzoico, 11.0132 g/kg; ac. ascórbico, 101.6604 g/kg; biotina, 0.0441 g/kg; vitamina B, 2.9736; 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; piridoxina, 2.2056 g/kg; riboflavina, 2.2056 g/kg; tiamina, 2.2026 g/kg; vitamina A, 3.9648 g/kg; vitamina D₂, 0.4405 g/kg; vitamina E, 24.22 g/kg; Furoxona, 0.0375 g/kg.

La evaluación biológica se llevó a cabo en conejos macho de la raza Nueva Zelanda, de 45 días de edad, con un peso promedio de 0.961 kg.

Se formaron dos grupos experimentales en un diseño completamente aleatorizado, con 10 animales cada uno. En el primero se utilizó la dieta

TABLA 2

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
(BASE SECA)
(g/100 g)

Fraciones*	Dieta testigo	Dieta con harina de lombriz
Materia seca	88.11	92.49
Proteína cruda (N x 6.25)	18.05	17.80
Extracto etéreo	3.49	4.00
Fibra cruda	9.58	12.00
Cenizas	11.94	10.20
Extracto libre de nitrógeno	56.94	56.00
Energía bruta, kcal/g	3.28	3.47

* Media de tres determinaciones.

testigo, y en el segundo, la dieta con harina de lombriz. Los animales se mantuvieron en un bioterio bajo las mismas condiciones ambientales ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), con un fotoperíodo natural, alojados en jaulas individuales de tela metálica con piso levadizo. El alimento y el agua se suministraron *ad libitum*.

El período de ensayo fue de 27 días, correspondiendo los tres primeros a una adaptación previa a las dietas. Después se midieron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia (12), y digestibilidad aparente de cada una de las dietas (13). Los resultados se analizaron comparando las medias mediante la prueba "t" de Student (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de la harina de lombriz mostraron un porcentaje de 50.86% de proteína (Tabla 3), rebasando el 20% establecido para considerar a un alimento como ingrediente proteínico (15), resultando éste superior al de las harinas de soya (44%), carne y hueso (50%) y más bajo que el de las harinas de carne (54%) y pescado (70%) (16), las cuales son utilizadas comúnmente en raciones para animales.

La harina de lombriz también presenta un alto contenido de grasa (10.16%), que —comparado con las tortas de semillas oleaginosas consideradas como ingredientes de alto valor energético (1-8% de grasa)— resulta ser mayor, por lo que además de su alto valor proteínico, también puede considerarse como un ingrediente energético. Asimismo, el porcentaje de grasa es superior al de las harinas de carne (7.20%), carne y hueso (8.70%) y pescado (9%) (16), observándose que las calorías proporcionadas por la harina de lombriz (4.22 kcal/g) (Tabla 3) cubren satisfactoriamente los requerimientos de los conejos (11).

TABLA 3

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA HARINA DE LOMBRIZ
(*Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*)
(g/100 g)

Fracciones*	Base húmeda	Base seca
Humedad	88.56	0.00
Materia seca	11.44	100.00
Proteína cruda (N x 6.25)	5.81	50.86
Extracto etéreo	1.16	10.16
Fibra cruda	0.30	2.67
Cenizas	0.83	7.27
Extracto libre de nitrógeno	3.34	29.04
Energía bruta, kcal/g	0.48	4.22

* Media de tres determinaciones.

El contenido de aminoácidos de la harina de lombriz se aprecia en la Tabla 4, y muestra que la proteína es de buena calidad, resultando ser una proteína balanceada por contener en su estructura todos los aminoácidos esenciales en las proporciones requeridas por el organismo humano (17). Igualmente, cubre los requerimientos de los conejos (11), siendo mejor el de las harinas de pescado de sábalo, carne, carne y hueso y pasta de soya (16). Esto coloca a la harina de lombriz a la altura de cualquiera de estos suplementos proteínicos, los que se utilizan principalmente en raciones comerciales para animales domésticos, especialmente para monogástricos, que no pueden sintetizar los aminoácidos esenciales (16).

El contenido de aminoácidos de la harina de lombriz depende del sustrato en el que las lombrices crecen y se desarrollan, obteniéndose los mejores valores en lombrices alimentadas en estiércol de caballo (18).

En cuanto a la digestibilidad de la proteína de la harina de lombriz (50.940/o) (Tabla 4), ésta es superior respecto a la de pasta de soya (40.100/o) y la harina de carne (480/o), y menor que la de pescado (65.70/o) (16). El hecho de que casi el 500/o sea indigestible, podría deberse a la presencia de ciertos factores antinutricios, que aun cuando no se tiene evidencia directa de su existencia, en experimentos realizados adicionando mayores niveles de harina de lombriz (50-1000/o), en dietas para truchas arcoiris (19), se observó una disminución en la ingestión del alimento. Otro factor importante que podría influir en la digestibilidad, es la presencia de metales pesados en la harina de lombriz, pues se sabe que las lombrices de tierra tienden a acumular en sus tejidos grandes cantidades de éstos a partir del sustrato donde ellas crecen, incluyendo principalmente Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg y Zn (19). De éstos, el Pb, Cd y Hg disminuyen la utilización de los nutrientes Ca, Ca-Zn y Se, respectivamente. El Pb inhibe la absorción de calcio y su depósito en los huesos, el Cd induce la formación de metalotioneína y el Se forma complejos (9). Es necesario, por consiguiente, la cuantificación continua de estos metales en

TABLA 4

CONTENIDO DE AMINOACIDOS Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA
PROTEINA DE LA HARINA DE LOMBRIZ

Aminoácidos (g/100 g de proteína de lombriz)

<i>Esenciales</i>	
Fenilalanina	3.18
Isoleucina	4.40
Leucina	6.97
Lisina	8.41
Metionina	1.74
Treonina	3.85
Triptofano	0.62
Valina	5.18
Arginina	1.66
Histidina	1.40
<i>No esenciales</i>	
Acido glutámico	12.50
Acido aspártico	8.28
Alanina	4.72
Cisteína	1.09
Glicina	4.62
Prolina	2.80
Serina	3.13
Tirosina	2.84
Digestibilidad <i>in vitro</i> (g/100 g de muestra seca)	50.94

las harinas de lombriz destinadas al consumo animal, para determinar si las concentraciones encontradas no son tóxicas para los organismos consumidores.

Los resultados de la evaluación biológica, se observan en la Tabla 5.

La aceptación del alimento fue satisfactoria, pues tanto los animales alimentados con la dieta testigo como con la dieta elaborada con harina de lombriz, consumieron cantidades similares de alimento desde el inicio del experimento, lo que indica que una sustitución del 30% con harina de lombriz en dietas para conejos es aceptable.

La mortalidad fue baja; únicamente un conejo que consumía la dieta testigo murió en la tercera semana de experimentación, lo que se atribuyó al gran stress presentado por este animal como consecuencia de la técnica de manejo.

No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en lo referente a la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre la dieta testigo y la dieta con harina de lombriz.

TABLA 5

**GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION
ALIMENTICIA DE LAS DOS DIETAS BAJO ESTUDIO, DURANTE EL
PERIODO EXPERIMENTAL**

Grupo de animales	Dieta testigo	Dieta con harina de lombriz
Peso inicial promedio (kg)*, **	0.915	1.007
No. de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la 1a. semana (kg)**	1.090	1.047
No. de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la 2a. semana (kg)**	1.162	1.347
No. de animales	10	10
Peso promedio alcanzado en la 3a. semana (kg)**	1.347	1.427
No. de animales	9	10
Consumo de alimento promedio (kg), durante las tres semanas, por animal**	1227.9	1.260
Conversión alimenticia promedio (kg de alimento/ kg de ganancia de peso) durante las tres semanas por animal**	3.1	3.2

* Peso inicial — Los datos de la dieta testigo resultaron iguales a los de la dieta a probar, por lo que éstos fueron trabajados sin ningún ajuste previo.

** No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas para ninguna de las variables estudiadas.

Se observó que las ganancias de peso obtenidas en los animales alimentados con las dos dietas, acusaron un comportamiento similar en cuanto al consumo de alimento, teniéndose los máximos valores en la tercera semana de estudio.

En la misma Tabla 5 también se observa que no hubo diferencias ($P < 0.05$) en la conversión alimenticia de ambas dietas, consumiendo 3.1 kg de alimento por kg de ganancia de peso en el caso de la dieta testigo, y 3.2 kg de alimento por kg de ganancia de peso en el de la dieta con harina de lombriz como suplemento proteínico. En ambos casos, cubrieron los 3 kg de alimento por kg de ganancia de peso deseables para una óptima rentabilidad del conejo (21).

En cuanto a la digestibilidad aparente de cada una de las dietas, en la Tabla 6 se detalla el porcentaje de digestibilidad de cada una de ellas, siendo mayor significativamente ($P < 0.05$) la digestibilidad de la dieta con harina de lombriz que la de la dieta testigo. Así, resultaron ser más digestibles los carbohidratos (83.61%), grasa (93.27%) y proteínas (85.66%) y menos digestible la fibra (68.02%) lo que ya ha sido observado por otros autores (4, 13).

TABLA 6

DIGESTIBILIDAD APARENTE, TND*, ENERGIA DIGESTIBLE Y
RELACION NUTRITIVA DE LAS DIETAS

Coefficiente de digestibilidad (o/o):	Dieta testigo	Dieta con harina de lombriz
Materia seca	94.54 ^a	95.68 ^b
Proteína cruda (N x 6.25)	81.37 ^a	85.66 ^b
Fibra cruda	50.61 ^a	68.02 ^b
Extracto etéreo	89.10 ^a	93.27 ^b
Extrato libre de nitrógeno	82.22 ^a	83.61 ^b
TND+	68.17 ^a	70.43 ^b
Energía digestible (kcal/g)	1.82 ^a	1.96 ^b
Relación nutritiva	1:4.2 ^a	1:4.0 ^a

* TND Total de nutrimentos digestibles.

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

El total de nutrimentos digestibles (TND), resultó ser mayor ($P < 0.05$) para la dieta con harina de lombriz (70.43^o/o) que para la dieta testigo (68.17^o/o), proporcionándonos una relación nutritiva de 1:4.2 y 1:4.0 respectivamente, y satisfaciendo en ambos casos las necesidades energéticas del conejo (11, 21).

En síntesis, los resultados obtenidos en este estudio demostraron que la harina de lombriz tiene un elevado contenido tanto de proteína como de energía. Su proteína es de buena calidad, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales en las proporciones requeridas por los conejos e incluso por el organismo humano (17), siendo además altamente digestible.

Por otra parte, la sustitución hasta de 30^o/o de la proteína de harina de lombriz no causa alteraciones fisiológicas, obteniéndose resultados similares en cuanto a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia similares a los observados al utilizar otros suplementos proteínicos. Es, pues, factible, utilizar la harina de lombriz como un suplemento proteínico en dietas para animales domésticos, a pesar de que antes de que su uso se pueda generalizar, es necesario efectuar estudios parasitológicos y microbiológicos para determinar la existencia de posibles organismos patógenos en ésta, así como determinar la existencia de factores antinutricios que inhiban la ingestión o digestibilidad del alimento.

Se requiere, asimismo, utilizar sustratos lo menos contaminados por metales pesados y realizar determinaciones continuas de los mismos en las harinas de lombriz destinadas al consumo animal. Igualmente, se necesita trabajar con animales domésticos alimentados con harina de lombriz durante períodos más largos, a fin de determinar los riesgos de utilizarla continuamente como suplemento proteínico, al igual que investigar un método adecuado para su industrialización. Ello es indispensable, pues el método utilizado en los estudios hasta ahora realizados resulta ser más

caro que los métodos que se usan para la obtención de otros suplementos proteínicos de tipo comercial, resultando la harina de lombriz más cara que la harina de carne y similar en costo a la harina de pescado (22).

SUMMARY

USE OF EARTHWORMS AS A PROTEIN SUPPLEMENT IN RABBIT RATIONS

The purpose of the present study was to evaluate the nutritive value of earthworms as protein feed in rabbit rations. Earthworm meal was obtained from *Eisenia foetida* and *Lumbricus rubellus*.

Its proximate chemical composition, amino acid composition and protein digestibility *in vitro* were determined. In addition, growing rabbits were fed a diet containing 30% of the total protein as earthworm meal, diet which was compared with a control diet containing soybean meal as protein feed. Both diets were isocaloric and isonitrogenous. Feed intake, weight gain, feed conversion and apparent digestibility were measured. Results showed high protein (50.86%) and fat (10.16%) contents, and low fiber percentage (2.67%). Amino acids content including the essential, and *in vitro* protein digestibility percentage were similar to fish and meat meals and higher than soybean meal. There were no differences in feed intake, weight gain and feed conversion. Apparent digestibility was 5.09% higher ($P < 0.05$) with the diet containing earthworm meal than with the control diet. It was concluded that it is possible to substitute 30% of the protein in the diet of growing rabbits, with earthworm meal, without any adverse physiological effects. Similar results to those achieved when conventional protein supplements are used for rabbit rations, were obtained.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Pedro Ochoa Galván su valiosa colaboración en el análisis estadístico, al Biólogo, Carlos Frago, y a la Dra. Laura Arellano, sus valiosas sugerencias y revisión del trabajo, y a la Srita. Laura Sánchez por la preparación del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

1. Balandrano, C. S. **Evaluación Biológica de Proteínas en Materias Primas y Dietas Terminadas para la Alimentación Animal.** (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias, Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1973.
2. Conconi, J. Ramos Elourdy de. **Los Insectos como Fuente de Proteínas en el Futuro.** México, D. F., Editorial Limusa, 1982, p. 8-35.
3. García, G. **Utilización de la Lombriz Roja (*Helodrilus foetidus*) de Gallinas Ponedoras.** (Tesis de Licenciatura). Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Chapingo. México, 1978.
4. Altschul, M. A. & H. Wileke L. **Animal Protein Supplies. New Protein Foods.** Part A. Vol. 3. New York, N. Y., San Francisco, London, Academic Press, Inc., 1978, p. 3-19, 73-112.

5. Reynolds, W. J. **The Earthworms (*Lumbricidae* and *Sperganophilidae*) on Ontario.** Life Sciences Miscellaneous Publications. Royal Ontario Museum, Canada, 1977, p. 74-77, 94-97.
6. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980, p. 133, 211, 220-547.
7. Spackman, D. H., W. H. Stein & S. Moore. Chromatography of amino acids. **Analytical Chem.**, **30**: 1190, 1958.
8. Stein, W. & S. Moore. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. **J. Biol. Chem.**, **192**: 663, 1951.
9. Taylor, S. L. Outstanding Symposia in Food Science and Technology. **Food Technol.**, **36**(10): 89, 1982.
10. Tejada, I. **Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal.** Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, SARH, 1983, p. 311-313.
11. National Research Council. **Nutrient Requirements of Rabbits.** Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1977, p. 114.
12. Bateman, J. V. **Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos.** México, D.F., Herrero Hnos. Sucs., S. A., 1980, p. 399-403, 405-411, 450-453.
13. Schneider, H. B. & P. W. Flatt. **The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments.** Georgia, The University of Georgia Press, 1975, p. 143-161.
14. Daniel, W. W. **Bioestadística.** 3a. ed. México, D. F., Editorial Limusa, 1982, p. 132-137, 168-173.
15. Ensminger, M. E. & G. C. Ollentine. **Feeds and Nutrition.** Boston, Mass., The Ensminger Publishing Co., 1980, p. 189-209.
16. Church, D. C. **Livestock. Feeds and Feeding.** 4th ed. Carvallis, Oregon, O. & B. Books, 1979, p. 4-6, 6-18, 97-107.
17. Harper, H. A. **Manual de Química Fisiológica.** México, D. F., El Manual Moderno, 1977, p. 25-26, 363-368.
18. Edwards, C. A., I. Burrows, K. E. Fletcher & B. A. Jones. **The Use of Earthworms for Composting Farm Wastes.** London, UK, Agricultural and Food Research Council, 1984, p. 229-241.
19. Stafford, E. A. & A. G. J. Tacon. Nutritive value of the earthworms: *Dendrodilus subrubicundus*, grown on domestic sewage in trout diets. **Agricultural Wastes**, **9**: 249-266, 1984.
20. Satchell, J. E. **Earthworms Ecology from Darwin to Vermiculture.** 1st ed. Cambridge, UK, The University Press, Chapman and Hall Ltd., 1983, p. 285-296.
21. Costa Batllori, P. **Cunicultura.** 2a. ed. Barcelona, Editorial Aedos, 1969, p. 38-41, 52-57.
22. Lee, K. E. **Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use.** Australia, Academic Press, 1985, p. 315-330.