

Evaluación de sustratos en la producción de *Eisenia Foetida* y su uso como alimento de *Odontesthes Bonariensis*

Autores: E. F. Velasquez Guzman^{1,2}, S. A. Giunta^{1,2}, M. S. Zutara¹, N. R. Alcázar¹ y N. M. Pérez Otero¹

¹ Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Jujuy

² CONICET-CIITeD, San Salvador de Jujuy

E-mail: sajunta21@gmail.com

Enzo Francisco Velasquez Guzman

Licenciado en Tecnología de los Alimentos. Doctorando en Ciencia y Tecnología de los Alimentos en la Facultad de Ingeniería de la UNJu y el Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Tecnologías y Desarrollo Social para el NOA (CIITeD -Unidad ejecutora de doble dependencia CONICET).

Sandra Adriana Giunta

Bióloga. Especialista en Docencia Superior. Maestría en Ciencias Biológicas. Expertiz en ecotoxicología y biorremediación. Profesora adjunta de la Cátedra de Biología y de Biología General en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Secretaria de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales (SecTER) de la UNJu.

María Silvina Zutara

Ingeniera Química. PhD en Tecnología de los Alimentos

Área de conocimiento en Investigación: Agronomía y Tecnología de los alimentos.

Profesor adjunto ordinario de la Cátedra de Microbiología general y de los Alimentos en la Facultad de Ingeniería de la UNJu.



Nilda del Rosario Alcázar

Ingeniera industrial. Expertiz en Gestión de Residuos Sólidos, Química Industrial y Seguridad e Higiene. Auxiliar Docente de la Cátedra de Higiene y Seguridad del Trabajo en la Facultad de Ingeniería de la UNJu.

Nilda María Pérez Otero

Ingeniera en Informática. Área de conocimiento en Investigación: Inteligencia Artificial, aprendizaje automatizado y meta heurísticas. Profesora Adjunta de la Cátedra de Ingeniería del Conocimiento e Inteligencia Artificial Conexionista.

Resumen

La lombricultura es una biotecnología de elevado interés ecológico y nutricional porque puede ser usada como una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos de diferentes orígenes y obtener humus necesario para la fertilización de los suelos; y también para producir harina de lombriz altamente proteica, la cual puede ser aplicada en la alimentación de peces. El objetivo de este trabajo fue producir y caracterizar fisicoquímicamente lombricompuestos obtenidos a partir de estiércoles avícolas, bovinos y porcinos; y evaluar el uso de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en la alimentación del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

Se prepararon 3 sustratos diferentes: 1-Gallinaza+Residuos agrícolas, 2-Bovinaza+Residuos agrícolas y 3-Porcinaza+Residuos agrícolas, y luego se inocularon 500 lombrices por cajón y se controlaron las condiciones de humedad (75-80%), temperatura (20-25°C) y pH (7-7,5). Se evaluaron parámetros de crecimiento (tamaño y peso) y la supervivencia de *Odontesthes bonariensis* mediante los siguientes tratamientos: T1: 50% harina de lombriz (HL)+alimento balanceado, T2: 70% HL+30% alimento balanceado y T3: 100% alimento balanceado.

Todos los vermicompost obtenidos presentaron diferencias significativas respecto al contenido de parámetros evaluados: Cenizas, Carbono Orgánico Total, Densidad,



Humedad, Nitrógeno Orgánico Total, pH, Relación C/N, Conductividad. El sustrato de bovino fue el más adecuado para la producción de lombrices. La harina de lombriz obtenida de porcínaza presentó mayor contenido proteico. Mediante el tratamiento T1 los peces presentaron mayor peso, longitud y supervivencia en comparación con el resto. Es importante destacar que la lombricultura es una alternativa viable para el enriquecimiento de alimentos destinados a peces.

Palabras clave

residuos orgánicos, harina de lombriz, balanceado para animales.

Evaluation of substrates in the production of *Eisenia Foetida* and its use as food of *Odontesthes Bonariensis*

Abstract

*Vermiculture is a biotechnology of high ecological and nutritional interest because it can be used as an alternative for recycling organic waste from different sources and obtain humus necessary for soil fertilization; and also to produce highly protein worm flour, which can be applied in fish feed. The objective of this work was to produce and characterize physicochemically worms obtained from poultry, cattle and pig manure; and evaluate the use of worm meal (*Eisenia foetida*) in the feeding of the silverside (*Odontesthes bonariensis*). Three different substrates were prepared: 1-Gallinaza + Agricultural waste, 2-Bovinaza + Agricultural waste and 3-Porcínaza + Agricultural waste, and then 500 worms were inoculated per drawer and the humidity conditions were controlled (75-80%), temperature (20-25 ° C) and pH (7–7.5). Growth parameters (size and weight) and survival of *Odontesthes bonariensis* were evaluated by the following treatments: T1: 50% worm meal (HL) + balanced food, T2: 70% HL + 30% balanced food and T3: 100% balanced meal. All the vermicomposts obtained showed significant differences regarding the content of parameters evaluated: Ashes, Total Organic Carbon, Density, Humidity, Total Organic Nitrogen, pH, C / N Ratio, Conductivity. The bovine substrate was the most suitable for the production of worms. The earthworm flour obtained from swine had a higher protein content. Through the T1 treatment, the fish presented greater weight, length and survival compared to the rest. It is important to highlight that vermiculture is a viable alternative for the enrichment of food intended for fish.*



Key Words

organic waste, earthworm flour, balanced for animals

Introducción

Los biosistemas integrados son sistemas de producción orgánica sostenible, en donde se minimiza la producción de desechos y por lo tanto se evidencia la disminución del impacto ambiental, además proveen ser una alternativa comercial o de negocio a partir de los productos de desecho, como es el caso de los lombricultivos, la producción de bioabonos, biofertilizantes, biocombustibles y alimentos (Betancur et al., 2013). En la actualidad la lombricultura es una práctica utilizada por los productores dedicados a la agricultura orgánica, y representa una alternativa para el reciclaje y procesamiento de los desechos de cultivos agrícolas, animales, así como de residuos sólidos derivados de las fincas agropecuarias (Ayedde et al., 2004). La lombricultura es una técnica respetuosa de la naturaleza, genera ingresos y mejora el nivel de vida de las familias que practican dicha actividad (Fraire, 2003). La producción de lombricompuestos es importante como alternativa de manejo a la producción de residuos orgánicos que se presentan en algunas ciudades, fincas o unidades productivas, para el enriquecimiento del suelo (fertilidad) en la producción agrícola, y la utilización de proteína animal (la carne de lombriz) como potencial para la alimentación de peces, de manera pura y combinada, evidenciado en el crecimiento y un mejor desarrollo de los peces que con el concentrado comercial (Guerrero, 1983). La harina de lombrices posee un alto contenido proteico que expresado en términos de materia seca es de 71,8%. Es razonable considerar, al menos a nivel de contenido y composición de aminoácidos, a las harinas de pescado y lombriz como productos alternativos entre sí, dado que para la harina de pescado el contenido de aminoácidos está compuesto por: 67% de Proteína bruta, Lisina 5.5%, y Metionina 2%; mientras que para la harina de lombriz se reportan contenidos de aminoácidos esenciales como: fenilalanina, leucina, lisina, isoleucina, metionina y valina (> 3% p/p) (Washington et al., 2008 y Vielma-Rondón et al., 2003). Además, el producir proteína animal de lombrices vivas o en forma de harina y asimismo obtener el humus de lombriz como un subproducto de la crianza, base de la fertilidad en el suelo, influye positivamente en sus características físicas, químicas y biológicas; para una agricultura sostenida (Dávila, 1996). El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la producción de lombricompuesto a partir del empleo de estiércoles avícolas, bovinos y porcinos, y el uso de la carne de lombriz producida como fuente de alimento para el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en condiciones controladas de laboratorio.



Materiales y métodos

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio BIOLAB de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy. Los estiércoles provienen de granjas ubicadas en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina, en donde existe un sistema de producción agropecuario característico de la región. Los sustratos evaluados para producción de los lombricompuestos fueron Gallinaza, Bovinaza y Porcinaza; obtenidos de granjas agrícolas de la Quebrada de Humahuaca que luego fueron mezclados con restos orgánicos (Restos de podas, cosechas y derivados) para su compostaje. Para la evaluación de la cría de lombrices resultante en cada sustrato alimenticio, se planteó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones, donde los tratamientos fueron los siguientes:

- 1- 50% Gallinaza + 50% Residuos agrícolas
- 2- 50% Bovinaza + 50% Residuos agrícolas
- 3- 50% Porcinaza + 50% Residuos agrícolas

Los tratamientos fueron establecidos en cajones de madera con dimensiones de 60 cm de largo por 30 cm de ancho y 45 cm de profundidad, con una pendiente sobre el piso de 5 cm, que estuvieron provistas por tuberías de plásticas en la parte externa con el fin de recoger los lixiviados.

Elaboración del Compost: una vez construidos los cajones para compostar, con las especificaciones antes mencionadas, se procedió a:

- 1.- Se dispuso en cada cajón los estiércoles junto con los restos vegetales producto de la actividad agrícola.
- 2.- Luego se realizaron volteos periódicos (día/medio) con el fin de airear los residuos orgánicos allí depositados y concomitantemente se humedecieron de manera que no llegasen a estar saturados por exceso de agua. Este proceso se realizó durante aproximadamente 30 días, teniendo como objeto final, llevar el sustrato a temperatura entre 20 y 25 grados centígrados y un pH ligeramente neutro

Producción de Lombrices: una vez compostados los sustratos en los respectivos cajones, se trasladaron a nuevos cajones para la reproducción de las lombrices. Luego se sembraron 500 anélidos en cada tipo de sustrato. Las observaciones se realizaron durante tres meses, tiempo en el cual, las lombrices transformaron el compost en lombricompuesto. Adicionalmente, se midió el número y talla de la lombriz en cada uno de los sustratos, a partir del conteo aleatorio de las mismas en un kilogramo de muestra.

Obtención de la Harina de Lombriz: se desarrolló empleando el método Sabac (1987), que consistió en recolectar las lombrices producidas en cada uno de los sustratos, se lavaron con agua colocadas en un tamiz o cernidor, separando así, las lombrices, de los residuos del lombricompuesto; luego se pesaron e introdujeron en una solución de salmuera al 4% por 10 minutos, y se lavaron varias veces para separar todos los residuos desprendidos.



Adicionalmente, se secaron a estufa con termostato a una temperatura controlada de 25°C y finalmente se llevó a mortero para su molienda manual.

Análisis organoléptico y fisicoquímico de la harina de Lombriz: de la harina de lombriz obtenida en cada uno de los sustratos (Gallinaza, Bovinaza, y Porcinaza), se analizó a nivel organoléptico y fisicoquímico los siguientes parámetros: proteína estimada, materia seca, cenizas y extracto etéreo.

Evaluación del desarrollo del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en su etapa de crecimiento: Durante 125 días se estudió el crecimiento y desarrollo de una población de *Odontesthes bonariensis*, empleando como alimento base, la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) más suplementado con concentrado comercial, alimento inerte para truchas de marca Ganave producido en Argentina, con una composición para todos los tamaños utilizados de 47% de proteína animal, 13% de lípidos, 2% de fibra y 18% de minerales totales. Se utilizaron larvas provenientes de desoves naturales de peces reproductores criados en condiciones intensivas a partir de su eclosión. Estas larvas fueron criadas desde su nacimiento hasta el inicio de cada ensayo en tanques circulares en condiciones de laboratorio. Durante el ensayo, el promedio de la temperatura del agua a las 8,00 hs fue de 18,3°C ± 1,5 y a las 16,00 hs fue de 18,9°C ± 1,9, la mínima temperatura registrada a la mañana fue de 15°C y a la tarde de 16°C, en cambio la máxima temperatura registrada de mañana fue de 27°C y a la tarde de 30°C. Durante el ensayo se midió la longitud Total y longitud total en cm y el Peso en g.

Análisis de datos: Para el análisis de los resultados obtenidos se hizo un análisis de varianza y una de comparación de medias usando la prueba de Tukey HSD (P<0,05).

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del compost. Donde se muestra la variabilidad significativa en el contenido de los parámetros evaluados.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos evaluados del compost de Gallinaza, Bovinaza y Porcinaza en fracción de base seca del 96.3%, 97.7% y 94.3%

Parámetro	Gallinaza		Bovinaza		Porcinaza	
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
Cenizas (%)	53.2a	0,08	38.1c	0,08	45.4b	0,16
Carbono Orgánico Total (%)	18.0c	0,22	31.0a	0,82	22.0b	0,82
Densidad (20%) g/cm ³	0.23a	0,01	0.19a	0,01	0.22a	0,02
Humedad (%)	70.6c	0,73	81.02a	0,02	76.8b	0,16
Nitrógeno Orgánico Total (%)	1.80b	0,03	1.40b	0,03	2.50a	0,05
pH	7.57a	0,21	7.10a	0,41	7.12a	0,09
Relación C/N	10.5b	0,36	19.1a	0,16	8.9c	0,33
Conductividad (dS/m)	0.052b	0,005	0.025c	0,002	0.098a	0,001

Letras diferentes entre medias muestran diferencias significas ($p < 0,05$).

La producción promedio de lombrices en un kilo de Gallinaza fue de 1.080 con un tamaño promedio de 5.1 cm., para el sustrato Bovinaza de 1292 individuos con un tamaño promedio de 6.3 cm y en el sustrato Porcinaza 1354 individuos con un tamaño promedio de 5 cm. A nivel general, el valor nutricional reflejado en la harina de lombriz (Tabla 2) procedente de los tres sustratos Gallinaza, Bovinaza y Porcinaza, se caracteriza por presentar contenidos importantes de Proteína estimada del 47,1%, 58,8% y 65,6% respectivamente, a esto se le une la presencia en ella de otras sustancias indispensables como lípidos, carbohidratos y sales minerales (materia seca, extracto etéreo y cenizas), situación que nos permite inferir que constituye un buen suplemento alimenticio.



Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados de la harina de lombriz producida en Gallinaza, Bovinaza y Porcinaza en fracción de base seca.

Parámetro	Gallinaza		Bovinaza		Porcinaza	
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
Proteína estimada (%)	47.1c	0.51	58.8b	0,54	65.6a	0,50
Extracto etéreo (%)	6.40b	0,24	9.50a	0,05	6.75b	0,12
Cenizas (%)	10.9a	0,49	8.1b	0,33	8.7b	0,33
Materia seca (%)	87.6a	0,73	88.1a	0,41	81.3b	0,49

Letras diferentes entre medias muestran diferencias significas ($p < 0,05$).

Los ejemplares utilizados para esta investigación, fueron adaptados a condiciones de laboratorio sin ninguna posibilidad de recambio de agua, debido a que no tiene sistema de desagüe. Durante el ensayo, el promedio de la temperatura del agua a las 8 hs fue de $18,3^{\circ}\text{C} \pm 1,5$ y a las 16,00 hs fue de $18,9^{\circ}\text{C} \pm 1,9$, la mínima temperatura registrada a la mañana fue de 15°C y a la tarde de 16°C , en cambio la máxima temperatura registrada de mañana fue de 27°C y a la tarde de 30° , indicando que los valores para las variables son coherentes para el crecimiento y reproducción de esta especie.

Los parámetros de crecimiento y aprovechamiento de las dietas (Tratamientos): T1: 50% de *Eisenia foetida* y alimento balanceado, T2: 70% de *Eisenia foetida* y 30% de alimento balanceado y T3: 100% de alimento balanceado; utilizadas se presentan en el Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros de crecimiento en tamaño y peso y la supervivencia de *Odontesthes bonariensis* alimentados con los tratamientos T1, T2 y T3.

Parámetros	T1		T2		T3	
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
Peso (gr)	121,1a	0,50	100,4b	0,36	96.7c	0,59
Longitud (cm)	10,2a	0,36	9,1b	0,16	8,4b	0,16
Supervivencia (%)	95,8a	0,29	88,9c	0,33	93,5b	0,49

Letras diferentes entre medias muestran diferencias significas ($p < 0,05$).

Una de las claves en acuicultura para la producción masiva de peces es la capacidad de producir en forma repetible, juveniles de buena calidad. En muchos casos en el cultivo de especies marinas, se ha observado que la calidad de los peces cultivados es altamente variable, incluyendo altos porcentajes de mortalidad, crecimientos variables y variaciones en la calidad de los huevos. En este trabajo se observa de manera directa, que los peces



presentaron buena aceptación del alimento y gran voracidad. El porcentaje de sobrevivencia estuvo entre 88,9 y 95,8%, no observando mortalidad relacionada con el suministro de las dietas. Dado que la calidad de la proteína utilizada para la formulación de dietas para peces depende de la composición de aminoácidos y de su disponibilidad biológica, es decir entre más se aproxime el contenido de aminoácidos esenciales a los requerimientos de la especie a estudiar, mayor será su valor nutricional (Vásquez Torres, 2004 y Berge et al., 2002).

Conclusiones

Como consideraciones finales del presente trabajo se observaron las siguientes:

1. En el compost obtenido el contenido de carbono orgánico fue más relevante en el sustrato Bovinaza el 31%, seguido de Porcinaza con 22% y de Gallinaza con el 18%. Las cenizas mostraron un contenido importante en el sustrato de Gallinaza del 53,2% convirtiéndolo en el mejor, seguido de Porcinaza del 45,4% y en bovinaza del 38,1%. El contenido de nitrógeno muestra valores cercanos para los sustratos, pero son altos en Porcinaza con el 2.5%, en Gallinaza del 1.8% y en Bovinaza del 1.4%. Estos comportamientos en el compost se puede deber a la cantidad, y tipo de alimentación de los animales y a la presencia de minerales esenciales. Además, el cerdo es muy ineficiente con sus alimentos por eso hay en los purines mucha energía, proteína y demás sustancias no asimilada en su tracto digestivo.
2. La mejor harina de lombriz la constituyó la resultante del sustrato Porcinaza por su contenido alto de proteína del 65,6%, seguido de Bovinaza con el 58,8% y de Gallinaza con el 47,1% que les permiten tener valor nutricional agregado apto para uso alimentario.
3. *Odontesthes bonariensis* presentó mejores rendimientos alimenticios en talla y peso con el empleo de la dieta T1: 50% de *Eisenia foetida* y alimento balanceado, con un peso final de 121,1 gr y una longitud final de 10,2 cm.
4. *Odontesthes bonariensis* presentó un alto porcentaje de supervivencia con el T1, siendo del 95,8%.



Bibliografía

- Ayedde O.J, Fraire Sierra L, Cortés C. C. J. 2004. "Lombriz *Eisenia andrei* Como alternativa de manejo de subproductos pecuarios en el CECAF, Macuspana, Tabasco". Memoria de Residencia Profesional ITa No. 28. pp. 48
- Betancur, P. Jh. F., Rodríguez, R. N., Murillo, A. W., Fernando-G, M. O. & Orozco, A. J. 2013. Anteproyecto: Los Biosistemas integrados como Solución al Manejo de Residuos Vegetales de los Centros de Acopio y de Abasto de Productos Vegetales: Alternativa Práctica para atenuar los efectos del Cambio Climático. Documento Marco pdf, pp.4
- Dávila, F. S. 1996. Harina de lombriz, alternativa proteica en trópico y tipos de alimento. *Folia amazonica*, vol. 8(2). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, filial Ucayali (CRI-IIAP-Ucayali), pp. 77-90
- Fraire, S.L. 2003. Lombricultura Ecológica Alternativa Sustentable para la producción Agropecuaria en Tabasco. *Revista Diálogos, CCYTET*. Vol. 12. 21-28 p.
- Guerrero, R.D. 1983. Tilapia farming in the Philippines: practices, problems and prospects. Documento presentado al Seminario PCARRD/ICLARM sobre economía de la tilapia en Filipinas, Los Baños, Laguna, Filipinas, 10–13 agosto 1983, 23 p. Resumen en ICLARM Conf.Proc., (10):4 p.
- Vásquez Torres, W. 2004. Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces. Juan XXIII. Instituto de acuicultura. Universidad de Los Llanos. Colombia.
- Vielma-Rondón, R., Ovalles-Durán JF., León-Leal, A., y Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44:1; 43-58
- Washington, L.J., Raúl, G.P., Vasicek, A., Baridón, E., Pellegrini, E.A., Millán, G.J., Mildemberg, J.C., Cattani. V., Fittipaldi, G.C., & Iribar, M.T. 2008. Capacitación para el reciclado de residuos orgánicos: Fuente de sustratos, abonos y acondicionadores de suelos degradados. Argentina. Proyecto Subsidiado por la Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Cátedra de Edafología 0221 423 6758. Expediente 100-7946., pp. 65-pdf.