



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

Título: Evaluación de la calidad del humus de lombriz obtenido a partir de la cachaza y el estiércol vacuno.

Autor: Higinio Orlando Espinosa Martínez

Tutores: MSc. Lissete Ponce Rancel.

Curso 2023

Año 65 de la Revolución

DEDICATORIA :

A la memoria del comandante en Jefe Fidel Castro Ruz de quien recibí las primeras lecciones pecuarias, el que también un día nos dijo allá en Cojímar: ...Yo quiero que de aquí salgan los mejores técnicos de la Agricultura...Comandante en Jefe he cumplido con usted y seguiré cumpliendo hasta el último suspiro.

Hasta la Victoria

Siempre.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores que durante estos seis años de intensos estudios supieron poner todo su esfuerzo y profesionalidad en aras de mi preparación y formación. A todos ellos mi infinito agradecimiento y muy especialmente al MSc Jorge Luis Prieto Duarte, al MSc Reinaldo Pérez Armas, a la MSc Lissete Ponce Rancel, MSc Maykel Abreu Jiménez, y al MSc Walfrido Terreno Matos.

Índice

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
1.1. Los abonos orgánicos y su significado en las producciones agrícolas	10
1.1.1. Abonos orgánicos sólidos.....	12
1.1.2. Abonos orgánicos líquidos	14
1.1.3 Formas de obtención del humus líquido.....	207
1.1.4 Efectos del humus líquido sobre los cultivos.....	18
1.2 Lumbricultura: Generalidades.....	20
1.2.1 Condiciones ambientales para el desarrollo de la lombricultura.....	24
1.3 Cachaza en la producción de Humus de Lombriz	28
1.3.1 Vermicomposteo de cachaza	30
1.3.2 Estiércol Vacuno en la producción de Humus de Lombriz.....	31
Capitulo II MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1 Determinación del comportamiento poblacional de las lombrices en ambas fuentes orgánicas.	33
2.2.2 Caracterizar el humus de lombriz obtenido de las dos fuentes orgánicas objeto de estudio ...	35
2.2.3 Como influye el humus líquido obtenido del humus sólido de la cachaza y el estiércol vacuno	36
2.3 Determinación de la valoración económica de la producción de humus obtenida de las 2 fuentes orgánicas objeto de estudio.....	37
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1 Comportamiento poblacional de las lombrices en ambas fuentes orgánicas. .	38
3.1.2 Caracterización del humus de lombriz obtenido de las 2 fuentes orgánicas.....	43
3.1.3 Influencias del humus líquido obtenido del sólido de cachaza de estiércol vacuno en el proceso de germinación de semillas de habichuelas.....	48
Conclusiones.....	53.
Bibliografía.....	56

RESUMEM

El estudio se llevó a cabo en el organopónico cuatro caminos ubicado en el municipio Cienfuegos durante el periodo comprendido del 30 de junio al 30 de septiembre del 2023, con el objetivo de evaluar y comparar la calidad del humus de lombriz obtenido a partir de dos fuentes orgánicas: la cachaza y el estiércol vacuno en condiciones de campo así como para conocer el comportamiento poblacional de las lombrices en ambos sustratos, sus características en cuanto a PH, humedad, conductividad y temperatura, y también llevar el humus sólido a líquido para con este darle tratamiento a semillas de habichuelas y comparar el proceso de aceleración de la germinación de dichas semillas tratadas con ambos líquidos y un grupo de testigos que como tratamiento solo recibió agua.

Como resultados del estudio se pudo conocer que: el T-1 humus producido con cachaza obtuvo supremacía en cuanto al comportamiento poblacional, en la eficiencia de la lombriz en la conversión del sustrato en humus, también en el poder germinativo de las semillas, todo ello comparado con el T-2 humus producido a partir del estiércol vacuno.

Palabras claves.

Vermicompostera, sustrato, conductividad, germinación, supremacía.

SUMMARY

The study was carried out in the Cuatro Caminos organoponic facility located in the Cienfuegos municipality during the period from June 30 to September 30, 2023, with the objective of evaluating and comparing the quality of the worm humus obtained from two sources. organic: cachaça and cattle manure in field conditions as well as to know the population behavior of the worms in both substrates, their characteristics in terms of PH, humidity, conductivity and temperature, and also convert the solid humus to liquid for this purpose. treat bean seeds and compare the germination acceleration process of said seeds treated with both liquids and a group of controls that only received water as treatment.

As results of the study, it was found that: the T-1 humus produced with cachaça obtained supremacy in terms of population behavior, in the efficiency of the worm in converting the substrate into humus, also in the germination power of the seeds, all of this compared to T-2 humus produced from cattle manure.

Keywords.

Vermicomposter, substrate, conductivity, germination, supremacy.

INTRODUCCIÓN

La reducción de fuentes minerales abastecedoras de nutrientes agrícolas es considerable dado por la tendencia mundial de disminuir la quimización en la agricultura y con la contaminación ambiental, en correspondencia con estos fenómenos se han tenido que buscar alternativas para atenuar estas afectaciones y mejorar la calidad de los suelos, una de ellas es la aplicación de diferentes portadores de materia orgánica y empleo de abonos orgánicos (Martínez, et al., 2018)

Las normas ISO 9000, plantean que en el año 2000 toda la agricultura debería ser orgánica, aspiración esta que cuenta ya con casi un cuarto de siglo de atraso, por otro lado, los insumos son cada vez más caros, lo que propicia inestabilidad en los precios y comercialización con una relación Insumo-Producto desfavorable, todo ello hace que hoy día los mercados sean más competitivos, mientras que por otro lado el empobrecimiento y la muerte del suelo es más cercano (Martha Reinie 2010).

En la agricultura actual es necesario la utilización plena, racional y el reciclaje de los recursos que son más abundantes y el ahorro de los más escasos, la introducción de tecnologías apropiadas que emiten a las empleadas por la naturaleza, menos dependientes de insumos externos que lleven a una producción sustentable y un ambiente protegido, los estudios realizados indican un agravamiento del medio ambiente y el cambio climático, por lo que es necesario la preparación para aprender a vivir y trabajar en medio de esas condiciones adversas y al mismo tiempo garantizar la alimentación y bienestar de la sociedad (Zambrano, 2022).

Es imperioso acelerar la búsqueda de soluciones, el cambio de conceptos y manejo de la agricultura convencional a la orgánica como vía de superar las amenazas que el cambio climático impone sobre la agricultura y la seguridad alimentaria, explorando maneras innovadoras para ayudar a que las comunidades se ajusten a los cambios globales del clima y con ello disminuir el impacto que estos ocasionan a la agricultura tales como la disminución de áreas para cultivos por inundaciones, avalanchas, sequias, acidificación, salinización, erosión del suelo, afectación de la productividad de los cultivos, cambios inesperados en los periodos de siembra y cosecha, alteraciones

en la dinámica de plagas y enfermedades, efectos sobre la fisiología de los cultivos, extinción de especies de animales y vegetales (Céspedes, 1995)

Según (Crespo & Romero, 2021) la lombricultura es uno de los procesos más variables que se inserta de manera integral en el ecosistema y coadyuva a esta necesidad los efectos benéficos del humus de lombriz sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y en el desarrollo de las plantas, producen reflejos que se traducen en aumento de la productividad actual y a largo plazo de los cultivos, El humus de lombriz es el producto que resulta de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufren los residuales sólidos orgánicos durante el proceso de ingestión y digestión por parte de la lombrices, así como de la flora microbiana asociada. Es un producto de color oscuro a negro, esponjoso, suave, ligero, granular, con olor a la tierra húmeda o mantillo

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos rindiendo en fertilidad de 6 a 8 veces más que con la aplicación de otros abonos orgánicos (Pefferkorn, 2007)

(Zech, et. Al., 2017) demostró que con los experimentos efectuados con lombricompost en distintas especies de plantas se pudo conocer el aumento de cosechas en comparación con aquellas provenientes de la fertilización con estiércol bovino o con otros abonos químicos.

El lombricompost influye de manera efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas, durante el trasplante previene las enfermedades y evita el shock por heridas y cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos (Garro, 2017)

Según Mazariegos, (2018), el lombricompost es un abono rico en hormonas, sustancia producida por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de las plantas. Estos agentes reguladores son: la auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de algunos frutos. La cito quinina retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos, posee una amplia gama de macro y micronutrientes, así como actividad fitohormonal, encontrándose libre de sustancias cito tóxicas.

El humus de lombriz, así como otros abonos orgánicos ejercen positiva influencia sobre el suelo, ya que este, es el primero, el que decide, el elemento más vulnerable del sistema de producción estos abonos garantizan la salud del suelo, siendo esta la base de la producción vegetal (Tecnicrob, 2021)

(Sazza, 2009) argumenta que es un auténtico fertilizante biológico que actúa como regenerador de suelos degradados debido a su gran carga biológica, asegura que diferentes estudios han puesto de manifiesto que un gramo de humus de lombriz contiene alrededor de dos billones de bacterias con capacidad para suprimir o inactivar a los microorganismos con potencial patogénico utilizando para ello mecanismos supresores tales como: producción de antibióticos por los microorganismos que el humus de lombriz incorpora al suelo y que inhiben el desarrollo de Fito patógenos, competición inter específica de los microorganismos benéficos y patógenos por los nutrientes, aumento de la predación y el parasitismo de los microorganismos, producción de enzimas que destruyen las paredes celulares de los fitopatógenos, cambios en las condiciones ambientales del suelo que inhiben el crecimiento de los patógenos, inducción de la resistencia sistemática de las plantas a los fitopatógenos. El humus de lombriz es un material orgánico cuyos componentes se encuentran en formas estables y con cierto grado de humificación, la proporción en que se encuentra los nutrientes es adecuada para la mayor parte de los cultivos

Tales beneficios hacen que cada día crezca más cantidad de productores que a escala mundial utilicen el humus de lombriz para obtener mayores rendimientos en sus cosechas. Así el ENIA (2008), reportó que en las localidades peruanas donde se empleó este material orgánico, los cultivos mostraron un mayor vigor y el suelo retuvo más la humedad según (Zalazar, et. Al., 2019), no todo el humus de lombriz tiene la misma composición y calidad estas características son muy variables, pues ello depende del tipo de residual utilizado como alimento para las lombrices, así como de otros aspectos asociados al manejo del cultivo de lombrices.

Por su parte Borges & Garces (2019), plantean que existen otros abonos orgánicos con grandes beneficios a las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, y resaltan el valor de la cachaza, al declarar que representa una alta capacidad de

humedecimiento y retención de agua, así como de intercambio iónico, libera lentamente los nutrientes para los cultivos tales como: nitrógeno, fósforo y por sus propiedades físicas y biológicas es muy valiosa como enmienda orgánica.

Según Pages, et. Al. (2019), la cachaza se caracteriza por su elevado contenido de materia orgánica y de micronutrientes esenciales para los procesos biológicos de bioconversión como son: el calcio, potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio, manganeso y zinc, por lo que es empleada como mejorador de suelos.

Hernández, et. al (2018), comenta que la mayor limitante que presenta el uso de la cachaza en los suelos, es el gran volumen de este material que se necesita utilizar y la relación carbono nitrógeno (C/N) para resolver estas desventajas se han llevado a cabo diferentes procedimientos para acelerar el proceso de descomposición y convertirlo en un excelente abono orgánico, la producción, de humus de lombriz a partir de este residual de la industria azucarera es una de esas ventajosas alternativas.

Problema Científico

¿Cuál será la calidad del humus de lombriz obtenido a partir de la cachaza y el estiércol vacuno?

Hipótesis

Si la calidad del humus de lombriz obtenido a partir de la cachaza es igual o superior al obtenido con el estiércol vacuno, entonces podría utilizarse esta fuente orgánica en la elaboración de humus como una alternativa para la fertilización de los cultivos.

Objetivo general

Evaluar la calidad del humus de lombriz obtenido a partir de la cachaza y del estiércol vacuno.

Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento poblacional de las lombrices en ambas fuentes orgánicas.

- Caracterizar el humus de lombriz obtenido de las dos fuentes orgánicas objetos de estudio y aplicar en estado líquido durante el proceso de germinación de semillas de habichuelas (*Vigna Unguiculata*(L) walp. Cv- Gr Sesquipedales(L)) .
- Valorar la factibilidad económica de la producción de humus obtenido de las dos fuentes orgánicas.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Los abonos orgánicos y su significado en las producciones agrícolas

En el mundo actual se requiere de la implantación de tecnologías cada vez menos agresivas al ecosistema y los recursos naturales, por lo que la búsqueda de vías que mejoren la eficiencia en la utilización de abonos orgánicos para conservar la productividad de los suelos como parte importante de las acciones para la sostenibilidad del agro ecosistema, a decir de Vázquez (2001), los abonos orgánicos se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas, lo que enriquece su capacidad para albergar una gran actividad biológica que ayuda a sintetizar los nutrientes y mantener la fertilidad de los suelos.

Los abonos orgánicos son el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Suárez. Et al., 2002).

Según Vega. et al. (2002), existen diferentes y variados conceptos acerca de esta expresión, entre los cuales destacan las definiciones establecidas por la (Santiago de Chile Santiago de Chile. FAO, 2002; Trinidad, 2006; Félix, et al., 2008; Carvajal y Mera, 2010 & Mosquera, 2010), entre otros, en términos generales se define abono orgánico como: el producto del proceso de descomposición, aeróbica o anaeróbica, de todo tipo de residuos de origen animal y vegetal, así como de residuos industriales y municipales (lodos de aguas negras, mercados, desazolves de drenes, podas de jardín), bajo condiciones controladas, particularmente de humedad, aireación y temperatura, en el cual participan macro y micro organismos (lombrices, ácaros, bacterias, hongos y actinomicetos), que al provocar la mineralización de residuos forman humus, el cual entre otros efectos sobre el suelo, mejora su estructura, reduce su erosión, regula su temperatura, retiene mayor humedad, libera elementos nutritivos esenciales, incrementa

su actividad biótica y su capacidad de intercambio catiónico, y mejora significativamente su fertilidad.

Los abonos orgánicos influyen sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada ampliamente (Fundora, et al., 1983) debido a que los organismos del suelo descomponen todo el material orgánico, lo que puede luego aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua.

Según Ramírez, et al., (2021) actualmente se han comenzado a utilizar diversas fuentes de materia orgánica como estiércoles de bovino, equino y gallinaza de animales, que tiene el propio productor, humus de lombriz, composta, pajas, cachaza y desechos de cultivos, en cantidades variables, con el objetivo de disminuir principalmente costos en la compra de fertilizantes sintéticos, pero también para mantener la salud y calidad de los suelos y mejorar su productividad; sin embargo, se desconocen las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los abonos orgánicos que incorporan.

(Paneque. et al., 1985) argumenta que los abonos orgánicos resultan un fertilizante biorregulador y corrector del suelo ya que permite la bioestabilidad, pues no da lugar la fermentación o putrefacción es un mineral, es un mineral rico en materia orgánica y sales minerales fácilmente absorbidas por las plantas.

Según Noriega, et al. (1998), Los abonos orgánicos pueden ser sólidos o líquidos y su efecto sobre el suelo y las rizosfera dependerá de su composición química y el aporte de elementos nutritivos, los cuales varían según su procedencia o materia prima con la que se generan, edad, manejo y contenido de humedad.

Los abonos orgánicos sólidos según Mendoza (2006), todo abono orgánico sólido cuenta con valores disueltos en su relación C/N y ello indica si un material orgánico está poco o muy descompuesto. Para valores de C/N 50 a 80, existe mucha materia orgánica fresca y poca actividad microbiana: para valores entre 15 y 40, la degradación está próxima al equilibrio y se incorpora al suelo una parte de nitrógeno liberado, la relación C/N 10 se considera que la composición de la materia orgánica está en equilibrio, lo que significa que las cantidades de carbono y nitrógeno son adecuadas, en los abonos orgánicos es importante conocer la relación C/N ya que es un factor a

considerar en su aplicación, pues los microorganismos necesitan carbono como alimento energético y para formar nuevas células necesitan nitrógeno, por lo tanto si hay mucho carbono y poco nitrógeno, se alarga el proceso de descomposición de la materia orgánica, lo ideal es una relación C/N de 10-1.

1.1.1. Abonos orgánicos solidos

Dentro de los abonos orgánicos solidos podemos destacar varios entre ellos: el humus de lombriz que al decir de (Graviel 2009), este mantiene una carga biológica marcada por su elevado contenido de microorganismos y actividad enzimática, si como sus valores en fitohormonas que son sustancias producidas por metabolismos de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de las plantas como son el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Campanioni, et al. (2015), da a conocer que la materia orgánica del humus de lombriz es estable y se encuentra parcialmente humificada, características estas que le confieren una gran cantidad de absorción, no solo de nutrientes, sino también de otros elementos o compuestos que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Por su parte Reneo (2012), plantea que el humus de lombriz aporta características importantes como son:

- Altos porcentajes de ácidos húmicos y fúlvicos ya que su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables tanto por el sistema radicular como por sus estomas, tiene efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo perdura hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (cuarenta mil millones por grano seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando su estructura, haciendo más permeable al agua y al aire, aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Que es un fertilizante biorgánico activo, ejerce en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos, por ser su PH neutro se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas.

- Turba. La turba se forma por los restos de materia orgánica vegetal disgregado y parcialmente descompuesto, procedente de la antigua vegetación, en las que como consecuencia de unas condiciones ambientales pobres en oxígeno y con exceso de agua se ha producido la mencionada descomposición parcial, su aplicación por si sola es poco utilizada por los productores, los que acostumbran añadirle otro material orgánico para darle mayor valor biológico (Nuñez, 2009).
- Guano de isla. El guano de las islas se origina por la acumulación de las deyecciones de aves. Entre las aves más representativas tenemos el *Phalacrocorax bouganivilli* Lesson (guanay), *Sula variegata* Tshudi (piquero) y *Pelecanus thagus* (pelícano). El Guano de las Islas se presenta en forma de polvo de granulación uniforme, es de color gris amarillento verdoso, con olor fuerte a vapores amoniacales contiene una humedad de 16 – 18 %, en su aplicación, resultados halagüeños se han encontrado al mezclarlos con otros abonos con mayor contenido de hierro y fósforo para compensar la carga amoniacal del guano (Rojas, 2017).
- Cenizas. La ceniza de la madera contiene grandes nutrientes para ser utilizado como abono orgánico para las plantas. En la ceniza encuentras calcio, potasio, sílice, magnesio, fósforo, algo de azufre y muy poco nitrógeno. La composición exacta depende del tipo de madera que hayas quemado. Es necesario conocer la tierra a abonar antes de aportar cenizas, ya que si la tierra es muy caliza es totalmente desaconsejable echar ceniza, porque incrementará esa tendencia. Deben proceder de maderas sin pintura, esmaltes, entre otros. Son una solución natural ante plagas y enfermedades causadas por hongos, y son muy útiles para corregir suelos con valores de pH bajos (suelos ácidos) por su ligero efecto alcalino. (Cuadros & García, 2019).
- Estiércol. El estiércol es el fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. Como es lógico, sus características nutricionales dependerán fundamentalmente del tipo de ganado

en cuestión, la calidad de este abono dependerá del grado de descomposición ya que en estado fresco no es correcto aplicarlo. (Tortosa, 2014).

- Compost. Es la descomposición microbiana de una mezcla de materias orgánicas ricas en carbono con otras ricas en nitrógeno. Se debe tener claro que los microorganismos (hongos, bacterias, levaduras) responsables de las transformaciones bioquímicas son aeróbicos, por lo tanto, la aireación constituye un factor crítico, y el tiempo en la producción de compost variará dependiendo de la aireación o movimiento del montículo. A mayor movimiento, se oxigena la mezcla y el tiempo se acortará, por el contrario, si no movemos el montículo no se oxigena en forma apropiada y el tiempo que se necesitará para obtener el compost será mayor, a lo anterior debemos añadir que en la elaboración de compost uno de los elementos a tener en cuenta es el control de la temperatura, por no observar debidamente este aspecto, se han perdido importantes volúmenes de este material. (Garro, 2017).
- Abono verde. Actualmente se concibe abono verde a la utilización de plantas rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales, incorporándose al suelo o dejándose en la superficie, ofreciendo protección ya sea para mantenimiento o para recuperación de la propiedad físicas químicas y biológicas, estas plantas utilizadas como abonos verde son fundamentalmente leguminosas que cuentan con gran carga nitrogenada, por lo que su residuo aportan grandes beneficios al suelo de forma prolongada (Beltrán, 2006).

Los abonos orgánicos pueden ser sólidos o líquidos y su efecto sobre el suelo y/o la rizosfera dependerá de su composición química y el aporte de elementos nutritivos, los cuales varían según su procedencia o materia prima con la que se generan, edad, manejo y contenido de humedad (Noriega. et al., 1998).

1.1.2. Abonos orgánicos líquidos

- Purín. Los purines son los residuos orgánicos fermentados o capaces de fermentar que se generan en las granjas y que provocan un gran impacto ambiental. Están formados por dos fases: una líquida y otra sólida. Por una parte, la fase líquida está constituida por la orina del animal y el agua de lavado y, por otra parte, la fase sólida la

componen los excrementos animales, restos de alimentos y el material vegetal fibroso que cubre el suelo, son habituales en las granjas intensivas donde se emplea el agua a presión para arrastrar las deyecciones animales. Esta práctica genera grandes volúmenes de purín con gran contenido en agua, su aplicación no debe dirigirse a cultivos cuyo consumo humano sean las hojas y el tallo. Al mezclar el estiércol y la orina se obtiene el purín, rico en N y micro elementos que cumple la misma función que un abono foliar, es una mezcla líquida constituida por 20-25% de estiércol y de 80-85% de orina, que está lista para su uso a los 15 días de colectada, se aplica al follaje de todos los cultivos cuando se encuentran en su época de crecimiento, cuando tienen la capacidad de absorber el 50% de las sustancias nutritivas del purín, es una práctica campesina mezclar el purín con extractos de hierbas amargas y aromáticas y aplicarlo para controlar plagas y enfermedades. (Blanco, 2016).

- Biol. El biol es un abono foliar orgánico líquido, preparado a base de estiércol fresco y otros ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticamente cerrados, donde no debe ingresar aire. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las estimula el crecimiento de las plantas y permite la protección contra las plagas y enfermedades, además ayuda a mantener el vigor de las plantas y soportar eventos extremos del clima. Es especialmente útil, luego de heladas y granizadas, este producto es muy útil y puede ser elaborado en la propia finca del productor, tiene además un carácter estratégico si se tiene en cuenta que en las condiciones tropicales se presentan con frecuencia eventos naturales como fuertes tormentas, ventoleras, tempestades y caídas de granizos, en estos casos resulta un gran restaurador de las plantaciones dañadas. (Bustamante, et al., 2014).

Características de los abonos líquidos.

Debido a la gran solubilidad de los nutrientes contenidos en los distintos abonos sólidos así como la riqueza microbiológica de los mismos , se ha extendido la utilización de un extracto acuoso derivados del abono solidos al que se le ha dado en llamar humus líquido este presenta una elevada concentración de los nutrientes presentes en el material solido el cual al ser diluido con agua pasan a formar parte de la solución la

cual puede ser utilizada en aplicaciones foliares o al suelo en una gran variedad de cultivos (Machado, 2015) .

El humus de lombriz en su estado líquido, según Rutia (2016) permite:

- *Incrementar la población de los microorganismos que viven en el suelo.
- *Estimulan un mayor desarrollo del sistema radicular de las plantas
- *Retener la humedad en el suelo por mayor cantidad de tiempo
- *Incrementa la función clorofiliana en las plantas. Reduce la conductividad eléctrica de los suelos salinos
- *Mejora el PH en los suelos asidos
- * Forma una equilibración en el desarrollo de hongos que existen en el suelo
- * Incrementa los indicadores productivos de los cultivos
- * Disminuye la actividad de chupadores como afidos.
- * Actúa como potenciador de la actividad que ejercen algunos pesticidas y fertilizantes
- * Su aplicación disminuye la contaminación causada por los productos químicos al suelo
- * Este abono líquido es asimilado por la raíz y por las estomas.

El Grupo Técnico de Biofábricas y Plátanos (2018), da a conocer el contenido mineral del humus líquido que es muy rico y con importantes valores de 3.06, 4.72 y 12.52 de potasio soluble, así como de fosforo asimilable, de nitrógeno total y compuestos de asidos fulbitos y húmicos , además de poseer un alto contenido bacteriano en el orden de un millón de Unidades Formadoras de Colonias(ufc\ ml de solución, de ellas muchas inhiben el desarrollo de enfermedades fungosas. El humus líquido de lombriz contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre los que se incluyen los humatos más importantes como los asidos húmicos y fúlmicos.

El mismo autor da a conocer que aplicando al suelo de forma foliar a la planta, el humus líquido de lombriz actúa como racionalizante de fertilizantes ya que hace asimilables en todo su espectro a los macros y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos reduciendo sensiblemente el riesgo en cuanto a la aparición de enfermedades, estimula también la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales contribuyendo a la formación de materia orgánica que incorpora al mismo tiempo al suelo.

Por otra parte (Ariaga, et al., (2018) exponen que la presencia del humus líquido en concentraciones de 1:10 y 1:20 a largo plazo (más de un año) favorece la fertilidad del suelo, mejora la humificación de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforos para las plantas y el medio edáfico.

1.1.3 Forma de obtención del humus líquido.

El Grupo Técnico de Biofábricas y plátano (2018,) propone una tecnología para la obtención de este producto utilizando un tanque de 55 gls, al mismo se le añade la mitad de humus sólidos y el resto de agua, se agita durante una semana posteriormente se decanta y la solución se utiliza a razón 2 L \ mochila de 16 L de capacidad a la cual se le añade el resto de agua y se hacen aplicaciones foliares semanalmente a los cultivos con excelentes resultados. A este método se le denomina decantación.

El Instituto de Suelos de Cuba utilizando este mismo método plantea que 2 kg de humus sólidos se le añada 16 L de agua, se agita durante 20 minutos y se deja reposar durante 24 horas, luego se separa el sólido del líquido por decantación y el líquido se filtra para eliminar las partículas que quedan en suspensión.

Estos métodos fueron utilizados por Villa (2010) ,en condiciones de masetas utilizando maíz como cultivo indicador informando que los mejores resultados los obtuvo con el lixiviado. lo que coincide con los resultados obtenidos por (Jacomino, 2010) quien informo que utilizando estos mismos métodos en el cultivo de remolacha en condiciones de canto el lixiviado fue el más efectivo en cuanto a rendimiento y otros componentes

del mismo. Al mismo tiempo (Almaguer, et. al., 2012) recomienda este método como el más efectivo en este mismo cultivo.

1.1.4 Efectos del humus líquido sobre los cultivos

Investigaciones realizadas demuestran el efecto positivo de las aplicaciones de humus líquido sobre los rendimientos y algunos atributos fisiológicos de los cultivos agrícolas. (Barroso, et. al., 2019) aplicaron en condiciones controladas humus líquido al suelo y foliarmente, encontrando una respuesta positiva en el cultivo del tomate en cuanto al contenido de materia seca en las plantas tales como: números de folíolos, volumen radicular y el peso seco de las raíces.

(Martinez (2016), plantea que las sustancias húmicas líquidas a bajas concentraciones se les atribuyen acciones bioestimuladoras del tipo fitohormonal , que provocan el incremento de la floración en plantas y la biomasa del sistema radicular de las plantas, este comportamiento le corresponde con la estimulación de la actividad energética que logra mejorar la toma de nutrientes por las raíces.

Ravelo y Fuente (2008), encontraron incremento de los rendimientos biológicos y productivos en el cultivo del tomate, razón que justificaron por el efecto bioestimulador del humus líquido. Corroboraron este resultado (Garces, 2009 & Caro, 2010) argumentando que estos satisfacen las necesidades nutricionales y aseguran la presencia de sustancias de alta actividad biológica sin contaminar el medioambiente, exponen además que se tienen referencias de la efectividad del humus líquido a bajas concentraciones en las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como en los primeros días (7- 10 d) después del trasplante en el cultivo del tomate , también encontró que la masa fresca del fruto del tomate , al igual que el número de frutos por plantas, también es beneficiada ampliamente con las aplicaciones de las disoluciones de humus líquido.

La calidad de abonos orgánicos se juzga por su potencial de vida, y no por su contenido de nutrientes medidos químicamente. Los abonos orgánicos constan de innumerables sustancias vitales como aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y

fúlvicos), enzimas y en general que antes que, como los organismos, ceden lentamente los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión. Todas estas sustancias vitales son ignoradas por el análisis químico, que reduce solo a Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Los diferentes elementos se dividen en dos grupos: Micro, y Macro elementos primarios y secundarios, los micro elementos son: Fe^{+2} , Zn^{+2} , Mn^{+2} , Mo^{+2} , Bo^{+3} , Cl^{-1} , Cu^{+2} entre otros. Los macro elementos primarios son: N^{+} , P^{+3} y el K^{+} , los macro elementos secundarios son: Ca^{2+} , Mg^{2+} , S^{+2} . (Cajamarca, 2012).

Los abonos orgánicos influyen en las propiedades físicas del suelo, por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a mejorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento. (García & Félix, 2014).

En relación con las propiedades químicas los abonos orgánicos amortiguan el pH del suelo, establece una uniformidad ácido-básico en el medio, Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) de un suelo además de aportarle CO_2 , NH_4^{+} , NH_3^{-} , PO_4^{3-} y $\text{SO}_4^{=}$, siendo estos iones la fuente de elementos nutritivos para el crecimiento de las plantas. (Mendoza, 2006).

Los abonos orgánicos benefician las propiedades biológicas del suelo ya que resultan ser simultáneamente material energético y fuente nutritiva para los microorganismos del suelo. Además, tales abonos son de por sí muy ricos en micro flora, y junto con ellos entra en el suelo gran cantidad de microorganismos. Debido a esto se intensifican en el suelo la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno, de los amonificadores, nitrificadores y otros grupos de microorganismos. (Csazza, 2009).

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo,

el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo para mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. (Garro, 2017).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. La agricultura ecológica, le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No hay que olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, los abonos orgánicos juegan un papel fundamental. (León & Torres, 2018).

1.2 Lumbricultura: Generalidades

A lo largo de la historia los egipcios ya sentían una gran admiración por las lombrices ya que sabían que, gracias a ellas, sus tierras del Valle del Nilo eran tan fértiles. Pero fue Aristóteles quien bautizó a las lombrices como los “intestinos de la tierra”, por sus innumerables beneficios, aunque no se tuvo datos científicos sobre este anélido hasta 1880 donde Charles Darwin escribió un libro llamado *“The formation of vegetable mould through the action of worms, with observation on their habits”*. En este libro se recogen por primera vez datos científicos acerca de las lombrices y su importancia en la fertilidad del suelo. Darwin, durante años estudió sus hábitos, hábitat y morfología, de ahí a que se le considere el padre de la lumbricultura. (Brouhon, 2021).

Según Reiné. Et. Al 1998, la lumbricultura surge como demanda social de un grupo de investigadores de América del Sur en la década del 70, cuando aparecen nuevas técnicas de cultivo, en la segunda mitad de la década del 80 se registra la mayor expansión en América Latina, especialmente en los países de Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Argentina, Brasil y Cuba, en países más desarrollados como España, Italia, Australia, India, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, la lumbricultura es una

actividad bastante explotada y de alta rentabilidad. En Cuba la lumbricultura es más reciente, los primeros trabajos se desarrollaron en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, en 1981 se introdujo la especie asiática *Perionys Excavatus* y en 1985 *Eisenia Andrei*, sin embargo ya para entonces había avances notables en la cría de la especie local *Eudrilus eugeniae*, los estudios en la facultad de biología estuvieron encaminados a investigar los ciclos de vida de las especies, ecología y sistemática, forma de cría en diferentes sustratos y cría masiva. Reines. et. al 1988.

En 1985 se aprobó el desarrollo de un proyecto ramal de investigaciones y un programa nacional para el desarrollo de la lumbricultura en todo el país, la actividad está estructurada a través de una comisión nacional constituida por un sector administrativo (Ministerio de la Agricultura) y un sector científico (Centros de Educación e Investigaciones), apoyado por una comisión nacional de Expertos (Constituida por especialistas de diferentes instituciones en la rama de Lumbricultura) (Reines, et al., 1998).

La lumbricultura, argumenta Reines. et. al 1998, es una biotecnología que permite, por medio de la acción combinada de lombrices y microorganismos, aprovechar y transformar los residuos sólidos y orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales y urbanas, obteniéndose como resultado dos productos de alta calidad y demanda, a bajo costo: humus y proteínas.

Según Pineda (2006), la lumbricultura es la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante, enmienda de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama lumbricultura, los principales productos de la lumbricultura son el humus de lombriz y las propias lombrices, el humus de lombriz es el fertilizante orgánico por excelencia, es un excelente mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, su uso tiene un enorme interés en la fertilización orgánica de los cultivos agrícolas, especialmente hortícolas, frutales e industriales. Tiene otros usos más específicos, como componentes de sustratos de semilleros,

soporte de inoculantes, biorecuperador de suelos. Las lombrices pueden ser utilizadas en la alimentación de animales e incluso humana, directamente o mediante la elaboración de la harina la cual puede ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad

Fajardo, (2002), citado por Cajas (2009), manifiesta que la Lumbricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz *Eisenia foétida* (roja californiana); la cual transforma los residuos orgánicos aprovechándolos como abono para los cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de Humus, que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad. Además, la Lombriz roja californiana tiene un 70% en proteína lo que significa que es ideal para la alimentación de animales como cerdos o peces. Por otra parte, ofrece una buena alternativa para el manejo de desechos contaminantes como basura orgánica de ciudades, desechos orgánicos de industrias y estiércoles de establos.

Pavón, (2001), citado por Rodríguez & Trujillo (2016), afirma que la lumbricultura es una técnica simple, racional y económica que permite aprovechar los desechos orgánicos, mediante la crianza intensiva de lombrices, capaces de transformar estos en humus y en una fuente valiosa de proteína, y que además , el humus producido por la lombriz presenta una capacidad supresora de fitopatógenos que presenta el humus, al igual que ocurre con los compost maduro, es más acusada cuando los patógenos son hongos que ocasionan podredumbre y necrosis radiculares de plantas cultivadas. Los compuestos orgánicos que forman el humus de lombriz poseen un grado avanzado de estabilización y humificación, por ello pueden contribuir significativamente a mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, por lo que este producto se considera un excelente bioregenerador de suelos degradados. Las características orgánicas, así como microbiológica del humus de lombriz es muy similar a la que se presenta en los suelos, por lo que su aplicación no genera cambios significativos en los procesos de mineralización e inmovilización microbiana de nutrientes.

Clasificación zoológica y Taxonómica de la lombriz roja californiana.

Reino: Animal

Tipo: Anélido (cuerpo anillado)

Familia: Lumbricidae.

Género: Eisenia.

Especie: Foetida. (Briceño & Pérez, 2017).

La Lombriz Roja Californiana se caracteriza por no tener dientes, succiona los alimentos para lograr su alimentación. Su cuerpo es cilíndrico, anillado y presenta de 120 a 175 segmentos, y está recubierta de una fina cutícula, con una longitud en estado adulto de 6 a 8 cm. y un diámetro de 3 a 5 mm, su color es de blanco rosa y ya adulta color rojo oscuro, Respira a través de la epidermis, depositando el humus en un 1/3 de su recorrido, Su aparato circulatorio está provisto de cinco pares de tubos musculares (corazones) y posee tres pares de riñones. Es hermafrodita, es incapaz de auto fecundarse, La madurez sexual la adquieren a los 3 meses y a partir que se forma el Clitelo están aptas sexualmente para el apareamiento. Elevada prolificidad y esta es 80% agua y 20% materia seca, posee el 65% de proteína. (Somarriba & Guzmán, 2004).

Una lombriz consume en un día el equivalente a su peso corporal (0.3 a 1 gramo) el cual aprovecha 40%.La lombriz prepara el alimento segregando un producto alcalino proveniente de las glándulas salivares para ablandar el alimento y hacerles una pre digestión, esta al no tener dentadura succiona el alimento por acción muscular , en el buche almacena temporalmente el alimento para luego en la molleja con ayuda de granos de arena triturarlo y pasarlo al intestino en el que suceden procesos de desdoblamiento, síntesis enriquecimiento enzimático y microbial. (Restrepo, et al., 2007).

Domínguez & Gómez, (2010), comenta que su ciclo de vida desde que es depositado el capullo hasta la puesta de capullos de la siguiente generación) abarcan de 45 a 51 días. Los juveniles alcanzan la madurez en 21–30 días. Las cópulas ocurren cerca de la superficie y la puesta comienza en torno a las 48 h después de la cópula. La tasa de producción es de 0,35–0,5 capullos por día. La viabilidad de eclosión es del 72–82%, y

el tiempo de incubación oscila entre 18 y 26 días. El número de descendientes por capullo varía entre 2,5–3,8 dependiendo de la temperatura. La máxima esperanza de vida se sitúa en 4,5–5 años, aunque la vida media fue de 594 días a 28 °C, y de 589 días a 18 °C.

1.2.1 Condiciones ambientales para el desarrollo de la lombricultura.

Humedad: La humedad debe estar alrededor del 80%. Esto equivale a la humedad de la tierra de una planta cuando la hemos regado y ya ha drenado el exceso de agua, es decir, que está húmeda pero no tiene aspecto de fango. Las partículas del humus deben estar sueltas, como si fuera poso de café. Si el contenido hídrico del vermicompostador es más elevado, los poros por donde debería circular el aire están ocupados por agua. Esta circulación incorrecta del aire tiene dos consecuencias: por un lado, la aparición de olores inadecuados y, por otro, la muerte de las lombrices. (Geler, 2019).

Temperatura: La temperatura también influye en el proceso de reproducción de las lombrices, se debe manejar una temperatura de 20-30°C, ya que esta garantiza que las lombrices tengan un hábitat adecuado para llevar a cabo su proceso de digestión el cual da como resultado el humus. (Somarriba & Guzmán, 2004).

PH: El pH depende de la humedad y la temperatura, se debe manejar de 5 a 8.5 el cual se debe revisar antes de alimentar a las lombrices, ya que, si está por debajo o por encima de este rango la lombriz entra en una etapa de disminución de sus capacidades, además con un pH ácido en la mezcla se puede desarrollar una plaga conocida comúnmente como planaria. (Ramírez & Paola, 2021).

Luz: la iluminación es un factor relevante a tener en consideración puesto que, las lombrices son muy sensibles a los rayos ultravioletas, una ligera exposición a la luz solar podría generarles la muerte, razón por la que es recomendable ubicarlas en zonas de constante sombra. (Canchari & Soto, 2020).

Instalaciones

Las lombrices se desarrollan en lo que se conocen como lechos o cúmulos de desechos, que constituyen su refugio, así como su alimento al mismo tiempo. Las cunas deben cubrirse, con medias sombras o paja, de tal manera que se impida la acción de determinados depredadores como los pájaros y se mantenga la humedad en el interior. Los materiales para su construcción pueden ser muy diversos, pudiendo elegir entre bloques de hormigón, ladrillos o madera, entre otros. Aproximadamente su tamaño alcanza incluso los 20 metros de longitud por 1 metro de ancho y uno 40 centímetros de altura. A la hora de controlar la lixiviación que puede darse hacia el suelo sobre el que se encuentre la instalación, puede realizarse una impermeabilización del fondo, a la cual se debe añadir un sistema de drenaje, con el fin de poder eliminar los lixiviados. (Innovatione, 2019).

Méndez, (2015), manifiesta que el humus de lombriz es la deyección de la lombriz. "La acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado", así se lo valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. El lumbricompuesto tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación. Se dice que el humus de lombriz es uno de los fertilizantes completos, porque aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos.

El humus de lombriz es un abono natural de gran calidad nutritiva que se genera a partir del estiércol de las lombrices. El humus de lombriz se obtiene de forma original en la naturaleza, pero también de manera manual, cuando las lombrices son atraídas o colocadas en lugares debidamente acondicionados y entre residuos orgánicos como hojas, restos de cultivo, estiércol, cadáveres o cualquier desecho de plantas y animales. Las lombrices se alimentan de estos residuos, y el resultado es un producto único, libre de semillas activas u hongos; que no puede ser superado por ninguna otra sustancia. La calidad y cantidad del humus se debe a los microorganismos que coexisten en el intestino de la lombriz. El humus se compone de flora bacteriana que trasmite nitrógeno, potasio y fósforo; también contiene ácidos fúlvicos, los cuales estimula las raíces. Una de las características más importantes del humus es su carga biológica caracterizada por un elevado número de microorganismos y actividad enzimática, por tal motivo este

producto se considera un excelente material para regenerar suelos degradados. (Agroasa, 2019).

El humus de lombriz presenta una estabilidad relativamente mayor que otros productos orgánicos a pesar de que no posee una fórmula ni composición química definida, es inodoro y homogéneo; contiene entre 55 y 60% de carbono, del 3 al 6 % de nitrógeno y una relación C/N aproximadamente igual a 10:1. Otros elementos constituyentes son el hidrógeno, oxígeno, fósforo (P⁺³), potasio (K⁺), azufre (S⁺²) y trazas de otros elementos comunes en las cenizas de los vegetales. (Castro, 2007).

Tabla 1. Valores de las propiedades físicas del humus de lombriz

Estadígrafo	Humedad gravimétrica %	Densidad volumétrica g/cm ³	Densidad de la fase solida g/cm ³	Porosidad Total %vol.
Media	34,6161	5173	2,0435	74,2492
Mediana	24,7035	5227	2,0378	75,7700
Mínimo	6,49	35	1,75	65,14
Máximo	85,73	66	2,38	85,32
Desv.Típica	32,27516	11394	21738	7,09417

Fuente: (González, et al., 2007).

Así mismo Martínez, (1996), plantea que la composición química y calidad del humus de lombriz, está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de buena calidad. La cantidad de nutrientes presentes en el humus de lombriz es muy variable.

En la tabla 2 se indican algunos porcentajes de nutrientes en el humus de lombriz de diferentes procedencias

Tabla 2. Porcentaje del contenido de N⁺, P⁺³, K⁺² y M.O. en diferentes muestras de humus de lombriz.

Elemento	Muestra					
	1	2	3	4	5	6
Nitrógeno	1.6%	1.1%	1.4%	2.0%	3.5%	4.17%
Fosforo	1.8%	0.3%	0.7%	1.2%	0.13%	0.24%
Potasio	1.0%	1.1%	1.2%	1.0%	1.39%	0.78%
M.O	42%	20%	17%	18%	63%	

Fuente: (Rostrán, et al., 2003)

En cuanto a sus propiedades biológicas esta contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces. Por otra parte, impide que dichos nutrientes sean lavados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo. Por lo que influye de forma efectiva en la germinación de las semillas. (Mazariegos, 2018).

Fauna dentro de la vermicompostera

Dentro de una vermicompostera se pueden encontrar depredadores perjudiciales como pájaros, mirlos, gallinas, ranas o sapos donde la medida de control más eficaz es el cubrimiento del lecho con ramas o mallas, esto además evita la evaporación y mantiene la humedad, también se pueden encontrar hormigas, moscas, escarabajos, ciempiés, milpiés, etc. que en dependencia de su población pueden representar o no un peligro. (Guanche, 2015).

También existen muchos otros insectos que no representan peligro alguno e incluso pueden llegar a ser benéficos siendo el caso de la mosca soldado, las cochinillas tisanuras, cucarachas, ácaros entre otros. (Bicho, 2014).

Una vez que los materiales han tomado un color café oscuro, (entre seis semanas y tres meses de procesamiento), puede cosecharse la composta. Entre los métodos de cosecha más comunes se encuentran la separación a mano (vaciando la composta en

una superficie al sol, haciendo montículos pequeños y retirando los bordes cada diez minutos para permitir a la lombriz desplazarse hacia abajo); el cribado exterior (estresante para la lombriz, en el que la composta pasa a través de una malla o criba y la lombriz no); el cribado interior (la lombriz se traslada a las capas superiores del contenedor a través de una malla, mientras la composta permanece en el fondo); el método de migración horizontal (colocando alimento sólo de un lado del contenedor para que la lombriz migre a éste), y el método de vertido en jardín con todo y lombriz. (Ruiz, 2011).

Según (Tecnicrop, 2021), los beneficios del humus de lombriz:

- Permiten solubilizar, fijar y retener los nutrientes y los elementos fertilizantes
- Mejora la estructura física del suelo, formando agregados y reduciendo a erosión
- Favorece la absorción de los rayos solares debido a su color oscuro
- Regula los intercambios de aire, agua y calor entre la tierra, el aire y la planta
- Mantiene el contenido adecuado de agua gracias a los agregados favoreciendo la aireación
- Mejora y aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas evitando la lixiviación de nutrientes
- Regula el PH
- En un suelo rico en humus existen gran cantidad de vida microbiana que degrada los residuos procedentes de plaguicidas impidiendo su paso al cultivo
- Facilita la absorción de potasio, magnesio, fosforo, calcio por parte de la planta.
- Favorece el desarrollo del crecimiento de las plantas, dando lugar a plantas con mayor vigor y resistencia.
- Protección contra patógenos.

1.3 Cachaza en la producción de Humus de Lombriz

La cachaza es un residuo que se produce durante el proceso de producción del azúcar de caña, particularmente del proceso de clarificación del jugo. Durante la zafra se

producen miles de toneladas de cachaza, las cuales frecuentemente se consideran un desecho y una fuente de contaminación, pero esta tiene un alto contenido de carbono (fuente de energía), fósforo, nitrógeno y calcio (nutrientes esenciales para las plantas), por lo que, procesada adecuadamente, se convierte en un valioso recurso para la fertilización de cultivos y mejoramiento de suelos. (Mercado Azúcar, 2020).

(Enriquez, et al., 2004), manifiesta que la cachaza representa un problema en los ingenios por las grandes áreas que se requieren para su almacenamiento, además, genera mal olor y, en muchas ocasiones, es un foco de infección y un riesgo para la conservación del ambiente. Sin embargo, lejos de ser un problema ambiental, este subproducto representa un abono orgánico con alto contenido nutrimental, dependiendo de la zona cañera y del proceso industrial.

Por otro lado, Borges & Garcés, (2006), plantea que la cachaza presenta una alta capacidad de humedecimiento y retención de agua, así como de intercambio iónico, libera lentamente los nutrientes y constituye una buena fuente de materia orgánica. Por sus características químicas la cachaza puede aportar cantidades apreciables de nutrientes para el cultivo tales como nitrógeno, fósforo y calcio, y por sus propiedades físicas y biológicas, es muy valiosa como enmienda orgánica.

Características físicas.

Al salir del central, la cachaza posee una humedad de alrededor del 70%, color gris verdoso, pH generalmente ácido o en ocasiones, muy básico, con un contenido de elementos nutritivos variable. (Martínez, et al., 2008).

Características químicas

Tabla 3. Concentración promedio de N, P, K, MO de cachaza descompuesta.

Concentración.	Cachaza descompuesta
N kg ton-1	5.00
P kg ton-1	0.32
K kg ton-1	0.95
MO (%)	10.6
pH	7.6
Humedad (%)	49

Fuente: (Salazar, et al., 2009)

1.3.1 Vermicomposteo de cachaza

En el proceso de fabricación de azúcar de caña se generan subproductos industriales entre los cuales se encuentra el bagazo, la cachaza y la ceniza; los cuales son considerados residuos sólidos e impurezas del proceso productivo. Debido al manejo inapropiado de estos subproductos los centrales azucareros, son considerados fuentes altamente contaminantes. La industria de la caña de azúcar genera, por cada tonelada de tallos molidos, 250 kg de bagazo, y 30 kg de cachaza. (López, et al., 2017).

Según Pagés, et al., (2019), la cachaza se caracteriza por su elevado contenido de materia orgánica y de micronutrientes esenciales para los procesos biológicos de bioconversión como son el calcio, potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio, manganeso y zinc, es empleada para la alimentación del ganado vacuno y como mejorador de suelos. Sin embargo, debido a las dificultades que implica su transportación y manejo en la mayoría de los centrales azucareros cubanos es abandonada en los campos lo que implica una descomposición espontánea de la misma, emitiendo grandes cantidades de gas metano e impidiendo por tanto el efecto positivo de la utilización de esa bioenergía.

Por otro lado, Bernal, et al. (2018), la industria azucarera muestra una discreta recuperación y por consiguiente una mayor generación de cachaza; considerada una fuente de fósforo y otros nutrientes de interés para la agricultura del territorio, ya que el humus de lombriz elaborado a partir de la cachaza incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fosforo, potasio, azufre y boro, liberados gradualmente, tiene un PH entre 7.0 y 7.4 , conductividad eléctrica de 0.4 a un 1.1 ds/m, materia orgánica entre 50% y 60% y contenidos de N 1.1 a 1.9% P2 D5 de 1.0 a 2.1 %, tiene amplia actividad fitohormonal que junto a su PH apropiado y una amplia variedad de macro y micro elementos, incrementa el porcentaje de germinación de la semilla agámica, aumenta la velocidad de crecimiento de las plantas y mejora el estado vegetativo de las mismas. Trasmite del suelo a las plantas hormonas vitaminas proteínas y fracciones húmicas, mejora las características físicas con aumento de las superficies activa de las características estructurales, aumenta la permeabilidad y retención de humedad del suelo.

Hernández, et al., (2008), comenta que la mayor limitante que se plantea para el uso de la cachaza en los suelos, son los grandes volúmenes que es necesario emplear y la alta

relación carbono/nitrógeno (C/N) de ésta. Para compensar estas desventajas, se han desarrollado diferentes procedimientos para acelerar el proceso de descomposición, entre los que se encuentran, el compostaje. La creación de composta a partir de la cachaza es una alternativa que permite reducir la dosis de aplicación, facilitando de este modo su transportación y aplicación en el campo, por lo que favorece el proceso de mineralización, lo cual a su vez permite una mayor disponibilidad de nutriente para el cultivo.

1.3.2 Estiércol Vacuno en la producción de Humus de Lombriz.

Alonso, (2020), afirma que desde tiempo atrás el estiércol del ganado doméstico se ha utilizado como abono para las tierras agrícolas. Por muchos años a las excretas de ganado se les han reconocido beneficios como fuente de nutrientes para las plantas y como mejoradoras de las condiciones fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, a mediados y finales del siglo XX, los especialistas agropecuarios y ambientalistas apostaron sobre las consecuencias negativas del uso de abonos orgánicos, por los efectos causados, principalmente al agua (contaminación por los nitratos lixiviados) y al aire.

Según Altieri (1996), citado por González (2010), la práctica de aplicación de abonos orgánicos es tan antigua como la explotación de la tierra para cultivos, se caracterizó por el empleo del estiércol fundamentalmente bovino por su mayor volumen. No obstante, también se ha empleado el estiércol porcino, la gallinaza, el ovino, entre otros.

Por otro lado, Tortosa, (2019), dice que uno de los materiales más usados para hacer compost es el estiércol vacuno, muy útil para mejorar el contenido de nitrógeno y otros nutrientes de nuestro compost, además de ser un excelente inóculo microbiano para el proceso. Las características del estiércol vacuno dependen de varios factores como la raza del animal, su alimentación, su edad, los medicamentos que se les aplican, el material usado como cama para recoger sus excrementos o del sistema de producción, ya sea intensivo o extensivo.

El intensivo es el que más cantidad de estiércol produce, al vivir generalmente los animales estabulados. La raza es el factor que más influyente en la cantidad de

excretas tanto sólidas como líquidas y su contenido en nitrógeno, por encima de la dieta o la edad del animal, siendo la raza Holstein la que más produce.

Tabla 4. Generación de estiércol vacuno.

Tipo de Explotación	Desechos ton/año	N° vaca	Producción (toneladas)
Pequeña	10-120	1-15	4-50
Mediana	120-1200	15-150	50-500
Comercial	+ de 1200	+de 150	+de 500

Fuente: (Luévano & Velázquez, 2001)

Propiedades químicas del estiércol vacuno

Según Martínez (2001), Una U. G. M. produce una cantidad de estiércol vacuno al año que contiene: 90 kilogramos de nitrógeno, 18 Kg de fósforo y 83 kilogramos de potasio, con una eficiencia de utilización del 60 por 100 para el nitrógeno y del 100 por 100 para el fósforo y potasio.

Beneficios del estiércol vacuno

Si el estiércol se extiende de manera uniforme y se incorpora de inmediato al suelo, este puede mejorar su fertilidad no solo al año siguiente a su aplicación, sino también a largo plazo. Esto se debe a que un elevado porcentaje de su contenido total en nutrientes se encuentra en forma de complejos orgánicos, los cuales tienen que ser mineralizados antes que puedan liberar nutrientes asimilables. Este material aporta otros beneficios al suelo como que ayuda a mejorar la estructura y estimula la actividad microbial al lograr que aumente y se desarrolle. También se ha comprobado que la aplicación de estiércol sólido mejora la capacidad de retención del agua y permite tolerar un poco más los periodos de sequía tanto de los suelos livianos como pesados. El estiércol vacuno sirve de alimento al suelo y a la fauna que vive en él quienes lo transforman en humus lo cual propicia salud para el suelo contribuyendo así de este modo a lograr producciones de cultivos saludables y abundantes. (CONtexto ganadero, 2021).

Capítulo II MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación para la producción de humus de lombriz en condiciones de campo, se llevó a cabo en el organopónico ubicado en Cuatro Caminos en la carretera hacia Rodas, limitando al Norte con la carretera de Rodas, al Sur y Este con un asentamiento urbano, al Oeste con la Universidad Carlos Rafael Rodríguez en el municipio y provincia Cienfuegos.

El estudio contó con una duración de 3 meses, en el periodo comprendido del 30 de junio al 30 de septiembre del 2023, con el fin de determinar el comportamiento poblacional de las lombrices

2.1 Determinación del comportamiento poblacional de las lombrices en ambas fuentes orgánicas.

Para el conteo se tuvo en cuenta el método descrito por Peña (2009), el cual consiste en la utilización de un monolítico o tomador de muestra que consta de las siguientes dimensiones; 20 cm de ancho por 20 cm de largo lo que representa un área de 400 cm² y una altura de 10 cm.

La toma de muestra y conteo se realizó en horario temprano de la mañana y en dos posiciones del cantero; extremo inicial y centro (T-1A y T-1B)(T-2 A y T-2B).

En las muestras tomadas se contaron los capullos, las lombrices juveniles y las adultas encontradas en 1m² cuyas cantidades se multiplicaron por 25 de las formas siguientes

- Números de capullos por 25= capullos/ m²
- Números de lombrices juveniles por 25=juveniles/ m²
- Números de lombrices adultas por 25=adultas /m²

Diseño experimental 1 (T-1): determinar el comportamiento poblacional de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia Feteida*) utilizando como sustrato y fuente de alimentación la cachaza.

Tratamiento 1 (T-1), para determinar el propósito que se persigue de producir humus y al mismo tiempo estudiar el comportamiento poblacional de las lombrices bajo condiciones de campo y utilizando como alimento la cachaza, se trabajó en un cantero de 6 m de largo por 0.70 m de ancho y 0.70 m de altura, lo que le permite al productor alcanzar una producción aproximada de 3.5 t de humus por cantero en cada cosecha.

Inicialmente se procedió a abastecer el cantero con una capa de cachaza cuyo espesor es de 10 cm y se colocaron 1800 lombrices en cada uno de los puntos del cantero (ambos extremos y centros) para un total de 5400 lombrices representativas de sus 3 categorías (capullos, juveniles y adultos).

Al comenzar el proceso y en la medida que las lombrices consumieron la primera capa de alimento y transformado el sustrato, se procedió a añadir otra capa de 10 cm de cachaza y así sucesivamente hasta ocupar la capacidad total del cantero.

Durante el transcurso de este proceso se mantuvo especial cuidado y atención de los parámetros establecidos en cuanto a humedad, sombríos, alimentación y manejo para un adecuado desarrollo de las lombrices.

Tratamiento 2 (T-2) para determinar el propósito que se persigue de producir humus y al mismo tiempo estudiar el comportamiento poblacional de las lombrices bajo condiciones de campo y utilizando como alimento el estiércol vacuno, se trabajó en un cantero de 6 m de largo por 0.70 m de ancho y 0.70 m de altura, lo que le permite al productor alcanzar una producción aproximada de 3.5 t de humus por cantero en cada cosecha.

Inicialmente se procedió a abastecer el cantero con una capa de estiércol vacuno cuyo espesor es de 10 cm y se colocaron 1800 lombrices en cada uno de los puntos del cantero (ambos extremos y centros) para un total de 5400 lombrices representativas de sus 3 categorías (capullos, juveniles y adultos).

Al comenzar el proceso y en la medida que las lombrices consumieron la primera capa de alimento y transformado el sustrato, se procedió a añadir otra capa de 10 cm de estiércol vacuno y así sucesivamente hasta ocupar la capacidad total del cantero.

Para llegar a esta fase del experimento y contar con el número necesario de lombrices para el inicio de la producción, primeramente fue necesario el montaje de un criadero el

cual fue alimentado con cachaza en una canoa cuyas dimensiones son 1.80 m de largo por 0.60 m de ancho y 0.70 m de alto donde fueron depositadas 2500 lombrices en sus distintos estadios, previamente se realizó la prueba de caja recomendada por Cuevas (1987), que es una prueba biológica donde se utiliza la lombriz como animal de ensayo, método que consiste en situar 50 lombrices en una caja o deposito similar, transcurridas 24 horas, se realizó el conteo de las lombrices, al no encontrar ninguna lombriz muerta se declaró apto el alimento para iniciar el criadero. Si por el contrario hubiese aparecido una lombriz muerta se declara no apto el alimento.

2.2.2 Caracterizar el humus de lombriz obtenido de las dos fuentes orgánicas objeto de estudio en cuanto a los valores de pH, humedad, conductividad y temperatura.

Al concluir la producción de humus con las dos fuentes orgánicas, cachaza y estiérco vacuno se trabajó con muestras de ambos abonos para caracterizar los parámetros siguientes: humedad, PH, conductividad y temperatura, aspectos que fueron investigados en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos.

Con vista a conocer las bondades de estos abonos, los mismos fueron llevados a su estado líquido para conocer mediante un experimento con semillas de habichuelas (*Vigna Unguiculata(L) walp. Cv- Gr Sesquipedales(L)).* Sus potencialidades como inoculantes en el poder germinativo de dichas semillas, así como la existencia o no de agentes tóxicos y fitopatógenos

Para la realización de estas pruebas se llevaron a cabo los siguientes pasos según las normas establecidas.

Determinación del pH:

- Se procedió al tamizado del humus hasta lograr un producto bien mullido.
- Se pesaron 20g de humus seco.
- Se añadieron 50ml de agua que previamente fue hervida a 100°C hasta lograr una muestra homogénea.

- Dichas muestras fueron montadas en el agitador magnético durante 15min.
- Luego fueron pasadas por el peachímetro dando lugar así de esta forma a la obtención del pH los cuales se encuentran en los rangos técnicos establecidos.

Determinación de la humedad:

- En ambos abonos la humedad se obtuvo de forma natural expuestos los productos a la sombra mediante la acción del aire comprobándose el pesaje inicial y cada 24 horas.

Determinación de la conductividad:

- Dados los pasos anteriores ya descritos, se procedió a determinar la conductividad mediante el conductímetro cuyos valores son de 2,95ds/cm en el humus obtenido por cachaza y de 1,83ds/cm en el humus de estiércol vacuno

Los análisis realizados demostraron valores indicativos de la calidad del humus producido como a continuación se detalla.

2.2.3 Como influye el humus líquido obtenido del humus sólido de la cachaza y el estiércol vacuno.

Investigaciones realizadas demuestran el efecto positivo de las aplicaciones de humus líquido sobre los rendimientos y algunos atributos fisiológicos de los cultivos agrícolas. Barroso, et. al. (2019), aplicaron en condiciones controladas humus líquido al suelo y foliarmente, encontrando una respuesta positiva en el cultivo del tomate en cuanto al contenido de materia seca en las plantas tales como: números de foliolos, volumen radicular y el peso seco de las raíces.

Martinez (2016), plantea que las sustancias húmicas líquidas a bajas concentraciones se les atribuyen acciones bioestimuladoras del tipo fitohormonal , que provocan el incremento de la floración en plantas y la biomasa del sistema radicular de las plantas, este comportamiento le corresponde con la estimulación de la actividad energética que logra mejorar la toma de nutrientes por las raíces.

Ravelo y Fuente (2008) encontraron incremento de los rendimientos biológicos y productivos en el cultivo del tomate, razón que justificaron por el efecto bioestimulador

del humus líquido. Corroboraron este resultado (Garcés 2009 & Caro 2010) argumentando que estos satisfacen las necesidades nutricionales y aseguran la presencia de sustancias de alta actividad biológica sin contaminar el medioambiente, exponen además que se tienen referencias de la efectividad del humus líquido a bajas concentraciones en las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como en los primeros días (7- 10 d) después del trasplante en el cultivo del tomate , también encontró que la masa fresca del fruto del tomate , al igual que el número de frutos por plantas, también es beneficiada ampliamente con las aplicaciones de las disoluciones de humus líquido.

2.3 Determinación de la valoración económica de la producción de humus obtenido de las 2 fuentes orgánicas objeto de estudio.

Para este análisis se tomó como base el costo de producción de 1t de humus partiendo del importe de ambas fuentes orgánicas, así como la transportación, gastos en salarios y otros gastos.

Previamente se realizó un estimado o programa de los medios y recursos a emplear y sus posibles gastos para tener una idea del costo de la inversión para lo cual se obtuvieron por la dirección de finanzas y precio los valores de cada uno de los recursos que previamente fueron concebidos, así como los precios de venta del producto elaborado.

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comportamiento poblacional de las lombrices en ambas fuentes orgánicas.

Transcurrido los 90 días de iniciada la explotación con el fin de obtener la cantidad y calidad de humus de lombriz que satisfaga la necesidad de un pequeño productor, se procedió al análisis del comportamiento poblacional de las lombrices por tipo de sustrato lo cual se evidencia en los T-1 y T-2 cuyo análisis se hizo de manera individual.

La tabla 5 da a conocer el resultado del conteo en cada metro cuadrado para el cantero alimentado con la cachaza.

Tabla Nro. 5 Resultados del conteo en el cantero alimentado con cachaza.

Categoría	Existencia de Animales T-1 A	Existencia de Animales T-1 B
Capullos	250	375
Juveniles	8575	10750
Adultos	5550	7150
Total	14375	18275

En la figura 1 se puede observar el los resultados del conteo en el cantero que fue alimentado con cachaza.

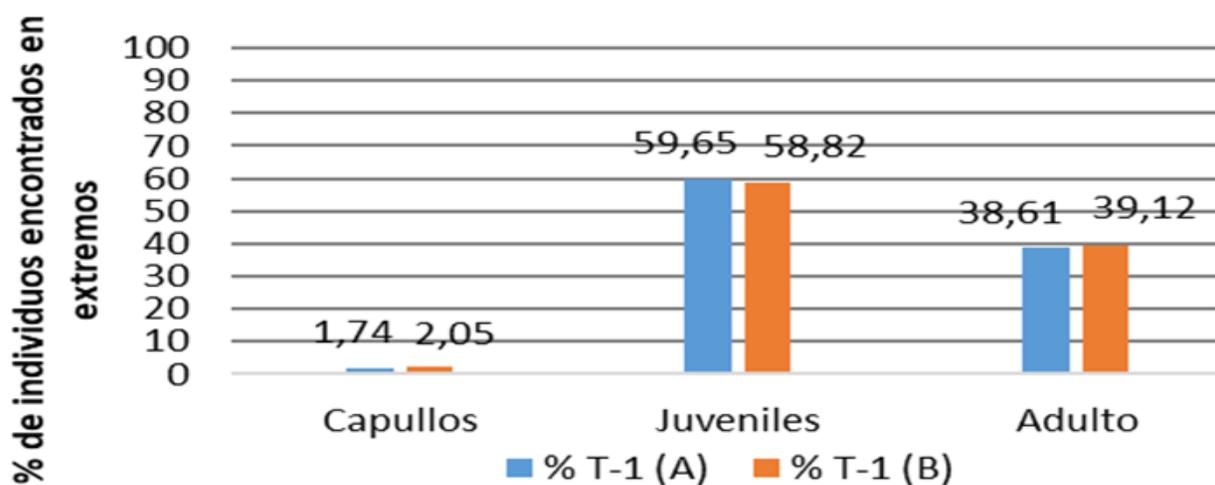


Fig. 1 Resultado del conteo en el cantero alimentado con cachaza.

En la tabla 6 se da a conocer el resultado del conteo en cada metro cuadrado para el cantero alimentado con estiércol vacuno.

Tabla Nro. 6 Resultados del conteo en el cantero alimentado con estiércol vacuno.

Categoría	Existencia de Animales T-2 A	Existencia de Animales T-2 B
Capullos	200	275
Juveniles	7200	11125
Adultos	5400	4700
Total	12800	16100

En la figura 2 se puede apreciar el resultado que arrojó el conteo realizado en el cantero que fue alimentado con el estiércol vacuno.

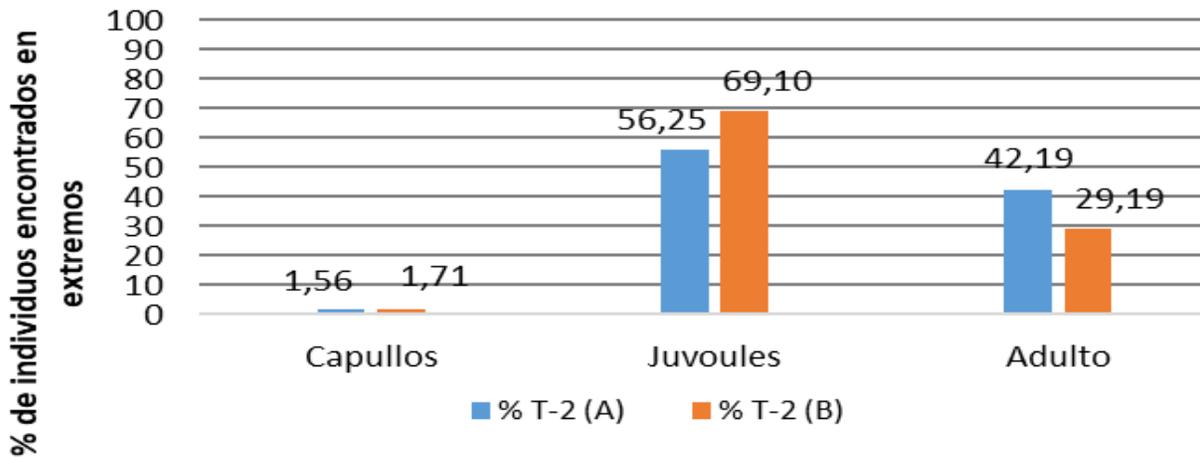


Fig. 2 Resultado del conteo realizado al cantero alimentado con estiércol vacuno.

Como se puede apreciar el número mayor de lombrices se localiza en el T-1 (sustrato con cachaza) y dentro de este, el conteo realizado es superior en el T-1B con respecto a la cifra encontrada en el T-1A

En el T-2 resulta también superior el número de lombrices encontradas en el T-2B con respecto al T-2A, lo que evidencia que hacia el centro del cantero existe mayor número de lombrices tanto en un caso como en el otro.

Aunque en ninguno de los dos casos supera las 20 mil lombrices /m², si existe relación en cuanto a los parámetros de reproducción que debe alcanzar un establecimiento cuando existe buen manejo, alimentación, control de la temperatura humedad y PH

Al observarse mayor número de lombrices en el sustrato cachaza, ello está dado a que este sustrato es menos compacto que el estiércol, también la cachaza al ser más

esponjosa concentra más humedad, ello se evidenció durante el proceso de producción que al observar el factor humedad, está siempre estuvo más concentrada en la cachaza que en el estiércol vacuno, por lo que la primera necesitó menos regadío, por lo tanto hubo desbalance en ambos sustratos del factor temperatura al no ser equilibrada debido a la concentración de humedad que presentó el cantero alimentado con cachaza. También la cachaza físicamente es un producto más fino con características pre-elaboradas, no así en el estiércol, por lo que las lombrices digieren la cachaza y se deslizan en esta con mayor facilidad que en el estiércol por ser este más grescoso.

Lo anterior se corresponde con las aseveraciones de Aquino 1991 según el cual, la capacidad reproductiva de las lombrices de la especie *Eisenia Fetida* puede variar con las condiciones ambientales y con el tipo de sustrato orgánico

Lo anterior se corresponde con lo investigado por (Castro, et. Al., 2016) quien observó que después de 65 días de vermicomposteo encontró mayor población de lombrices en el tratamiento con cachaza con respecto al tratamiento llevado a cabo con estiércol vacuno y difiere de lo observado por (Barraza, et al., 2009) que asegura haber encontrado mayor incremento de individuos en el estiércol vacuno en relación con la cantidad observada en la cachaza.

Dentro del comportamiento poblacional se aprecia que en ambos tratamientos el estadio más numeroso corresponde a las juveniles lo que representa el 58.8 por ciento en el tratamiento con cachaza con respecto al total de lombrices encontradas en ese sustrato.

De igual forma, en el tratamiento con estiércol vacuno, las juveniles representan el 69 por ciento con relación al total de individuos encontrados en este alimento.

En el caso de la categoría de adultas resulta mayoritaria la cantidad en el cantero alimentado con cachaza con respecto al alimentado con estiércol vacuno.

En cuanto a la categoría de capullos en ninguno de los dos tratamientos se supera la cantidad de 500/m². No obstante estos representan el 2% en el tratamiento con cachaza y el 1.7% en el tratamiento donde se utilizó el estiércol vacuno.

En todos los casos analizados se aprecian importantes cifras de animales, notándose un buen comportamiento de la reproducción pues existe una correcta relación de individuos en sus distintas categorías lo cual se corresponde con los estudios realizados por Peña (2009), quien da a conocer que en una explotación sana y bien alimentada habrá siempre un adecuado balance zootécnico donde la categoría de juveniles resulta predominante y la cantidad de capullos es una señal indicadora de que la explotación va en ascenso y si las condiciones no son favorables la reproducción disminuye y cuando en una población solo tiene lombrices adultas es que no hay reproducción, por tanto la categoría de juveniles es la encargada de garantizar volúmenes superiores en los próximos establecimientos.

En el estudio realizado sobre el comportamiento poblacional por estadios, se aprecia que hubo diferencias entre estadios verificándose que la mayor cantidad de lombrices está en la fase juvenil le sigue las adultas y por último los capullos.

Núñez (2017), obtuvo resultados parecidos a los encontrados en esta investigación donde el estadio predominante fue en la fase juvenil.

Hernández, et al., (2003) en su investigación observó que el número tanto de capullo como juveniles fue mayoritario en la parte centro del cantero, notando que en ambas fuentes (cachaza y estiércol vacuno) resultó mayoritaria la categoría juvenil y la categoría adulta solo alcanzó el 38.5%.

En su investigación Rojas (2005), los resultados obtenidos fueron similares a los de esta investigación donde la mayor cantidad de individuos se encontró en la fase juvenil mostrando un porcentaje alto de reproducción.

Al evaluar el efecto de las fuentes orgánicas que sirvieron de base a esta investigación sobre el comportamiento poblacional de las lombrices se aprecia que el tratamiento con cachaza (T-1) mostró resultados estadísticamente superiores al tratamiento con estiércol vacuno (T-2) con valores por encima de los 2300 individuos en un área de 1 m².

El punto del cantero donde mayor concentración de lombrices se encontró fue hacia el centro tanto en uno como en otro tratamiento mostrando cifras significativas de animales, así de este modo en el punto centro del cantero cuya fuente orgánica que sirvió de alimento a las lombrices fue la cachaza, aquí se observaron 18275 lombrices en todos sus estadios mientras que en el extremo cabecera de este cantero, el número encontrado fue de 14375 para una diferencia entre ambos puntos de 2900 lombrices.

Aspectos similares se observaron en el cantero alimentado con estiércol vacuno en cuyo punto centro se encontraron 16100 lombrices y en el punto cabecera el volumen fue de 12800 por lo que la diferencia entre ambos puntos es de 3300 lombrices.

Los aspectos señalados anteriormente en cuanto a reproducción y comportamiento poblacional tienen impacto directo en los indicadores productivos los que se enlazan con los aspectos de manejo, alimentación y cuidado de la explotación según sea la escala de la misma, pero en este caso cuya escala es mediana, la producción alcanzada en esta primera cosecha en condiciones de campo así lo demuestran.

El cantero alimentado con cachaza fue abastecido con 5.40 t de este material y produjo al final de la cosecha 3.56 t lo que representa el 65.9 % con respecto al total de sustrato cachaza con que fue alimentado.

En el otro caso donde el estiércol vacuno constituyó la fuente orgánica como alimento, este cantero recibió 4.90 t de estiércol y las lombrices convirtieron en humus el 61.2 % al producir 3.0 t de humus.

Lo anterior indica que por cada tonelada de sustrato consumido se produjeron 659 kg de humus en el caso de la cachaza y 613 kg en el cantero que fue alimentado de estiércol vacuno. Este resultado se corresponde con lo indicado por la doctora Elizabeth Peña en su manual. LA LUMBRICULTURA COMO ALTERNATIVA DE DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y DE NUTRICIÓN al plantear: por cada tonelada de residuo orgánico que se consume, se producirán de 500 a 600 kg de humus.

3.1.2 Caracterización del humus de lombriz obtenido de las dos fuentes orgánicas objeto de estudio.

Tabla Nro. 9 Comportamiento de valores.

Indicador	Humus de cachaza	Humus de estiércol vacuno
PH	6.2	6.8
Humedad	45.7 %	40.2 %
Conductividad	2.95 ds/cm	1.83 ds/cm
Temperatura	26.5 ⁰ C	26.7 ⁰ C

Los valores descritos comparativamente presentan la siguiente situación:

El pH encontrado es superior en el humus obtenido en el estiércol vacuno en comparación con el obtenido con la cachaza, aunque ambos están en el rango de 6 a 7 de acuerdo a lo informado por Martínez y Romero (2015).

De igual forma el porcentaje de humedad de ambos abonos se presentan en la escala de 40 a 50, la cachaza con un 45,7% y el humus obtenido por el estiércol vacuno es de 40,2%.

La conductividad se enmarca dentro del rango de conductividad baja, en el caso del humus de cachaza su valor es de 2,95 ds/cm y en el humus del estiércol vacuno es de 1,83 ds/cm, siendo estos rangos el idóneo para los cultivos según consideraciones de FAO (2013) e INIFAT (2016).

Para caracterizar algunos parámetros de calidad del humus de lombriz de las dos fuentes orgánicas, objetos de estudio, se trabajó con muestras de ambos abonos para conocer aspectos tales como: PH, humedad, conductividad y temperatura.

Para la realización de estas pruebas se llevaron a cabo los siguientes pasos según las normas establecidas:

- Determinación del PH
 1. Se procedió al tamizado del humus hasta lograr un producto bien mullido.
 2. Se pesaron 20 g de humus seco.
 3. Se añadieron 50 ML de agua que previamente fue hervida a 100 grados Celsius hasta lograr una muestra homogénea.

4. Dichas muestras fueron montadas en el agitador magnético durante 15 minutos.
5. Luego fueron pasadas por el peachímetro dando lugar así de esta forma a la obtención del PH los cuales se encuentran en los rangos técnicos establecidos.

Determinación de la humedad:

- ❖ En ambos abonos la humedad se obtuvo de forma natural expuestos los productos a la sombra mediante la acción del aire comprobándose el pesaje inicial y cada 24 horas.

❖ Tabla No 9 Comportamiento del secado.

	Cachaza			Estiércol Vacuno		
Pesajes	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia
1 ^{er} Pesaje	1000	840	160	1000	815	185
2 ^{er} Pesaje	840	655	185	815	617	198
3 ^{er} Pesaje	655	457	198	617	402	215
% de humedad	45.7			40.2		

En este orden, Martínez y Romero (2015) plantean como rangos óptimos de humedad los comprendidos como humedad media de 34,6 y como máximo 85,7 por ciento.

Determinación de la conductividad:

Dados los pasos anteriores ya descritos, se procedió a determinar la conductividad mediante el conductímetro cuyos valores son de 2,95ds/cm en el humus obtenido por cachaza y de 1,83ds/cm en el humus de estiércol vacuno.

Los valores descritos comparativamente presentan la siguiente situación.

El PH encontrado es superior en el humus obtenido con el estiércol vacuno en comparación con el obtenido con la cachaza, aunque ambos están en el rango de 6 a 7 de acuerdo a lo informado por (Martínez & Romero 2015).

De igual forma el porcentaje de humedad en ambos abonos se presenta en la escala de 40 a 50 por ciento. La cachaza con un 45.7 % y el humus obtenido del estiércol vacuno es de 40.2%.

La conductividad se enmarca dentro del rango de conductividad baja, en el caso del humus de cachaza su valor es de 2.95 ds/cm y en el humus de estiércol vacuno es de 1.83 ds/cm, siendo estos rangos el idóneo para los cultivos según consideraciones de FAO (2013) e INIFAT (2016).

Valoración económica de la producción de humus obtenido de las 2 fuentes orgánicas objeto de estudio.

Para la valoración económica, el análisis se basó en los costos de la producción de una tonelada de humus en condiciones de campo en una unidad básica de lumbricultura (UBL) en mediana escala.

El análisis se realizó por separado, es decir, la producción obtenida con la fuente orgánica cachaza (T-1) y la producción alcanzada en la fuente orgánica estiércol vacuno (T-2). En ambos casos se tuvo en cuenta los gastos incurridos en la materia prima fundamental, la transportación, el pago de salario y otros gastos.

Tabla Nro. Análisis de factibilidad económica

CONCEPTO	U/M	Sustrato cachaza (T-1)	Sustrato Est. Vacun. (T-2)	Total
Cantidad de sustrato utilizado	T	5.40	4.90	10.30
Precio del sustrato x Ton	Peso	120.00	70.00	155.00

Costo del sustrato	Peso	648.00	343.00	991.00
Gasto en transportación	Peso	1128.00	978.00	2106.00
Gasto en salario	Peso	1865.40	1986.00	3851.40
Precio de las lombrices	Kg	870.00	870.00	870.00
Cant. de lombrices compradas	Kg	2.0	2.0	4.0
Importe de las lombrices	Peso	1740.00	1740.00	3480.00
Otros gastos	Peso	1125.00	1128.00	2253.00
Gastos totales	Peso	6506.40	6175.00	12681.40
Humus producido	T	3.56	3.00	6.56
Precio / Ton	Peso	10000.00	10000.00	10000.00
Valor de la producción	Peso	35600.00	30000.00	65600.00
(-) Gastos totales (ganancia)	Peso	29093.60	23825.00	52918.60

El análisis anterior indica que por cada tonelada de humus producida se gastan 1933.14 para una solvencia económica de 8066.86 por cada tonelada de humus que produce el productor. En esta cosecha el productor obtiene ganancias por 52918.60.

Tabla Nro. 7 Análisis de los elementos productivos y de gastos.

Conceptos	U/M	Sustrato cachaza (T-1)	Sustrato Estiércol vacuno (T-1)	Resumen
Capacidad del cantero	m ³	2.94	2.94	5.88
Total de alimentos suministrado	T	5.40	4.90	10.30
Cantidad de humus producido	T	3.56	3.00	6.56
% de eficiencia o conversión	%	65.9	61.2	63.6
Precio por T del sustrato	Peso	120.00	-	120.00
Sustrato suministrado por m ³	T	1.8	1.6	1.7
Humus producido por m ³	T	1.2	1.02	1.1
Gasto de salario	Peso	1865.40	1986.00	3852.00
Gastos en transportación	Peso	1128.00	978.00	2106.00
Otros gastos	Peso	1125.00	1128.00	2253.00
Importe del sustrato	Peso	648.00	-	648.00
Gasto Total	Peso	4766.40	4092.60	8859.00

Tabla Nro. 8 Gastos por tonelada de humus producido.

Fuente orgánica utilizada	Cantidad de humus producido (t)	Gasto total	Gasto por tonelada	Días de Vermicomposteo
Cachaza	3.56	6406.40	1338.87	90
Estiércol vacuno	3.00	6175.00	1364.20	90
Resumen	6.56	12681.40	1350.45	90

La tabla número 7 muestra los resultados productivos y de gastos incurridos, así como la eficiencia en la obtención del humus producido por las lombrices en cada tratamiento.

Como se evidencia en el análisis realizado, el porcentaje de eficiencia en cuanto a conversión del sustrato utilizado por la lombriz como alimento convertido en humus en el caso de la cachaza es superior al estiércol vacuno al obtenerse en el primer caso el 65.9 % y en el segundo caso 61.2 % para una variación de 4.7 puntos porcentuales.

El análisis para la valoración económica de la producción de humus en una unidad básica de lumbricultura (UBL) en mediana escala se basó en los cálculos del costo de producción de una cosecha durante el ciclo de producción de 3 meses utilizando como fuente de alimentación para las lombrices la cachaza y el estiércol vacuno.

Como se aprecia en el análisis, el investigador produjo en condiciones de campo en 2 canteros de 2.94 m³ cada uno un total de 6.56 t de humus en una cosecha. De ellos corresponden al humus obtenido con la cachaza 3.56 t y al estiércol vacuno 3.0 t.

La producción de humus a partir de la cachaza tuvo un costo de 6506.40 pesos, superior al estiércol vacuno en 331.40. Así de este modo, al obtener una producción real de 6.56 t con un costo total de 12681.40 pesos ello indica que por cada tonelada producida se gastaron 1933.14.

Tomando en cuenta los gastos incurridos en la producción de humus es importante considerar la lejanía o distancia de la materia prima a utilizar y su transportación ya que ello implica los mayores gastos.

Al analizar la producción realizada y los resultados productivos y económicos al año en esa unidad básica de lumbricultura (UBL) de mediana escala, podemos afirmar que el productor puede realizar cuatro cosechas al año y alcanzar una producción de unas 26 t con un costo aproximado de 50261.00.

El análisis anterior indica que por cada toneladas de humus producida se gasta 1933.14 para una solvencia económica de 866.86, a lo cual hay que añadir los beneficios que aporta el humus en cuanto al rendimiento de los cultivos, salud de las plantaciones y mejoramiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, todo ello se traduce en ganancias para el productor ya que además deja de comprar y utilizar fertilizantes químicos que tanto daño causan a la salud humana y contaminan el medio ambiente y la ocurrencia de gastos financieros.

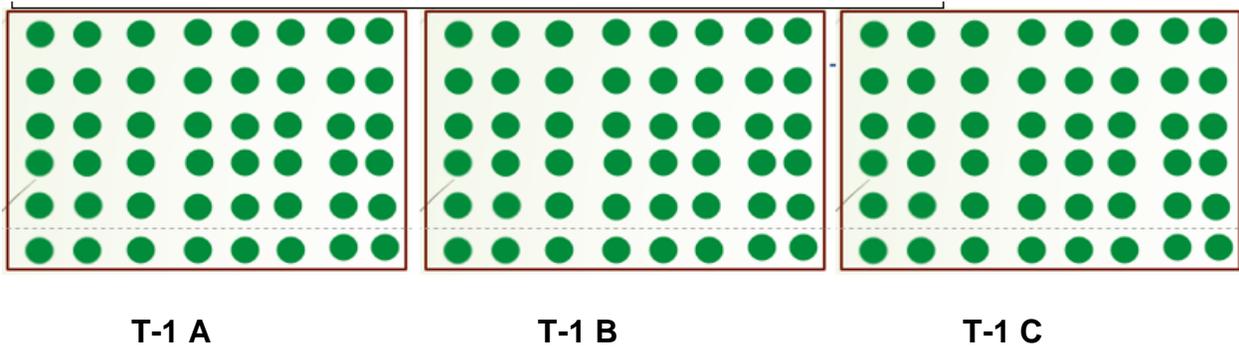
Por otro lado, el análisis nos da a conocer que, por cada tonelada de humus a producir, el productor necesita acopiar y transportar 1.570 t de sustrato para alimentar las lombrices.

3.1.3 Influencia del humus líquido obtenido del sólido de cachaza y estiércol vacuno en el proceso de germinación de semillas de habichuelas.

Diseño experimental utilizando dos abonos líquidos obtenidos mediante la cachaza y el estiércol vacuno en el proceso de germinación de semillas de habichuelas.

Tratamiento 1 (T-1) semillas tratadas con humus líquido obtenido a partir de la cachaza.

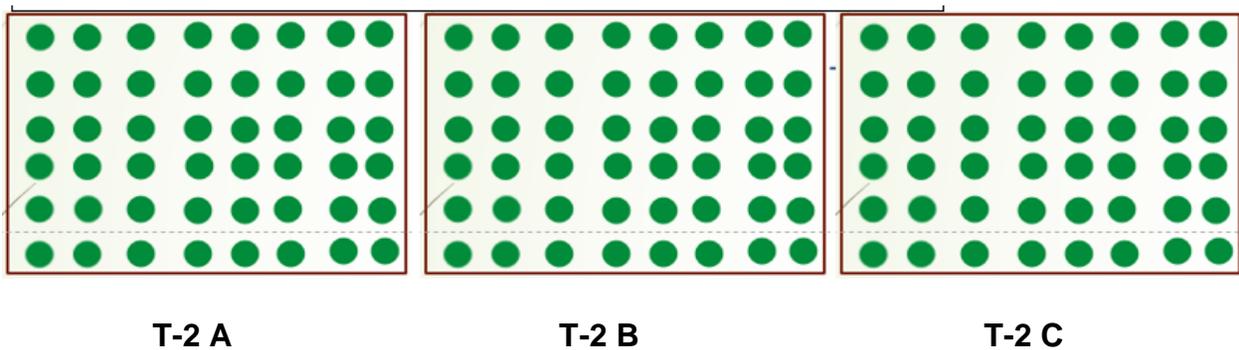
Tratamiento 1 abono líquido de cachaza



Se procedió con el mismo tratamiento anterior, el testigo solo fue tratado con agua.

(Martínez 2016) plantea que las sustancias húmicas líquidas a bajas concentraciones se les atribuye acciones bioestimuladoras de tipo fitohormonal y que las hormonas y vitaminas facilitan la emergencia de las semillas y antibióticos inhibidores contra fitopatógenos

Tratamiento 2 abono líquido de estiércol vacuno



Testigo

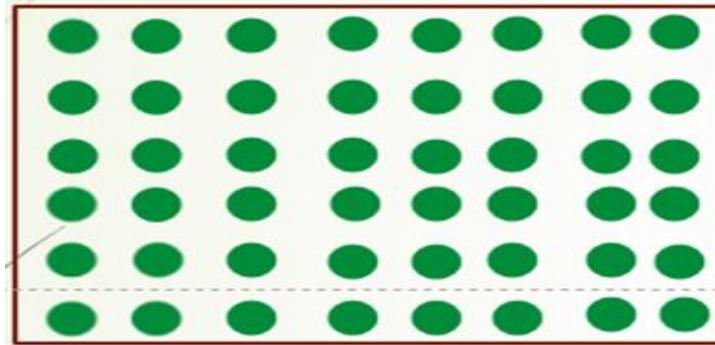


Tabla comportamiento de la germinación (cachaza T1)

	T-1-A		T-1-B		T-1-C	
Germinaron	Cantidad que germinaron	%	Cantidad que germinaron	%	Cantidad que germinaron	%
Al 2do día	13	26	5	10	8	16
Al 3er día	28	56	16	32	18	36
Al 4to día	42	84	38	76	41	82
Al 5to día	49	98	46	92	48	96
Al 6to día	50	100	48	96	49	98
Al 7mo día						

Tabla Nro Comportamiento de la germinación (tratamiento 2 estiércol vacuno)

	T-2	A	T-2	B	T-2	C	Testigo
Germinaron	Semillas que germinan	%	Semillas que germinan	%	Semillas que germinan	%	Semillas que germinan
Al 2do día	8	16	6	12	4	8	
Al 3er día	26	52	14	28	12	24	

Al 4to día	40	80	35	70	36	72		
Al 5to día	45	90	40	80	41	82	12	24
Al 6to día	47	94	45	90	46	92	25	50
Al 7mo día							31	62

Teniendo en cuenta el comportamiento de los indicadores anteriores que caracterizan el humus objeto de estudio en sus dos variantes y con el fin de conocer si existe alguna fitotoxicidad que pueda afectar el proceso de germinación de las semillas, se llevó a cabo un experimento con semillas de habichuelas tratadas con el humus obtenido con la cachaza y el obtenido con el estiércol vacuno en forma líquida en ambos casos.

Obtención del humus líquido.

Se utilizaron muestras de los dos tipos de humus por separado y depositados en un recipiente de 10 litros de capacidad al que se le añadieron 1428 g de humus lo que indican una relación de 1 parte de humus por 7 de agua. El líquido fue agitado durante 20 minutos y dejado en reposo por espacio de 24 horas, luego se procedió a separar el sólido del líquido mediante decantación.

Obtenido este humus líquido, las semillas seleccionadas fueron humedecidas con el mismo recibiendo tres tratamientos de riego hasta la germinación de acuerdo a lo indicado por el Instituto de Suelos de Cuba y según lo utilizado por Villa (2016) en condiciones de macetas.

Se utilizó una manta doble de mosquitero, en cada cuadro se depositaron 50 semillas de habichuelas y al cabo del segundo día se comenzó a observar el estado germinativo.

Con el tratamiento 2 se procedió igual al anterior, el testigo solo fue tratado con agua.

Martínez (2016) plantea que las sustancias húmicas líquidas a bajas concentraciones se les atribuyen acciones bioestimuladoras de tipo fitohormonal y que las hormonas y vitaminas facilitan la emergencia de las semillas y antibióticos inhibidores contra fitopatógenos.

Todas las semillas utilizadas fueron seleccionadas atendiendo a sus características tales como:

- Pureza varietal
- Tamaño idóneo
- Secado normal (por ciento de humedad)
- Color y dureza.

CONCLUSIONES

Cada día los suelos se deterioran más debido a su constante uso agrícola ya que consume la materia orgánica de este, ante esta problemática, la utilización del humus de lombriz constituye la vía más eficaz para el mejoramiento del suelo cuya calidad depende de la fuente utilizada como alimento para las lombrices.

En este trabajo se puso de manifiesto la importancia de la cachaza y como resultado final un abono orgánico superior en cuanto a calidad en comparación con el humus que produce la lombriz cuando es alimentada con estiércol vacuno.

Los indicadores reproductivos de las lombrices son esenciales en cualquier unidad productora de humus así como la composición zootécnica dentro de un vermicomposteo que es lo que asegura un buen comportamiento poblacional lo cual depende del manejo y alimentación de las lombrices así como la observancia de los indicadores de humedad, temperatura y PH. En esta investigación la fuente orgánica cachaza demostró mejores posibilidades que aseguran un adecuado comportamiento poblacional en comparación con la fuente orgánica estiércol vacuno.

Al caracterizar el humus de lombriz obtenido de las 2 fuentes orgánicas objeto de estudio en cuanto a PH, conductividad, temperatura y humedad, los valores alcanzados en ambos casos no presentan grandes diferencias y se encuentran dentro de los rangos requeridos pero en el proceso productivo del humus se puso de manifiesto que el cantero alimentado con cachaza concentro más la humedad que en el caso del cantero alimentado con estiércol vacuno, por lo tanto hubo diferencias en cuanto al nivel de temperatura y ello se debe a que la cachaza es un producto pre-elaborado lo que da lugar a que presente mejores bondades que el estiércol vacuno y que a la vez constituya un mejor habitat para las lombrices las cuales en su proceso digestivo la ingestión de la cachaza lo realizan con mayor eficiencia si lo comparamos con el estiércol vacuno, otro elemento importante a tener en cuenta es la productividad de la lombriz, su capacidad para digerir la cachaza y la eficiencia en la conversión del sustrato alimenticio en humus, que en este estudio como se puede apreciar, la cachaza ocupó un mejor lugar que el estiércol vacuno.

Al someter a prueba las posibilidades de ambos abonos sólidos llevados a líquido para tratar semillas de habichuelas en un experimento de germinación se comprobó la eficiencia de los dos abonos y su aporte altamente eficiente en el poder germinativo de dichas semillas, donde también el humus líquido obtenido del humus sólido producido a partir de la cachaza volvió a demostrar su potencial superior en comparación con el otro y ello se observó al segundo día de iniciado el experimento donde el mayor número de semillas germinadas corresponde al grupo que fue tratado con el abono líquido obtenido de la cachaza, de igual forma este abono líquido de cachaza al cierre del ciclo germinativo de las semillas, todas lograron germinar, mientras que el grupo tratado con el abono líquido obtenido del sólido de estiércol vacuno, no presentó la misma eficiencia durante el proceso de germinación.

En los dos tratamientos se puso de manifiesto la acción fitohormonal de los dos abonos líquidos que aceleran el ciclo germinativo de las semillas, lo que no ocurrió así con el grupo testigo que comenzó a germinar a partir del quinto día y en el séptimo día solamente había germinado el 62% de las semillas.

Las utilidades de los abonos orgánicos tienen hoy un gran impacto en la agricultura si se tienen en cuenta que los abonos químicos adquieren cada vez mayor precio en el mercado mundial y son a la vez fuentes de contaminación ambiental. El humus de lombriz resulta el abono orgánico más adecuado para la fertilización de los suelos, incluso para la recuperación de los mismos y está al alcance de los productores sin mayores gastos.

El estudio realizado sobre la factibilidad económica en la producción de este abono así lo demuestra, a través del mismo se pudo conocer que por cada tonelada de humus producida se invierten \$1933.14 y el precio de venta actual está en el orden de los \$10000.00 por tonelada, por lo que aporta una ganancia de \$8066.86 pesos por cada tonelada que se produce.

El estudio puso de manifiesto además que para producir una tonelada de humus el productor utiliza 1.5 T de alimento para las lombrices. A lo anterior hay que añadir otras ventajas en manos del productor cuando utiliza este fertilizante:

- Aumentan los rendimientos de los cultivos y por ende las ganancias económicas para el productor
- Mejora la capacidad productiva del suelo ya que mejoran las características químicas, físicas y micro biológicos del suelo.
- Mantiene un suelo sano, así como cultivos saludables.

La utilización de la cachaza como sustrato alimenticio para las lombrices demostró durante todo el estudio superioridad al estiércol vacuno en varios aspectos tales como:

- En los indicadores reproductivos de las lombrices.
- En la conversión o eficiencia de las lombrices del alimento convertido en humus.
- En las bondades del humus líquido obtenido del sólido producido con cachaza durante el proceso de germinación de las semillas.

Bibliografía

- Alonso, F. (2020,). *Manejo del Estiércol*.BM. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/manejo-del-estiercol/>
- Barraza, M., Santana, Yessica, & Andrade, M. (2009). *Valor nutricional de líquidos y sólidos producidos por la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) a partir de diferentes fuentes alimenticias y su efecto en el cultivo del pepino*. (Tesis de Grado). Universidad del Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6220/>
- Beltrán, F. (2006). Efectos de sistemas de labranza e incorporación de abono verde (*Lablab purpureus* L.) Sweet, sobre las características físicas químicas y biológicas de un yermosol haplico en zonas áridas. (Tesis doctoral). Centro de investigación biológica del nordeste, S.C. http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/158/beltran_f.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernal, Y., Hernández, C., Rojas, E., & Ojeda, L. (2018). Uso de cachaza y piedra fosfórica en el cultivo de Glycine. *Agroecosistema*, 6(1), 155-161.
- Bicho, A. (2014,). *Insectos Benéficos en nuestro vermicompost. La Huertica*. <https://www.lahuertinadetoni.es/fauna-beneficiosa-en-lombricultivo/>
- Blanco, L. (2016). *Análisis y caracterización de purines, la obtención de estuvita y biogás* (Tesis de grado), Universidad politécnica de Valencia. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71857/48587893W_TFG_14733867190452810241282594269288.pdf?sequence=3
- Borges, M., & Garcés, Y. (2006). Efecto de la adición de distintas concentraciones de cachaza en el suelo sobre la propagación de *Cocos nucifera* L. *Centro Agrícola*, 33(1). http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V33-Numero_1/cag031061465.pdf
- Briceño, A., & Pérez, A. C. (2017). *Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (Eisenia Foetida) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero*. (Tesis de grado), Universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua. <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>
- Brouhon, Q. (2021). *Todo sobre la lombriz roja californiana*. Pur Plant. <https://www.purplant.es/todo-sobre-lombriz-roja-californiana/>
- Bustamante, P., Vidal, N., Peña, M., & Valer R. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, compost y humus*. http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Producci%C3%B3n%20y%20uso%20de%20abonos%20org%C3%A1nicos_%20biol,%20compost%20y%20humus.pdf

- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la Elaboración de Abonos Orgánicos Universidad de Cuenca*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1111529>
- Canchari, G., & Soto, N. (2020). Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola. *Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 6(1), 45-53.
- Castro, M. (2007). *Comparación de características de calidad de lumbricompuesto provenientes de diferentes sustratos*. (Tesis de grado), Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/55990/LOMBRICOM.pdf?sequence=1>
- Chicaiza, J., (2007). *Producción de lombriz roja californiana (Eisenia Foetida) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo* (Tesis de grado) Universidad de Zamorano.
[.https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8b20f22b-9d30-414b-bcf7-3e1536102792/content#:~:text=La%20lombriz%20roja%20californiana%20\(Eisenia,puede%20ser%20aplicado%20al%20suelo](https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8b20f22b-9d30-414b-bcf7-3e1536102792/content#:~:text=La%20lombriz%20roja%20californiana%20(Eisenia,puede%20ser%20aplicado%20al%20suelo).
- CONtexto ganadero., (2021). *Lo bueno y lo malo del estiércol bovino*. *CONtexto ganadero*.
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/lo-bueno-y-lo-malo-del-estiercol-bovino>
- Crespo, R., & Romero, O., (2012). *Producción de humus de lombriz en cuba, aplicaciones y resultados*.
https://econpapers.repec.org/article/ervobserv/y_3a2012_3ai_3a169_3a15.htm
- Csazza, G., (2009). *Diseño y estudio de factibilidad del cultivo de lombrices a nivel semi-industrial para la formación de humus*. (Tesis de grado), Universidad de Viña de Mar.
<https://repositorio.uvm.cl/handle/20.500.12536/164>
- Cuadros, E., & García, K., (2019). *Plan de negocios para la creación de una empresa de producción de abono a través de desechos orgánicos*. (Tesis de grado), Universidad católica de Colombia.
<http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:10983-22482>
- Curiosfera., (2020). *Origen de los Abonos y Fertilizantes Agrícolas*. *CurioSfera-Historia*. <https://curiosfera-historia.com/origen-e-historia-de-los-abonos-y-fertilizantes/>
- Domínguez, J., & Gómez, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *SciELO*, 26(2), 309-320.
- Enriquez, J. A., López, D. P., García, S. S., Camacho Chiu, W., Obrador Olán, J., López, F. J., & Pastrana Aponte, L. (2004). Evaluación de Abono Organo-Mineral de Cachaza en la Producción y Calidad de la Caña de Azúcar. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 351-357.
- Félix, Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los Abonos Orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1), 57-67.
- García, C., & Félix, J., (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*.

https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf

- Garro, J., (2017). *El suelo y los abonos orgánicos*. http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/04/El_Suelo_y_los_Abonos_Organicos-min.pdf
- Geler, A. (2019). La lombricultura. Combox. <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/vermicompostaje/172-la-lombricultura.html>
- González, M., Orellana, R., Martorel, A., Díaz, M., Cruz, A., Sosa, M., & Rodríguez, O., (2007). Propiedades hidrofísicas del humus de lombriz para su uso como sustrato. *Agrotécnia de Cuba*, 31(1), 1-4.
- Guanche, A. (2015). *Las Lombrices y la Agricultura*. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_562_lombrices%20y%20la%20agricultura2.pdf
- Hernández, G., Salgado, S., Palma, D., Lagunes, L., Castelán, M., & Ruiz, O., (2008). Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de chiapas, México. *Interciencia*, 33(11), 855-860.
- Hernández, H., Baltierra, F., & Rodríguez, F. (2003). *Comportamiento de Eisenia sp en estiércol de bovino lechero en Villaldama*. Nuevo León.
- Historia, C. (2021). *Origen de los Abonos y Fertilizantes Agrícolas*. CurioSfera-Historia. <https://curiosfera-historia.com/origen-e-historia-de-los-abonos-y-fertilizantes/>
- Innovatione. (2019). *Lombricultura: Tipos de sistemas y marco legislativo*. Innovatione. <https://innovatione.eu/2019/07/22/lombricultura/>
- León, W., & Torres, I., (2018). *Evaluación del efecto del humus producido por Eisenia foetida; obtenido a partir de los residuos orgánicos provenientes del Mercado Los Ángeles en cultivo de Vigna unguiculata (L.) Walp., Moyobamba*. (Tesis de grado), Universidad nacional de San Martín-Trapoto. Archivo digital. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2789>
- López, E., Andrade, A., Herrera, M., Gonzalez, O., & Figal, A., (2017). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, 44(3), 49-55.
- Luévano, A., & Velázquez, N., (2001). Ejemplo singular en los agronegocios estiércol vacuno: De problema ambiental a excelente recurso. *Agronegocios*, 5(9), 306-318.
- Málaga, V., Aponte, A., Luna, D., & Silvestre, M., (2016). Comportamiento poblacional de Eisenia foetida y calidad fisicoquímica del humus en diferentes sustratos del trópico húmedo. *Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 4(2), 30-36. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v4i2.66>

- Martínez, C., (1996). *Potencial de la lombricultura: Elementos básicos para su desarrollo*. (Lombricultura Técnica Mexicana.
- Martínez, F., García, C., & Forbez, T., (2008). *Producción de Humus de Lombriz a partir de Cachaza*. <https://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3482/1/Producci%C3%B3n%20de%20Humus%20de%20lombriz.pdf>
- Martínez, F., García, C., Gómez, L., Aguilar, Y., Martínez V., Castellanos, N., & Riverol, M. (2018). Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*, 12(1), 25-28.
- Martínez, L. I. (2001). *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el Medio Ambiente*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
- Mazariego, S. (2018). *Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constanza, del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila*. (Tesis de grado), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/43046>
- Mendoza, R., (2006). *Efecto de abonos orgánicos en la producción de variedades de frutilla (Fragaria sp) en condiciones controladas*. (Tesis de grado), Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11617/T-1026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mercado Azúcar. (2020). *La cachaza de caña es un gran fertilizante para el campo*. Mercado Azúcar. <https://mercadoazucar.com/la-cachaza-de-cana-es-un-gran-fertilizante-para-el-campo/>
- Nuñez, A., (2009). Turba y zeolita como soportes de inoculantes microbianos con acción fertilizante. *ICIDCA*, XLIII (3), 22-27.
- Nuñez, A., (2017). *Monitoreo de la Dinámica Poblacional de la Lombriz de Tierra Roja Californiana (Eisenia foetida L) en Cuatro Sustratos Orgánicos*. (Tesis de grado), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Library. <https://1library.co/document/z31mn4ey-monitoreo-dinamica-poblacional-lombriz-californiana-eisenia-sustratos-organicos.html>
- Pagés, J., Cabrera, L., Cabrera, A., & Pereda, L., (2019). Biodegradabilidad de residuos de la industria agro-azucarera cubana: Co-digestión anaerobia. *Centro Azúcar*, 46(3), 79-89.
- Pineda, J., (2006). *UAP-PASOLAC, Honduras Feliciano Paz*. <https://www.scribd.com/document/329597757/Pineda-Rodriguez-Jose-A-Lombricultura-pdf>
- Ramírez, M., & Paola, L., (2021). *Requisitos para la certificación del producto humus de lombriz Roja Californiana*. (Tesis de grado), Universidad católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26921/1/REQUISITOS%20PARA%20LA%20CERTIFICACION%20DEL%20PRODUCTO%20HUMUS%20DE%20LOMBRIZ%20ROJA%20CALIFORNIANA.pdf>

- Rojas, C., (2017). *Producción de Arveja verde Quantum (Pisumsativum L.) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de isla y biol en condiciones agroclimáticas de tiabaya-arequipa*. (Tesis de grado), Universidad nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2421/Agrohuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, M. (2005). *Producción de humus de lombriz roja californiana (Eisenia Foetia) elaborado con diferentes sustratos vegetales en la comunidad de trinidad pampa—Coripata producción y de lombrices nacida por capullos*. (Tesis de grado), Universidad Mayor de San Andrés.
- Rostrán, J., Carrilgado, J., & Fuentes, J., (2003). *Determinación de dosis de humus de lombriz para el óptimo desarrollo en el cultivo de Pipían (Cucúrbita pepo) Campus Agropecuario UNAN-LEON*. (Tesis de Grado), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/924/1/199253.pdf>
- Ruiz, M., (2011). *Taller de elaboración de Lumbricomposta*. <https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/taller-de-lumbricomposta.pdf>
- Salazar, M., Sánchez, M., & Aucatoma, B. (2009). *Uso de cachaza descompuesta y porcentaje de sustitución de fertilización química en un lote del ingenio Valdez*. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/07/Informe-Valdez-CACHAZA.pdf>
- Somarriba, R., & Guzmán, F., (2004). *Guía de lombricultura*. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/240>
- Tecnicrop., (2021). *Humus de lombriz, beneficios para el suelo—Tecnicrop* <https://tecnicrop.com/blog/humus-de-lombriz-beneficios-para-el-suelo>
- Tortosa, G., (2014.). *Uso del estiércol como fertilizante. Compostando Ciencia*. <http://www.compostandociencia.com/2014/08/uso-estiercol-como-fertilizante/>
- Tortosa, G., (2019). *Materiales para compostar, estiércol de vaca. Compostando Ciencia*. <http://www.compostandociencia.com/2019/08/materiales-para-compostar-estiercol-de-vaca/>
- Zambrano, A., (2022). *Importancia de la elaboración del humus de la lombriz californiana en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13268/E-UTB-FACIAG-AGROP-000011.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Almaguer, J.; V. Reyes; A. Reyes y O. Villa. (2012). Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (*Zea mays* L.) y remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) respectivamente. *Revista DELOS*, 5 (15), 1-6. <http://www.eumed.net/rev/delos/15/llhp.html>

- Barroso, R; Luisa Mendoza y F., Gandarilla (2004). Humus líquido como opción de fertilización orgánica. *Revista Cultivos Tropicales*, 11 (3), 5-10.
- Caro, L. (2008). *Caracterización de algunos parámetros químico-físico del humus líquido obtenido a partir del vermicompost de estiércol vacuno*. Tesis de Maestría. Universidad Agraria de La Habana.
- Céspedes, N.; R., Caballero y J., Gandarilla (1995). *Influencia del humus de lombriz de tierra sobre los rendimientos del cultivo del ajo en un suelo Aluvial*. En el V Seminario Científico Técnico Estación Experimental Escambray. Resúmenes, Cienfuegos
- Fundora, O; N., Arzola y J., Machado (1995). *Agroquímica*. Pueblo y educación.
- Gabriel, I. M. (2009). *Lombricultura y aplicaciones de humus de lombriz*.
- Grupo técnico de Biofábricas y plátano. (2004). *Humus líquido y tecnología de obtención y aplicación*. MINAGRI.
- Jacomino, I. (2010). *Evaluación del efecto de tres métodos de obtención de humus líquido sobre los rendimientos de la remolacha (Beta vulgaris, L.)*. (Tesis de Grado). Universidad de Sancti Spiritus.
- Machado, Y., (2010). Efecto de las diferentes frecuencias de aplicación del humus líquido sobre los rendimientos del rábano (*Raphanus sativum L.*). (Tesis de Grado). FAME. UNISS.
- Martínez, D. (2006). *Evaluación del efecto del liplant en indicadores bioquímicos-fisiológicos en el cultivo del maíz (Zea maíz L.)*. (Tesis de Maestría), UNAH.
- Villa, O. (2010). *Obtención y evaluación de humus de lombriz en estado líquido en condiciones controladas utilizando al cultivo del Maíz (Zea mays L.) como planta indicadora*. (Tesis de Grado). FAME. UNISS. Cuba.29p.
- , J. R., Garcias, C., Gonzalez, J., Carvajal, R., Almogoea, M., Cárdenas, Y., Cueto, L. M., Sotolongo, J. (2016). *Efecto de un biopreparado de producción local a base de microorganismos eficientes sobre diferentes cultivos en la provincia de Cienfuegos*. Memorias IV Convención Internacional de Agrodesarrollo.
- Santiago de Chile. FAO. (2013). *Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe*.