

COMPORTAMIENTO DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA Y LOMBRIZ SILVESTRE EN BOSTA BOVINA Y RUMIA BOVINA COMO SUSTRATO*

BEHAVIOR OF CALIFORNIAN RED EARTHWORM AND WILD EARTHWORM IN BOVINE DUNG AND BOVINE RUMINATION AS SUBSTRATE

Manuel Loza Murguía^{1§}, Beatriz Choque Mamani², Hilda Pillco Tancara², David Huayta Tintaya², Iván Chambi Osorio² y Berta Cutili Palero²

¹Departamento de Enseñanza e Investigación en Bioquímica & Microbiología. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". Coroico-Nor Yungas, La Paz, Bolivia. Tel. 591 2 2137293. ²Cátedra de Bioquímica y Microbiología. Módulo de Microbiología ambiental. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". [§]Autor para correspondencia: boliviamaloza@yahoo.com.

RESUMEN

En los Yungas del departamento de La Paz, Bolivia se ubica la comunidad Carmen Pampa, fuente de recursos naturales y biodiversidad exquisita, últimamente está siendo afectada por los chaqueos y actividades agrícolas convencionales, dado que no existen datos suficientes en la región para poder desarrollar alternativas agrícolas sostenibles que cuiden el medio ambiente, de ahí que este trabajo tiene como propósito estudiar el comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia* spp.) y la lombriz silvestre (*Lumbricus* spp.) en dos sustratos a fin mejorar la calidad del vermicompost producido por estos anélidos. El trabajo se ha realizado en el módulo de Microbiología Ambiental, en instalaciones de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa (UACCP), Campus Leahy, ubicado en Coroico Nor Yungas del Departamento de La Paz-Bolivia. Se ha estudiado su comportamiento en dos sustratos bosta bobina (estiércol) y rumia bovina (rumia) en 40 unidades experimentales de 0.2 m de ancho*0.25 m de largo*0.4 m de profundidad, cada unidad presentaba una densidad de 5, 10, 15, 20 y 25 individuos con dos repeticiones de cada una en 1 000 g de sustrato. Se determinó el número de cocones, número de individuos a las 8 semanas, porcentaje de degradación del sustrato. Los resultados indican que los sustratos estiércol son mejores en la dinámica poblacional de *Eisenia* spp.,

ABSTRACT

In Yungas of department of La Paz, Bolivia is located the community Carmen Pampas, source of natural resources and exquisite biodiversity, lately is being affected by the chaqueos and conventional agricultural activities, due there is not enough data in the region to develop sustainable agricultural alternatives that take care of environment. Taking this into account this work has as purpose to study the behavior of the californian red earthworm (*Eisenia* spp.) and the wild earthworm (*Lumbricus* spp.) in two substrates with the aim to improve the quality of vermicompost produced by these annelids. The work has been carried out in the module of Environmental Microbiology, in facilities of Unidad Académica Campesina Carmen Pampa (UACCP), Campus Leahy, located in Coroico Nor Yungas of Departamento of La Paz-Bolivia. Their behavior has been studied in two substrates bovine dung (manure) and bovine rumination (rumination) in 40 experimental units of 0.2 m width*0.25 m length*0.4 m depth, each unit showed a density of 5, 10, 15, 20 and 25 individuals with two repetitions of each one in 1 000 g of substrate. The cocoons number, number of individuals at 8 weeks, and percentage of degradation of the substrate was determined. The results indicate that substrates manure is better in the population dynamics of *Eisenia* spp., in comparison with *Lumbricus* spp. The

* Recibido: abril de 2010
Aceptado: noviembre de 2010

en comparación con *Lumbricus* spp. Posiblemente las características físicas y químicas del estiércol y la rumia influyeron en este tipo de comportamiento de *Eisenia* spp.

Palabras clave: *Eisenia* spp., *Lumbricus* spp., cocón, densidad poblacional.

INTRODUCCIÓN

En los Estados Unidos de América la cría de lombrices data desde unos 50 años, siendo la "lombriz roja californiana" denominación comercial: (*red hybrid*), la que revela mejores condiciones para la cría en cautiverio (Ferruzi, 1987; Hernández, 1991; Lastra, 1995).

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, ya que participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas (Lavalle *et al.*, 1999), junto a otros organismos macrodescomponedores forman parte de la fauna del suelo. Esto se debe a su capacidad de descomponer la materia orgánica, reciclar nutrientes y la formación de suelo (Raty y Huhta, 2004), actividad que puede ser afectada en presencia de elementos tóxicos en el suelo (Spurgeon *et al.*, 1994).

La lombriz roja (*Eisenia* spp.) forma parte de las herramientas biotecnológicas actuales para el reciclaje de desechos orgánicos, obteniéndose como beneficio el vermicompost (abono orgánico) y carne, fuente óptima para la alimentación animal (Ferruzzi, 1987). Este anélido caracterizado por ser hermafrodita puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año, el abono producto de sus deyecciones contiene una gran riqueza bacteriana (2×10^{12} bacterias g^{-1}), desarrollando su ciclo biológico en pequeños espacios (50×10^3 cm^3 de sustrato), se adapta a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas (Flores y Alvira, 1988).

La lombriz roja (*Eisenia* spp.) se desarrolla a temperatura de 30°C (Edwards y Bate, 1992; Reinecke *et al.*, 1992; Hernández *et al.*, 1997; Hernández y Loa, 1998; Hernández *et al.*, 1999; Hernández 1997; Hernández *et al.*, 2000), y en diversos restos agrícolas, que permite utilizarla en condiciones climáticas cálidas, para el reciclaje de estiércoles y restos de cosecha para la producción de humus de lombriz y proteína animal con la subsiguiente disminución de la contaminación.

physical and chemical characteristics of manure and rumination possibly influenced in this type of behavior for *Eisenia* spp.

Key words: *Eisenia* spp., *Lumbricus* spp., cocoon, population density.

INTRODUCTION

In the United States of America earthworms breeding exist since about 50 years ago, being the "californian red earthworm" commercial denomination: (*red hybrid*), the one that reveals better conditions for breeding in captivity (Ferruzi, 1987; Hernández, 1991; Lastra, 1995).

The earthworms constitute a potential resource of great interest in the sustainability of agriculture, since they actively participate in regulation of the physical properties of the soil, the dynamics of the organic matter of the environment and the growth of plants (Lavalle *et al.*, 1999), together with other macro-converting organisms they are part of the soil fauna. This is due their capacity to decompose organic matter, to recycle nutrients and soil formation (Raty and Huhta, 2004), activity that can be affected in presence of toxic elements in the soil (Spurgeon *et al.*, 1994).

The red earthworm (*Eisenia* spp.) is part of the current biotechnical tools for recycle of organic waste, obtaining as benefit the vermicompost (organic fertilizer) and meat, optimum source for animal feeding (Ferruzzi, 1987). This annelid characterized to be hermaphrodite can end up producing big quantities of earthworms per year, the fertilizer product of their faeces contains a great bacterial population (2×10^{12} bacteria g^{-1}), developing its biological cycle in small spaces (50×10^3 cm^3 of substrate), it adapts to a wide range of edaphic-climate conditions (Flores and Alvira, 1988).

The red earthworm (*Eisenia* spp.) is well developed under low average temperatures of 30°C (Edwards and Bate, 1992; Reinecke *et al.*, 1992; Hernández *et al.*, 1997; Hernández and Loa, 1998; Hernández *et al.*, 1999; Hernández 1997; Hernández *et al.*, 2000), and in a wide range of agricultural remains, which allows to use it under warm climatic conditions, for the recycle of manures of animals and crop remains for the production of earthworm humus and animal protein with the subsequent decrease of the contamination.

En un hábitat de temperatura, humedad, pH, vitaminas y nutrientes apropiados, este invertebrado crece y se reproduce aceleradamente, si se compara con otros organismos del suelo (Satchell, 1983). En la actividad agrícola el uso del vermicompost, produce en los cultivos mejoras importantes en su productividad y sanidad. Algunas investigaciones han demostrado que las aplicaciones de este material en combinación con otros fertilizantes incrementan a absorción de nutrientes, la producción neta de cultivos prioritarios (trigo, arroz y caña) y disminuye drásticamente la pérdida de nitrógeno del suelo por volatilización (Zhao y Fun-Zhen, 1992).

En la naturaleza, el principal enemigo de las lombrices es el humano, pues el uso indiscriminado de agroquímicos envenena su hábitat, ocasionando el empobrecimiento del suelo y su consecuente infertilidad. Para las lombrices de cría el peligro en el medio natural, se encuentra centrado en insectos, pájaros y aves de corral. Sin embargo, se ha demostrado que la presencia de biocidas, inclusive en concentraciones muy bajas, producen una mortalidad elevada (Satchell, 1983).

Los elementos del estiércol (nitrógeno y fósforo), su materia orgánica, sedimentos, patógenos, metales pesados, hormonas, antibióticos y amonio pueden contribuir a la contaminación del agua y suelo que pueden ser peligrosas para la salud del humano, animales y plantas (Andriulo *et al.*, 2003).

El propósito de éste estudio fue mejorar la calidad del vermicompost producido por el anélido, se ha estudiado su comportamiento de la lombriz roja californiana y la lombriz silvestre en los sustratos de bosta y rumia bovina a pequeña escala, dado que en la zona no hay información dadas sus características edafoclimáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del lugar de estudio

La investigación se realizó en el módulo de microbiología ambiental (MMA), Campus Leahy de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa, ubicada en la comunidad Carmen Pampa, perteneciente al municipio de Coroico, primera sección de la provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz-Bolivia, situada a una altura de 1 840 msnm, a 16° 20' 30'' de latitud sur y 67° 50' 30''

In a habitat of appropriate temperature, humidity, pH, vitamins and nutrients, this invertebrate grows and reproduces fast, if it is compared with other soil organisms (Satchell, 1983). In the agricultural activity the use of the vermicompost, produces in the cultivations important improvements in its productivity and sanity. Some investigations have demonstrated that the applications of this material in combination with other fertilizers increase to absorption of nutrients, the net production of high-priority cultivations (wheat, rice and cane) and it drastically decreases the loss of nitrogen of soil by volatilization (Zhao and Fun-Zhen, 1992).

In the nature, the main enemy of the earthworms is the human, because the indiscriminate use of agrochemicals poisons its habitat, causing the decay of soil and its consequent infertility. For breeding earthworms the danger in the natural medium, it is centered in insects, birds and corral birds. However, it has been demonstrated that the biocides presence, even in very low concentrations, produce a high mortality (Satchell, 1983).

The elements of manure (nitrogen and phosphorus), its organic matter, silts, pathogens, heavy metals, hormones, antibiotics and ammonium can contribute to the contamination of water and soil that can be dangerous for the human's health, animals and plants (Andriulo *et al.*, 2003).

The aim of this study is to improve the quality of the vermicompost produced by the annelid, behavior of Californian red earthworm and of the wild earthworm in the dung substrates and bovine rumination at small scale has been studied, because in the area there is no information due its edaphic-climatic characteristic.

MATERIALS AND METHODS

Localization of the study area

The investigation was done in the module of environmental microbiology (MMA), Campus Leahy of Unidad Académica Campesina Carmen Pampa, located in the community Carmen Pampas, belonging to the municipality of Coroico, first section of the county Nor Yungas of Departamento de La Paz-Bolivia, located at 1 840 msnm, at 16° 20' 30'' south latitude and 67° 50' 30'' west longitude. The distance of the city La Paz to Carmen Pampas is of 123 km (INE-MDSP-COSUDE, 1999).

de longitud oeste. La distancia de la ciudad de La Paz a Carmen Pampa es de 123 km (INE-MDSP-COSUDE, 1999).

La zona presenta una precipitación de 2.185 mm, una temperatura promedio anual de 17° C, una máxima de 22° C, siendo la mínima promedio de 13° C. (estacional experimental Carmen Pampa 1996-2005), pertenece al tipo bosque húmedo premontano tropical con una humedad relativa de 75% (Holdridge, 1987).

Material bosta bovina y rumia bovina (sustrato)

La bosta o estiércol de bovino, se obtuvo del módulo bovino de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus Manning, este se lavó con agua potable en una relación 1:2, a fin de eliminar la urea y regular el pH hasta aproximadamente cerca al neutro. La rumia se obtuvo de los bovinos del matadero de la localidad de Coroico, al igual que el anterior se procedió al lavado aprovechando este desecho para evaluar la adaptación de las lombrices.

Material biológico

Se utilizaron 300 lombrices californianas (*Eisenia* spp.), juveniles, que fueron proporcionadas por el módulo de lombricultura de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Se capturaron 300 lombrices silvestres (*Lumbricus* spp.) del cerro Uchumachi.

Los especímenes en estudio fueron lavados con agua destilada, luego se les pesó y colocó individualmente en tubos de ensayo 180*10 mm en su sustrato, por lapso de una semana a fin de evidenciar la presencia o no de cocones (huevos de lombriz), aquellos individuos exentos de estos fueron utilizados para esta investigación.

Unidad experimental

El ensayo se realizó 40 unidades (bidones de aceite) 0.2 m de ancho por 0.25 m de largo y 0.4 m de profundidad, que conformaban una sola estructura de bloques, techado y cubiertos con malla milimétrica en la parte superior de cada unidad.

Cada unidad se ha identificado con la sigla (T) de tratamiento y su numeración correlativa de 1 al 5 (T1), (T2), (T3), (T4), y (T5), con dos repeticiones que contenían 1 000 g de sustrato, 20 con bosta bovina y *Eisenia* spp., 20 con rumia

The area shows a precipitation of 2.185 mm, a yearly average temperature of 17 °C, a maximum of 22 °C, being the average minimum of 13 °C. (experimental station Carmen Pampas 1996-2005), belongs to the forest humid tropical pre-mountain type with a relative humidity of 75% (Holdridge, 1987).

Material bovine dung and bovine rumination (substrate)

The dung or manure of bovine, were obtained of the bovine module of the Veterinary Medicine and Zootecnia Faculty, Campus Manning, this washed with drinkable water in a relationship 1:2, in order to eliminate urea and to regulate pH until approximately near neutral value. The rumination was obtained from the bovine of the slaughterhouse of the town of Coroico, the same as the previous one it was washed taking advantage of this waste to evaluate the adaptation of earthworms.

Biological material

Three thousand californian earthworms (*Eisenia* spp.) were used, of juvenile status that were provided by the module of vermicompost of Agronomic Engineering Faculty. 300 wild earthworms were captured (*Lumbricus* spp.) of the hill Uchumachi.

The samples in study were washed with distilled water, then were weighed and individually placed in test tubes 180*10 mm in substrate, during one week in order to evidence the presence or not of cocones (earthworm eggs), those individuals exempt of these were used for this investigation.

Experimental unit

The test was done in 40 units (oil drums) 0.2 m wide, 0.25 m long and 0.4 m depth that conformed a single structure of blocks, roofed and covered with milimetric mesh in the top of each unit.

Each unit has been identified with the acronym (T) for treatment and its correlative numeration from 1 to 5 (T1), (T2), (T3), (T4), and (T5), with two repetitions that contained 1 000 g of sustrato, 20 with bovine dung and *Eisenia* spp., 20 with rumination and *Lumbricus* spp., to each unit it was placed respectively 5, 10, 15, 20, and 25 previously weighed individuals with an AND scale with sensibility 0.01g. Also two units were kept free of earthworms, one with bovine dung and another with rumination as control (Figure 1).

y *Lumbricus* spp., a cada unidad se colocó respectivamente 5, 10, 15, 20, y 25 individuos previamente pesados con una balanza AND de sensibilidad 0.01g. Además se mantuvo dos unidades, una con bosta bovina y otra con rumia libres de lombrices como testigos (Figura 1).

La determinación del potencial de hidrogeniones (pH), se realizó utilizando un potenciómetro Eutech instruments. Para evaluar su porcentaje de degradación en presencia de las lombrices, se pesó el total de sustrato libre de éstos, luego se tamizó utilizando un tamiz de poro 1 mm.

El experimento duro ocho semanas, haciéndose las evaluaciones semanalmente, tomando en cuenta las siguientes variables: a) número de cocones; b) porcentaje de degradación (por observación y pesada); y c) número de lombrices. La evaluación de estos procesos está dada en función a la densidad de individuos en cada unidad, esto es número de lombrices entre 1 000 g de sustrato. El análisis de los resultados se basó utilizando análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de cocones o cápsulas

La Figura 2 muestra la densidad poblacional de *Eisenia* spp. en bosta bovina con relación a la producción de cocones (cápsulas), en la unidad experimental, como se observa en la gráfica esta relación es proporcional, y está fuertemente asociado este proceso en 98.3 %, lo que indica que en la unidad la reproducción no fue afectada y coinciden con los resultados de Hernández (1997 y 1999). Aunque Gutiérrez (2007), indica que hubo mortalidad en los tres primeros días en estiércol fresco de ovino, en estiércol composteado de bovino fue donde presento mayor número de cocones, resultados que concuerdan con los obtenidos en este trabajo.

La Figura 3 muestra la relación del peso de la población de *Eisenia* spp, en bosta bovina con relación a la densidad poblacional en la unidad experimental, se observa que su peso va disminuyendo paulatinamente a medida que aumenta la densidad, esto indica que el alimento es una condicionante para que el peso del individuo se vea afectado.

Hernández (1997 y 1999) observó que la composición de algunos alimentos (sustratos) utilizados, permiten la cría con éxito de *Eisenia* spp. bajo diferentes condiciones



Figura 1. Unidades experimentales.
Figure 1. Experimental units.

The determination of the pH was carried out using a Eutech instruments pH-meter. To evaluate their degradation percentage in presence of earthworms, the total substrate was weighed free of these, then it was sifted using a 1 mm pore mesh.

The experiment lasted eight weeks, doing weekly evaluations, taking into account the following variables: to) cocoons number; b) degradation percentage (for observation and weighed); and c) number of earthworms. The evaluation of these processes is given in function to density of individuals in each unit, this is number of earthworms in 1 000 g of sustrato. The analysis of the results was based using analysis of variance.

RESULTS AND DISCUSSION

Cocones number or capsules

Figure 2 shows populational density of *Eisenia* spp. in bovine dung with relationship to cocoone production (capsules), in the experimental unit, as observed in the graph this relationship is proportional, and it is strongly associated this process in 98.3%, which indicates that in the unit the reproduction was not affected, coinciding with results from Hernández (1997 and 1999). Although Gutiérrez (2007) indicates that there was mortality in the first three days in fresh ovine manure, in composting manure of bovine where shown bigger cocones number, results that agree with those obtained in this work.

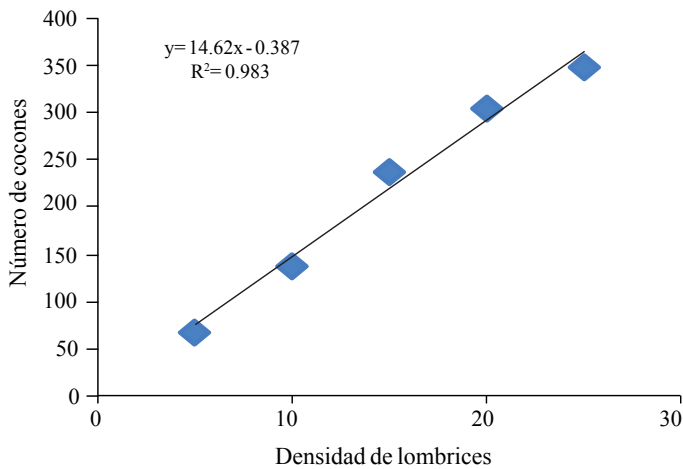


Figura 2. Número de cocones de *Eisenia* spp. a ocho semanas en bosta bovina.

Figure 2. Number of cocoons of *Eisenia* spp. at eight weeks in bovine dung.

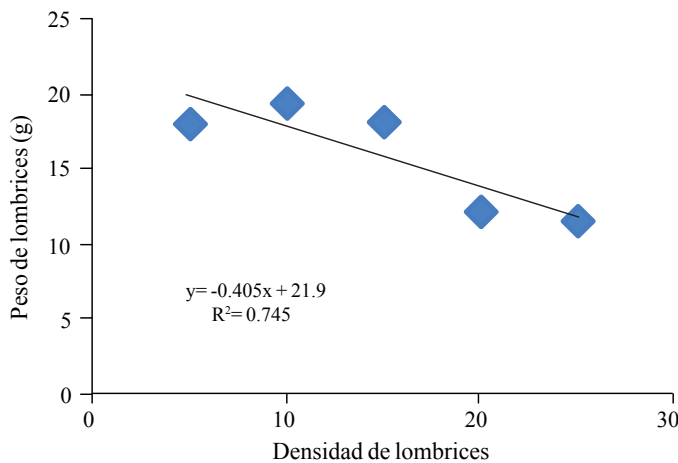


Figura 3. Peso promedio de *Eisenia* spp. a las ocho semanas en bosta bovina.

Figure 3. Average weigh of *Eisenia* spp. at eight weeks in bovine dung.

edafoclimáticas. Gutiérrez (2007) examinó un mayor número de lombrices jóvenes en estiércol composteado, nuestros resultados son similares a éstos autores aunque las condiciones de estudio son diferentes, dado que no hay trabajo en la zona que nos hagan pensar lo contrario.

La Figura 4 muestra la relación del porcentaje de degradación de bosta bovina en relación a la densidad de individuos (*Eisenia* spp.) en la unidad experimental, como se observa, ésta es proporcional al número de individuos en un 96.4% a

Figure 3 shows relationship of weight of the population of *Eisenia* spp in bovine dung with relationship to population density in the experimental unit. It is observed that its weight diminishes gradually as the density increases; this indicates that the food is a condition so that the individual weight is affected. Hernández (1997 and 1999) observed that the composition of some used foods (substrates), allow the breeding of *Eisenia* spp. with success under different edaphic-climatic condition. Gutiérrez (2007) examined a bigger number of young earthworms in composting manure, our results are similar to these authors although the study conditions are different, since there is no work in the area that indicates the opposite.

Figure 4 shows relationship of percentage of degradation of bovine dung in relation to density of individuals (*Eisenia* spp.) in the experimental unit, as observed, this is proportional to the number of individuals in 96.4% at 8 weeks, which means that these individuals carry out degradation of the substrate without taking into account the decrease of weight. The results are similar to those of Hernández (1997, 1999), Gutiérrez (2007), Mamani (2005), although these authors use different densities of earthworms in their evaluations, these data are similar.

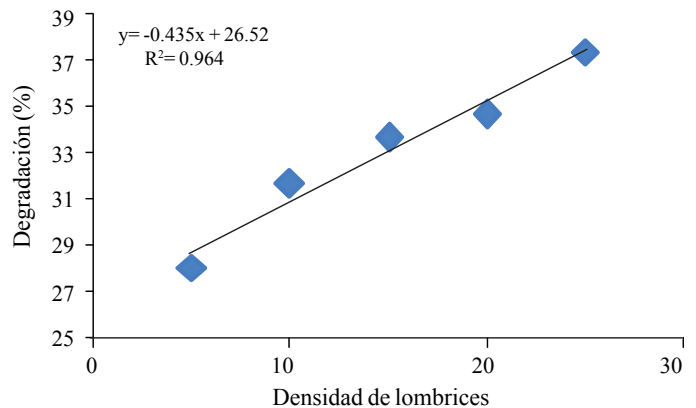


Figura 4. Porcentaje de degradación de bosta bovina por *Eisenia* spp. a ocho semanas.

Figure 4. Percentage of degradation of bovine dung for *Eisenia* spp. at eight weeks.

Figure 5 shows the average weight of *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. in the substrates bovine dung (manure) and bovine rumination (rumination), as observed in the bovine dung the development of *Eisenia* spp. is bigger in comparison with the bovine rumination which indicates

las 8 semanas, lo que quiere decir, que sin tomar en cuenta la disminución de peso estos individuos realizan la degradación del sustrato. Los resultados son similares a los de Hernández (1997, 1999), Gutiérrez (2007), Mamani (2005), aunque estos autores utilizan diferentes densidades de lombrices en sus evaluaciones, éstos datos están próximos.

La Figura 5 muestra el peso promedio de *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. en los sustratos bosta bovina (estiércol) y rumia bovina (rumia), como se puede observar en la bosta bovina el desarrollo de *Eisenia* spp. es mayor en comparación con la rumia bovina, que indica que la afinidad de esta especie por este sustrato es grande, además parece que lo ideal es 10 individuos por kg de sustrato para mantener un peso ideal. Algunos autores sugieren que el peso está en relación al tipo de sustrato.

En *Lumbricus* spp. se observa que su peso no es afectado por la bosta bovina (estiércol), que indica que hay factores que afectan este proceso en tanto en la rumia ésta especie pereció. Sobre la crianza de esta especie en cautiverio Montalib y Rilda (1982); España Ganadera (198; Storer *et al.* (1986); Yague (1987); Ferruzi (1988), indican que no es recomendable su cría debido que cava galerías verticales, vive a más de 100 cm de profundidad, deposita sus deyecciones sobre la superficie del suelo y es menos prolífica; se reproduce únicamente en el verano y de cada cápsula nace solamente una lombriz, nuestros datos si bien están acordes a éstos autores, pero ellos no trabajaron con las características de la unidad experimental expuesta en éste trabajo.

En la Figura 6 muestra la relación de cocones producidos por *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. en bosta bovina (estiércol) y rumia bovina (rumia), como se observa en la gráfica la producción de cocones se ve afectada positivamente cuando la densidad poblacional es de 25 individuos kg⁻¹ de *Eisenia* spp. en estiércol, quizá éste sea un factor de supervivencia del anélido, pese a que en la rumia la producción es 21% menos que en el estiércol; *Eisenia* spp. supera a *Lumbricus* spp. en este proceso.

Lumbricus spp., en estiércol produce 37.5% de cocones en relación a la *Eisenia* spp., puede deberse a que ésta especie no está adaptada a este tipo de sustrato, pero aún así su supervivencia depende de la preservación de su especie. En la rumia *Lumbricus* spp. no produjo ninguna cápsula, que indica que las condiciones quizá no han sido óptimas para su desarrollo.

that affinity of this species for this substrate is big, it also seems that the optimum is 10 individuals per kg of sustrato to maintain an optimum weight. Some authors suggest that the weight is in relation to the substrate type.

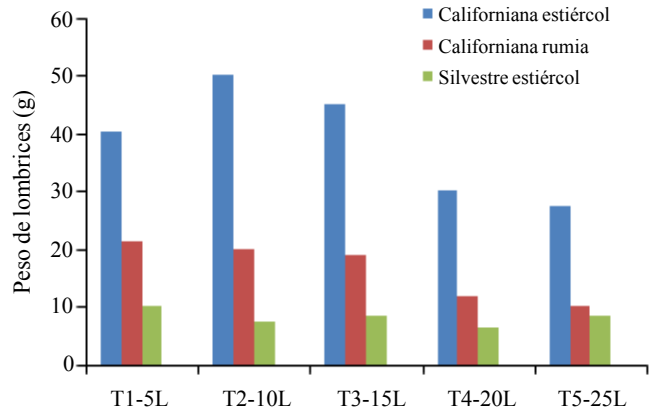


Figura 5. Peso promedio de *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. en diferentes sustratos, bosta y rumia bovina a ocho semanas.

Figure 5. Average weigh of *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. in different substrates, dung and bovine rumination at eight weeks.

In *Lumbricus* spp. it is observed that their weight is not affected by the bovine dung (manure), which indicates that there are factors that affect this process while in the rumination this species perished. About the breeding of this species in captivity Montalib and Rilda (1982); España Ganadera (198; Storer *et al.* (1986); Yague (1987); Ferruzi (1988), indicate that its breeding it is not advisable due digs vertical galleries, lives to more than 100 cm depth, deposits its faeces on the surface of the soil and it is less prolífic; it only reproduces in summer and of each capsule only a earthworm is born, although our data are in agreement to these authors, they didn't work with the characteristics of the experimental unit exposed in this work.

In Figure 6 is shown relationship of cocoons produced by *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. in bovine dung (manure) and bovine rumination (rumination), as observed in the graph cocoons production is affected when the population density is of 25 individuals kg⁻¹ of *Eisenia* spp. in manure, then this could be factor of survival of the annelid, in spite of the fact that in rumination the production is 21% less than in the manure; *Eisenia* spp. overcomes *Lumbricus* spp. in this process.

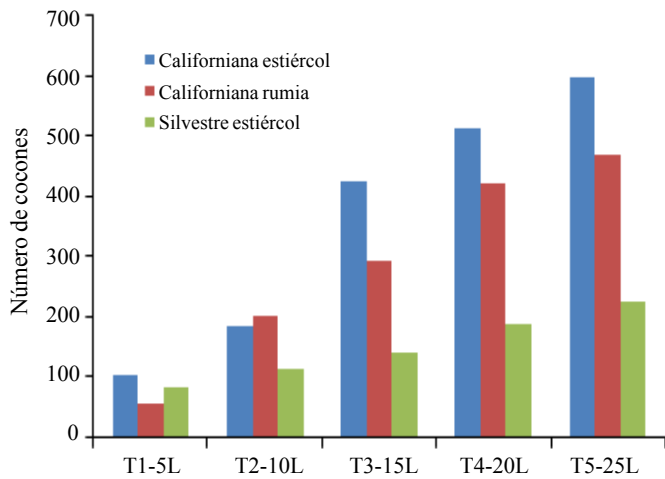


Figura 6. Número de cocones de *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. en bosta y rumia bovina a ocho semanas.
Figure 6. Number of cocoons of *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. in dung and bovine rumination at eight weeks.

La Figura 7 muestra el porcentaje de degradación de la bosta bovina (estiércol) y rumia bovina (rumia) por *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp., se puede observar la capacidad de la primera especie es grande, llegando a 98% a la densidad de 25 individuos kg⁻¹ de sustrato a ocho semanas, pero en la rumia lo logra realizar la misma actividad, esto puede deberse a las características del sustrato.

Lumbricus spp., muestra que su porcentaje de degradación del estiércol es ínfimo en relación a *Eisenia* spp., esto indica que hay algún factor o quizá las condiciones no son las ideales para que realice este proceso. La rumia para esta especie prácticamente no ha degradado.

El Cuadro 1 muestra los valores de pH a ocho semanas que duró el experimento, donde se aprecian mínimas variaciones de éste indicador tanto en la bosta bovina como en la rumia, los datos son próximos a Mamani (2005); Hernández (1999); Toccalino *et al.* (2004), con lo que ésta experiencia está dentro de los valores de pH propuestos por éstos autores.

Estos resultados sugieren, la necesidad de implementar trabajos donde se utilice el estiércol bovino como alimento de la lombriz aumentando la densidad de individuos en condiciones diferentes, además evaluar el rol de *Lumbricus* spp. en estos procesos, de esta manera se podrá perfeccionar si es factible utilizar este sustrato de forma confiable, con esto

Lumbricus spp., in manure produces 37.5% cocoons in relation to *Eisenia* spp., this can be due to that this species is not adapted to this substrate type, but its survival depends on the preservation of its species. In the rumination *Lumbricus* spp. did not produced any capsule, which indicates that conditions have not been optimum for its development.

Figure 7 shows the percentage of degradation of the bovine dung (manure) and bovine rumination (rumination) for *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp., it can be seen the capacity of the first species is big, reaching 98% to the density of 25 individuals kg⁻¹ of substrate at eight weeks, but in the rumination it reaches the same activity, this can be due to the characteristics of the substrate.

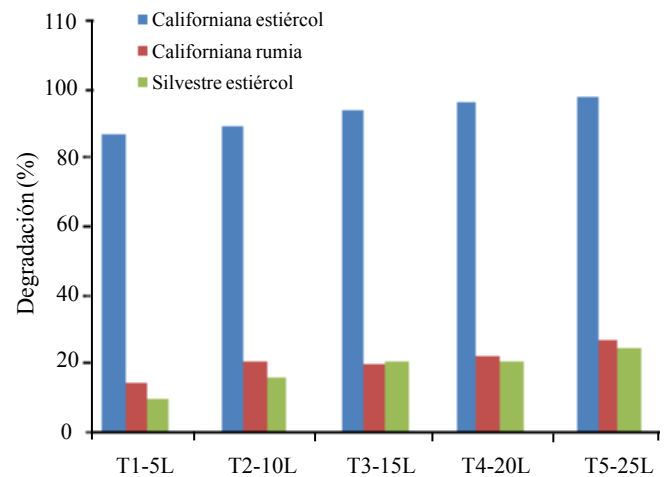


Figura 7. Porcentaje de degradación de *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. de los sustratos bosta y rumia bovina a ocho semanas.
Figure 7. Percentage of degradation of *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. of the substrates dung and bovine rumination at eight weeks.

Lumbricus spp. shows that its percentage of degradation of the manure is minimal in relation to *Eisenia* spp., this indicates that there is some factor or the conditions are not the optimum so that this process is done. The rumination for this species practically has not degraded.

Table 1 shows pH values at eight weeks that the experiment lasted, where minimum variations are appreciated of this indicator as in bovine dung as in rumination, the data are

se lograría economizar mano de obra y agua al compostear el estiércol, obteniendo finalmente el impacto positivo (ambiental, social y económico).

similar to Mamani (2005); Hernández (1999); Toccalino *et al.* (2004), then this experiment is within pH values proposed by these authors.

Cuadro 1. Relación de valores del potencial de hidrogeniones (pH) de *Eisenia* spp. y *Lumbricus* spp. en los sustratos bosta y rumia bovina a ocho semanas.

Table 1. Relationship of pH values of *Eisenia* spp. and *Lumbricus* spp. in the substrates dung and bovine rumination at eight weeks.

Fecha	Semanas	<i>Eisenia</i> spp.		<i>Lumbricus</i> spp.	
		Estiércol	Rumia	Estiércol	Rumia
Agosto	1	7	7	7	7
	2	7	7	7	7
	3	7	7	7	7
	4	7.05	7	7.1	7.2
Septiembre	5	7.11	7.1	7.12	7.22
	6	7.23	7.4	7.45	7.29
	7	7.43	7.4	7.47	7.3
	8	7.58	7.5	7.49	7.4

CONCLUSIONES

La deposición del humus siempre fue en la parte superior del cantero y la densidad de lombrices afecta el peso de éstas, pero no la producción de cocones. La lombriz californiana está adaptada al sustrato de estiércol y las variables de número de cocones, peso del individuo, número de individuos presenta una estrecha relación entre sí.

La lombriz silvestre produce humus en la parte superior en menor proporción a la californiana. No hay aumento de peso en el individuo en las ocho semanas en el estiércol, pero tampoco hay mortalidad.

En la rumia todas las lombrices silvestres perecen y no hay aumento en el número de cocones semejea la californiana. Prácticamente la capacidad de degradación del estiércol es mínima, en tanto la rumia no lo degrada.

Los sustratos de estiércol son mejores en la dinámica poblacional de *Eisenia* spp, en comparación con *Lumbricus* spp, posiblemente por las características físicas y químicas del estiércol; por el contrario, la rumia influyó en éste tipo de comportamiento de *Eisenia* spp.

These results suggest the need to implement works where the bovine manure of the animals is used as earthworm food, increasing the density of individuals under different conditions, also to evaluate the role of *Lumbricus* spp. in these processes and if required or not, therefore will be able to use this substrate, saving manpower and water when composting the manure, finally obtaining the positive impact (environmental, social and economic).

CONCLUSIONS

The deposition of humus was always in the top of the oil drum and the density of earthworms affects the weight of these, but not the cocoons production. The californian earthworm is adapted to the substrates of manure and the variables cocoons number, the individual weight, individual number presents a close relationship to each other.

The wild earthworm produces humus in the superior part in less proportion than the californian one. There is no increase of weight in the individual in the eight weeks in manure, but neither there is mortality.

AGRADECIMIENTOS

Al módulo de lombricultura por proporcionar los especímenes para éste trabajo. Así como al laboratorio de suelos para realizar esta actividad y al Ing. Ramiro Ochoa, por realizar la revisión de los datos.

LITERATURA CITADA

- Andriulo, A.; Sasal, C.; Améndola, C. y Rimatori, F. 2003. Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua. INTA. Argentina. 32(3):27-56.
- Edwards, C. y Batey, J. 1992. The use of earthworms in environmental management. *Soil Bio. Biochem.* 24:1683-1689.
- España Ganadera. 1985. La lombriz estabulada. *Vet. Arg.* 2:808-809.
- Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Mundi Prensa. Madrid, España. 138 p.
- Flores, M. T. and Alvira, P. 1988. The earthworm (*E. foetida* Sav. and *L. rubellus* Hoff.). Biology and uses. *An. Edaf. Agrobiol.* 7(8):771-778.
- Gutiérrez, E. 2007. Dinámica poblacional de la lombriz *Eisenia foetida* en estiércol composteado y fresco de bovino y ovino. *Revista electrónica de veterinaria (RERVET).* 8(7):1-8.
- Hernández, I. 1991. Lombricultura en Escuela Agrotécnica de General Cabrera. *Rev. Acaecer.* 17:16-20.
- Hernández, J. 1997. Observaciones preliminares del efecto de la temperatura sobre la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia* spp.). VII Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Agronomía. 91 p.
- Hernández, J. y Roa, L. 1998. Efecto de tres estiércoles animal en la capacidad de reproducción de la lombriz roja *Eisenia* spp. *Acta Científica Venezolana.* 49:209-215.
- Hernández, J.; Paz, M. y Valera, S. 2000. Efecto de los restos vegetales en la alimentación de la lombriz roja (*Eisenia* spp.), bajo condiciones de clima cálido. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo, Uruguay. 28 p.
- Hernández, J.; Rincón, M. y Jiménez, R. 1997. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia fetida*) bajo condiciones de clima cálido. *Revista de la Facultad de Agronomía de LUZ.* 14:387-392.

In the rumination all the wild earthworms perish and there is no increase in the cocoons number similar to the californian one. Practically, their degradation capacity of the manure is minimum, as long as the rumination does not degrade it.

The substrates of manure are better in the population dynamics of *Eisenia* spp, in comparison with *Lumbricus* spp. possibly due the physical and chemical characteristics of the manure; on the other hand, the rumination influenced in this type of behavior of *Eisenia* spp.

End of the English version



- Hernández, J.; Ramírez, N.; Bracho, B. y Faria, A. 1999. Caracterización del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp), bajo condiciones de climas cálidos. Maracay, Colombia. *Rev. Fac. Agr.* 25:139-147.
- Holdridge, R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 94 p.
- Instituto Nacional de Estadística-Ministerio de Desarrollo Sostenible-Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (INE-MDSP-COSUDE). 1999. Un mundo de potencialidades. Atlas estadístico de municipios. La Paz, Bolivia. 64 p.
- Lastra, E. 1995. Lombrices californianas, transformadoras de desechos. *Rev. Acaecer.* 20:10-12.
- Lavelle, P.; Brussaard, L. and Hendrix, P. 1999. Earthworm management in tropical agroecosystemes. CABI Publishing. Oxon y New York, USA. 300 p.
- Mamani, G. 2005. Comportamiento de la lombriz (*Eisenia* spp.) bajo dos ambientes y con residuos sólidos en la zona de Carmen Pampa. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Coroico Nor Yungas, La Paz, Bolivia. 100 p.
- Motalib, A. y Rida, A. 1982. Los gusanos de tierra y el medio ambiente. *Rev. Mundo Científico.* 14:408-415.
- Räty, M. and Huhta, V. 2004. Earthworm communities in birch stands with different origin in Central Finland. *Pedobiología.* 283-291 p.
- Reinecke, A.; Viljoen, S. y Saayman, R. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biol. Biochem.* 24:1295-1307.

- Satchell, J. E. 1983. Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. Chapman & Hall, Nueva York, USA. 485 p.
- Spurgeon, D. J.; Hopkin, S. P. and Jones, D. T. 1994. Effects of cadmium, copper, lead and zinc on growth, reproduction and survival of the earthworm *Eisenia foetida* (Savigny): assessing the environmental impact of point-source metal contamination in terrestrial ecosystems. Environmental Pollution. 123-130 pp.
- Storer, T.; Usinger, R.; Stebbins, R. and Nybakken, J. 1986. Zoología General. Sexta edición. Edit. Omega. Barcelona. 955 p.
- Toccalino, P. A.; Agüero, M. C.; Serebrinsky, C. A. y Roux, J. P. 2004. Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. Rev. Vet. 15(2): 65-69.
- Yague, J. L. 1987. La crianza de la lombriz roja. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España, 12 p.
- Zhao, S. W. and Fun-Zhen, H. 1992. The nitrogen uptake efficiency from N_{15} labelled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). In: Veeresh, G. K.; Rajagopal, D. and Viraktamath, C. A. (eds). Advances in management and conservation of soil fauna. New Dehli, India. 539-542 pp.