

Empleo del humus de lombriz como alternativa agroecológica para el incremento de los rendimientos agrícolas del cultivo plátano macho $\frac{3}{4}$ (*Musa sp.*) en un sistema extradenso.

Francisco Zayas Sierra, Ing., Nilda Isabel Sánchez Batista, MsC., Idania Pedro Kesell, Ing., Ana Isis Hernández Trujillo, Ing.

Universidad de Artemisa, Cuba

nildai@uart.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la finca "Mojanga 1", perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Producciones Agropecuarias Artemisa, con el objetivo de determinar la dosis más efectiva de humus de lombriz como alternativa agroecológica para incrementar los rendimientos agrícolas en el cultivo plátano Macho $\frac{3}{4}$ (*Musa sp.*) en un sistema extradenso. Se emplearon métodos teóricos y empíricos, donde sobresalen el experimento, la observación, la medición, el análisis documental y el método estadístico matemático, que permitieron evaluar el comportamiento de las diferentes dosis del humus de lombriz en el cultivo con respecto al testigo. Los indicadores evaluados fueron: coloración de las hojas, ritmo de hojas por planta, altura de la planta, diámetro del pseudotallo, porcentaje de emisión de la pámpana y rendimiento agrícola; ello permitió realizar a valoración económica que tuvo en cuenta: costo de producción, valor de la producción, ganancia y costo por peso, todos en cup. Los resultados demuestran que la dosis de mejores resultados fue la aplicada en el T3, tanto en los rendimientos agrícolas como en los resultados económicos, con relación a los demás tratamientos y al testigo. Se recomienda socializar los resultados de la investigación en otras fincas y áreas productivas de la provincia de Artemisa, con vistas a lograr la sostenibilidad de la agricultura en el territorio y potenciar las acciones de capacitación en relación al tema de la lombricultura entre los productores de viandas del municipio y la provincia.

Palabras clave: Dosis, humus de lombriz, alternativa agroecológica, plátano extradenso

EMPLOYMENT THE WORM HUMUS LIKE ALTERNATIVE AGROECOLOGICAL AGRICULTURAL YIELD TO INCREASE THE AGRICULTURAL YIELDS IN THE CULTIVATION MALE BANANA $\frac{3}{4}$ (*MUSE SP.*) IN A SYSTEM EXTRADENSE

ABSTRACT

The investigation was developed in the property "Mojanga 1", belonging to the Managerial Unit of Agricultural Base Productions Artemisa, with the objective of determining the most effective dose in worm humus like alternative agroecological to increase the agricultural yields in the cultivation Male banana $\frac{3}{4}$ (*Muse sp.*) in a system extradense. Theoretical and empiric methods were used, where they stand out the experiment, the observation, the mensuration, the documental analysis and the mathematical statistical method that allowed to evaluate the behavior of the different doses of the worm humus in the cultivation with regard to the witness. The evaluated indicators were: coloration of the leaves, rhythm of leaves for plant, height of the plant, diameter of the pseudotallo, percent of emission of the pampana and agricultural yield; it allowed to be carried out to economic valuation that kept in mind: production cost, value of the production, gain and cost for weight, all in cup. The results demonstrate that the dose of better results was the one applied in the T3, so much in the agricultural yields as in the economic results, with relationship to the other treatments and the witness. Recommended to socialize the results of the investigation in other properties and productive areas of the county of Artemisa, with a view to achieving the sustainability of the agriculture in the territory and potential the training actions in relation to the topic of the lombricultura among those producing of meats of the municipality and the county.

Words key: Dose, worm humus, alternative agroecological, banana extra dense

I. INTRODUCCION

La biodiversidad del trópico, ha sufrido un gran deterioro a causa de políticas agrarias desacertadas, coyunturas internacionales desfavorables y, sobre todo, la falta de una cultura ecológica entre sus pobladores.

Según Pineda (2006), la agricultura debe satisfacer las demandas alimentarias de la población minimizando al

mismo tiempo el potencial de producir daños al ambiente. Plantea además que no existe otro camino, o los agricultores conciertan con el ecosistema y lo respetan, manteniéndolo y mejorándolo, o lo degradan ateniéndose a las consecuencias.

Cuba asume dentro de sus renglones económicos fundamentales la agricultura, por lo que es de vital importancia tener en cuenta el mejoramiento y conservación de los suelos, como premisa fundamental para el logro de producciones estables. Según los últimos inventarios de suelos realizados en el país, existe un alto grado de deterioro, observándose incidencias de varios factores limitantes, entre los que se destaca el bajo contenido de materia orgánica, donde el 70% de los suelos está clasificado como bajo (4,7 millones de hectáreas) según la Estrategia Ambiental Nacional para el periodo 2016-2020. (CITMA, 2015)

Entre las tecnologías para el tratamiento de desechos la lombricultura es una de las que ofrece las mayores ventajas por las siguientes razones: es extraordinariamente económica y de fácil gestión; utiliza espacios relativamente reducidos; es un proceso rápido y continuo; elimina inconvenientes desagradables como el mal olor y las moscas; no produce al final ningún desecho, pues el material suministrado a las lombrices es transformado en productos utilizables; permite al final del ciclo obtener grandes cantidades de proteínas para la alimentación animal: las lombrices, y al mismo tiempo un abono orgánico de magnífica calidad: el humus.

Actualmente en Cuba la producción del humus de lombriz es considerada como una vía agroecológica para la producción de fertilizantes orgánicos, su complejo manejo y las diversas fuentes de materia orgánica empleadas para su producción hacen difícil la obtención del humus como una vía de solución más económica.

La finca “Mojanga 1” se dedica fundamentalmente a la producción de plátano, tanto de forma tradicional como con el empleo de la tecnología extradenro, produce además guayaba y mango en las áreas periféricas, en los últimos años se ha estado aplicando a estos últimos la fertilización orgánica con el empleo de humus de lombriz a partir de un área limitada de producción que no abastece a la totalidad de la finca, mientras que al cultivo del plátano solo se le aplica la fertilización química que se ha visto afectada por la limitación de las importaciones y los altos precios en el mercado mundial, por lo que los rendimientos agrícolas han disminuido y se han elevado los costos de producción, trayendo consigo pérdidas a la finca y afectaciones al medio ambiente.

Por lo que el objetivo de la investigación es determinar la dosis más efectiva de humus de lombriz como alternativa agroecológica para incrementar los rendimientos agrícolas en el cultivo plátano macho $\frac{3}{4}$ (*Musa sp.*) en un sistema extradenro en la finca “Mojanga 1”, Unidad Empresarial de Base Producciones Agropecuarias, municipio Artemisa.

II. DESARROLLO

La finca “Mojanga 1” pertenece a la Unidad Empresarial de Base Producciones Agropecuarias de Artemisa, está ubicada en el municipio de Artemisa, limita al norte con la carretera “Waterloo”, al sur con la Finca de “Los Pérez”, al oeste con el “Partido Provincial” y al este con el terraplén del poblado de “Maravilla Roja”.

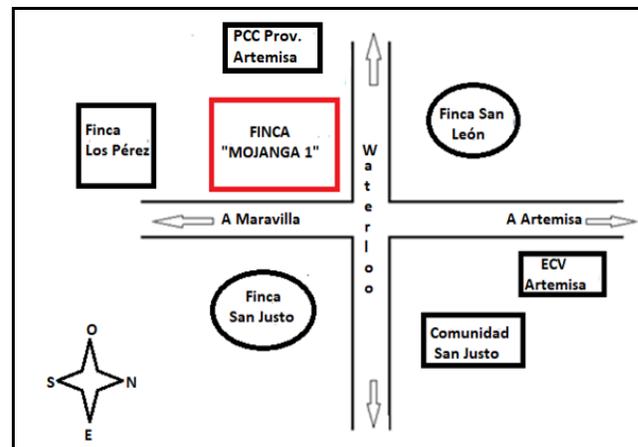


Fig. 1. Ubicación de la Finca “Mojanga 1”

Fuente. Elaborada por el autor

El objeto social de la finca es la producción de plátanos (*Musa sp.*) variedad Burro y el clon “macho $\frac{3}{4}$ ”, además cuenta con un área destinada a la producción de frutales como la guayaba (*Psidium guajava*) y el mango (*Mangifera indica*), esta última ubicada a ambos lados de las zanjas de riego, cuenta con una superficie total de 13.42 ha, distribuidas como se muestra en el siguiente gráfico.

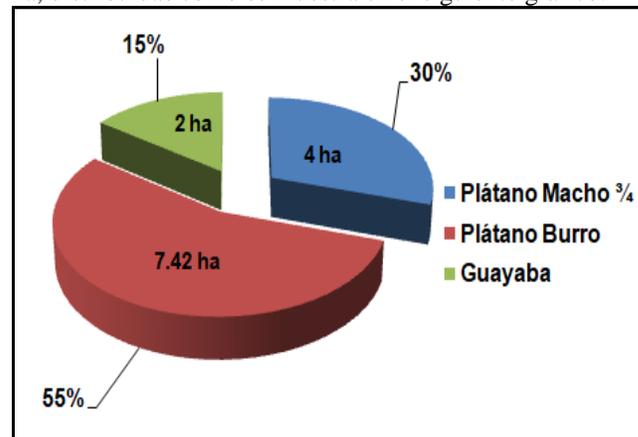


Fig. 2. Distribución por cultivos en la Finca “Mojanga 1”

Fuente. Elaborada por el autor

Todas las producciones obtenidas en la finca están debidamente conveniadas para su entrega a la unidad de Acopio municipal, con el objetivo de satisfacer las demandas de la población del municipio Artemisa y para abastecer a la capital del país.

El área total de la finca es asistida con riego por aniego con máquina eléctrica.

Para el desarrollo de las actividades productivas y la atención a los cultivos la finca cuenta con total de 8 trabajadores; dentro de los que se encuentran 7 obreros y un técnico

Se encuentra ubicada en un relieve de llanuras marinas, erosivas – corrosivas y el tipo de suelo que predomina en toda su área es Ferralítico rojo lixiviado. (Hernández, 1999)

$$IIB17_2 = \frac{p^1 h^3 e^4 c^2}{F} 160t_s$$

II- Ferralítico rojo lixiviado

B- Concrecionario

17- Materiales transportados y de corteza de meteorización ferralitizados o calinizados

2- Saturado medianamente desaturado de 40 a 75 %

P¹- Muy profundo mayor de 100 cm

h³- Medianamente humificados de 2 a 4 % poca pérdida del horizonte

e⁴- Poca pérdida de la capa arable (horizonte A)

c²- Poco concrecionario de 5 a 20 %

f- Textura Loam arcilloso

160- Muy profundo mayor a 100 cm

t_s- Ondulado 4.1 a 8 %

Los factores limitativos son el drenaje superficial y la compactación.

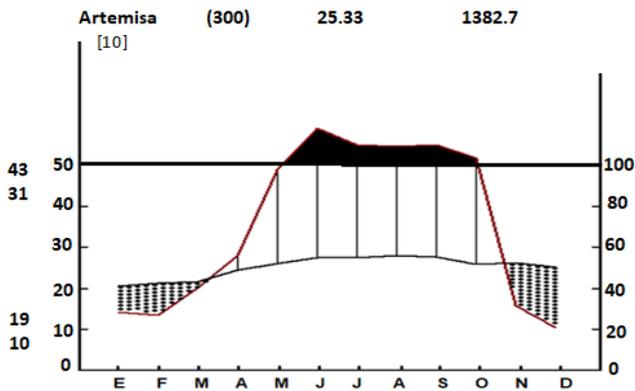


Fig. 3. Diagrama climático

Fuente. Elaborado por la autora a partir de los datos de Estación Meteorológica de Güira de Melena, Artemisa, 2018.

La figura 3 muestra que el promedio de lluvia acumulada fue de 1382.7 mm, siendo los meses de mayor precipitación (mayo - octubre) y los meses más secos (noviembre a febrero), coincidiendo con lo planteado en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Academia de Ciencias, 1989), donde la región estudiada se enmarca en una zona con humedecimiento estacional relativamente estable, el promedio anual de la temperatura del aire fue de 25.33 °C y las precipitaciones se distribuyen en dos épocas bien definidas, una seca (noviembre a abril) y otra lluviosa (mayo a octubre). Estos datos permiten manejar las siembras de los cultivos con mayor eficiencia, aprovechando la época de lluvia.

Según Aveladze (1989), desde el punto de vista climático, la temperatura promedio en el área donde se encuentra la finca es favorable para el cultivo del plátano macho ³/₄, así como para los demás cultivos que se desarrollan en la finca.

En relación con las precipitaciones la literatura de forma general señala que 50 mm de lluvia al mes representan un nivel por debajo del cual los plátanos están seriamente faltos de agua. Las lluvias en torno a 100 mm mensuales bien distribuidas durante el año son satisfactorias, excepto en los suelos excesivamente porosos, según estudios realizados por Simmonds, (1973) y FAO, (2000).

Como bien es conocido las necesidades de agua para el plátano son elevadas durante todas las etapas de su desarrollo; estando enmarcado los niveles de precipitaciones entre 1800-2200 mm durante los doce meses del año, según López, (1989), en coincidencia con el promedio de precipitaciones ocurridos en el área de estudio según datos aportados.

La velocidad del viento es otro de los factores climáticos que pueden tener incidencia sobre las plantaciones de plátano, en el área de estudio esta variable fue de 142.9 m/s como promedio en los 10 años estudiados, estando entre los rangos establecidos lo que resulta favorable en el desarrollo del cultivos, evitando grandes daños en las hojas y en el derribo de las plantas, según CENTA, (2002).

Tanto los trabajadores de la finca, como los directivos de la UEB Producciones Agropecuarias han estado inmersos en elevar los rendimientos agrícolas de sus producciones, teniendo en cuenta que las mismas se han visto deterioradas en los últimos cinco años, tal como se muestra a continuación.

TABLA 1.

Resultados productivos del frijol común en la Finca “Montserrat 2”

Indicadores	UM	Años				
		2014	2015	2016	2017	2018
Área cosechada	ha	13.42	13.42	11	11	11
Producción	t	150.3	147.62	116.6	110	107.8
Rendimiento	t/ha	11.2	11.0	10.6	10.0	9.8

Fuente. Elaborado por la autora a partir de los registros de la finca

La tabla 8 muestra que durante los años 2014 y 2015 estaban destinadas 13.42 ha al cultivo del plátano tradicional obteniendo rendimientos de 11.2 y 11.0 t/ha respectivamente, valores cercanos a los obtenidos por el país (11,24 y 11.20 t/ha) para ese periodo según datos obtenidos de FAOSTAT, (2018).

A partir del año 2016 y hasta 2018 se redujo en 2.42 ha el área destinada a la producción de este cultivo, ocasionado fundamentalmente por la falta de insumos para atender el cultivo del plátano y se dedicó dicha área al cultivo de la guayaba con el objetivo de lograr ingresos por esta vía, esto trajo consigo una disminución tanto en la producción como en el rendimiento agrícola que osciló entre 10.6 y 9.8 t/ha, estos valores se encuentran por debajo de la media nacional para este periodo (11.22 t/ha)

Diseño del experimento

El estudio consistió en un experimento de campo, donde se empleó el método aleatorio simple.

El área seleccionada para el experimento fue de 4 ha (10 calles cada una), sobre un suelo Ferralítico rojo, con 3.53 contenido de materia orgánica y un pH 7.41.

Se trabajó con un testigo y tres tratamientos, que se distribuyeron en bloques al azar. Se tomó una ha para el testigo y una hectárea para cada tratamiento (4 ha).

TABLA 2.

Tratamientos empleados en el experimento

Tratamiento	Dosis	Humus sólido	Humus líquido
T 1	t/ha	18	16
T 2	t/ha	24	24
T 3	t/ha	30	48
Testigo	t/ha	Fórmula completa NPK de fondo a razón de 0,5 t/ha.	

Fuente. Elaborada por el autor

Se seleccionó una muestra de 150 plantas en cada hectárea estudiada según los tratamientos y el testigo, la cual sumó un total de 600 plantas entre las cuatro hectáreas.

Los indicadores evaluados fueron:

- Coloración de las hojas (verde intenso, verde amarillento)
- Ritmo de hojas por planta (hojas/planta)
- Altura de la planta (m)
- Diámetro del pseudotallo (cm)
- Porcentaje de emisión de la pámpana (%)
- Rendimiento agrícola (t/ha)

Todos los indicadores fueron evaluados a los 60, 180 y 300 días después de realizada la plantación, excepto el porcentaje de emisión de la pámpana que fue evaluado a los 300 días y el rendimiento que se calculó después de realizada la cosecha.

Para la valoración económica, se empleó la clasificación de los frutos en cada una de las categorías según lo establecen las normas de calidad vigentes para la compra tanto a productores como a entidades productivas (MINAGRI, 2006)

La misma se realizó a los tratamientos y el testigo, evaluándose los siguientes indicadores:

- Costo total de producción (CUP)
- Ingresos (CUP)
- Ganancia (CUP)
- Costo por peso (CUP)
- Eficiencia económica (%)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La preparación de suelos se realizó cumpliendo lo establecido en la Guía práctica para la producción de plátanos con altas densidades (Extradenso). (Álvarez, 2018) se utilizó el laboreo mínimo, ya que este suelo había estado plantado anteriormente de este mismo cultivo pero con la tecnología tradicional.

El material de plantación utilizado fueron cormos con calibre C, previamente saneados, obtenidos de áreas cercanas de la finca. El clon empleado fue "macho ¾".

La plantación fue realizada el 12 de febrero de 2019 y la tecnología empleada fue el sistema extradenso, con marco de plantación de 3 x 2 x 1 metros, equivalente a 4 000 plantas/ha, con un espacio vital de 2.5 m².

Se realizaron cinco aplicaciones de humus de lombriz sólido, la primera en el momento de la siembra a razón de 6 kg/planta, la segunda a los 45 días de plantados (ddp), la tercera a los 90 ddp, la cuarta 135 ddp y la quinta a los 180 ddp.

Además se realizaron las aplicaciones de humus de forma foliar con Aspejadora "MATABI", con una frecuencia de 7 días durante el período de ciclo del cultivo, siempre en horas de la tarde.

El sistema de riego utilizado fue por aniego, con una máquina eléctrica y una frecuencia de siete días para garantizar las labores de cultivo con tracción animal, teniendo en cuenta las necesidades según la etapa de crecimiento y las condiciones climáticas existentes.

Se realizaron además todas las labores de cultivo orientadas en la guía técnica lo que garantizó el desarrollo del cultivo, entre las que se encuentran:

Control de malezas (manual y con tracción animal) con una frecuencia semanal

Deshije (manual) con frecuencia quincenal

Deshoje (manual) con frecuencia semanal

Desyague (manual) con frecuencia quincenal

Eliminación de la pámpana (manual) con una frecuencia semanal en días fijos

El control fitosanitario se desarrolló siguiendo el programa de lucha integrada orientado en la guía práctica para la producción de plátano extradenso (Álvarez, 2018). Se empleó el humus de lombriz líquido aplicado con asperjadora manual.

La cosecha se realizó de forma manual, de forma escalonada con una duración entre 65 y 90 días, se contabilizó la producción obtenida en cada tratamiento por separado al igual que el testigo y se procedió a su traslado a la Unidad de Acopio para su pesaje.

La observación se realizó en tres momentos (60, 180 y 300 días) después de realizada la plantación, en la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos en el indicador relacionado con la coloración de las hojas.

TABLA 3.

Coloración de las hojas

Tratamientos	60 días después de plantados	180 días después de plantados	300 días después de plantados
T1	75% de las plantas verde intenso	80% de las plantas verde intenso	85% de las plantas verde intenso
T2	80% plantas verde intenso	85% plantas verde intenso	90% plantas verde intenso
T3	100% plantas verde intenso	100% plantas verde intenso	100% plantas verde intenso
Testigo	100% plantas verde amarillento	100% plantas verde amarillento	100% plantas verde amarillento

Fuente. Elaborada por el autor

Se pudo comprobar que todos los tratamientos mostraron un respuesta positiva ante la aplicación de humus de lombriz destacándose el tratamiento T3, el que desde la primera evaluación manifestó una coloración verde intensa

en el 100 % de las plantas evaluadas, esto se debe a que este fertilizante es particularmente rico en materia orgánica y compuestos nitrogenados, combate la clorosis férrica, además de aportar óptimas cantidades de calcio, potasio, fósforo y otros elementos minerales. (Huntoon-Sherman, 2000)

Para determinar el ritmo de hojas/plantas se determinó el promedio de hojas por plantas en 150 ejemplares de cada hectárea donde se aplicaron los diferentes tratamientos.

El resultado se presenta en el siguiente gráfico:

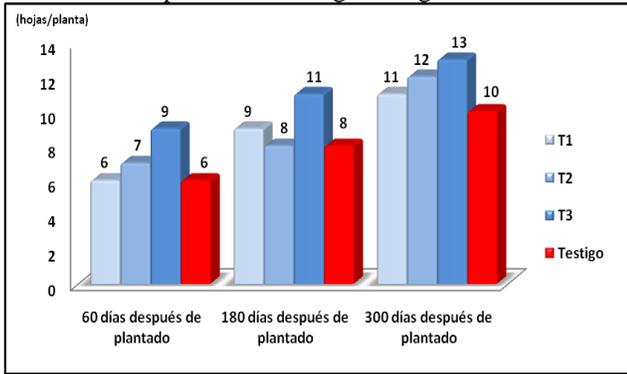


Fig. 4 Comparación del ritmo de hojas/planta
Fuente. Elaborada por el autor

Como se puede observar en la figura 4, el tratamiento T3 con respecto al testigo presentó diferencias significativas, no así en el resto de los tratamientos, excepto en la evaluación realizada a los 180 días, donde el T2 obtuvo resultados iguales al testigo. El humus es rico en sustancias nitrogenadas favorece la emisión de hojas, aumenta el tamaño de la célula y ocasiona que las hojas sean más suculentas y menos ásperas. (Fernández, 2003)

La altura de la planta es un indicador del crecimiento importante a tener en cuenta para la evaluación de los resultados que se muestran a continuación.

Para determinar la altura de la planta el promedio por plantas en 150 ejemplares de cada hectárea donde se aplicaron los diferentes tratamientos; los resultados se muestran a continuación.

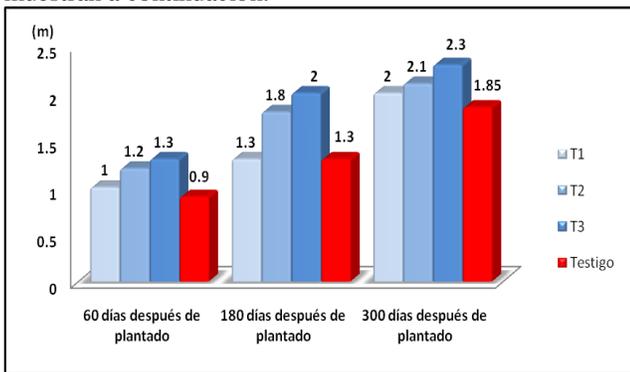


Fig. 5 Comparación de la altura de la planta
Fuente. Elaborada por el autor

Como se observa en la figura 5, el tratamiento T3 manifestó diferencias significativas en todos los momentos evaluados con respecto al testigo, esto está dado al empleo de la dosis aplicada de 30 t/ha de humus sólido y 46

aplicaciones de humus líquido, teniendo en cuenta que el humus produce hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. (Fernández, 2003)

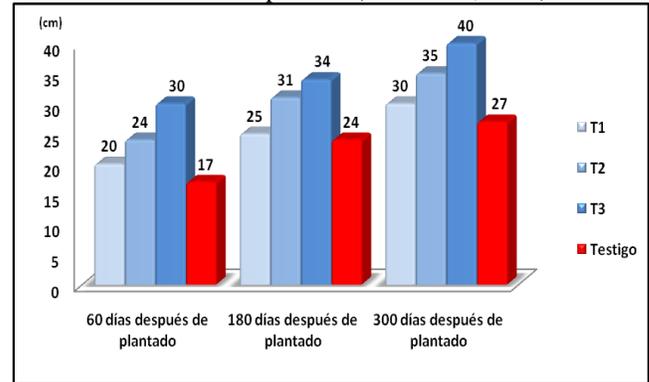


Fig. 6 Comparación del diámetro del pseudotallo
Fuente. Elaborada por el autor

Como se puede observar en la figura 6, el tratamiento T3 fue el más efectivo, logrando mayor diámetro en los pseudotallos que el resto de los tratamientos, manifestando diferencias significativas específicamente con el testigo.

Al igual que el indicador anterior el porcentaje de emisión de la pámpana el tratamiento T3 tuvo diferencias con el testigo y con los demás tratamientos.

TABLA 4.
Por ciento de emisión de la pámpana

Treatments	300 días después de plantados (%)
T1	80
T2	85
T3	90
Testigo	70

Fuente. Elaborada por el autor

Varios autores como Guijarro y García (1977) y Brunet (1988), han evaluado diferentes caracteres morfológicos de los plátanos como, perímetro del pseudotallo, altura de la planta, área foliar y floración como una vía tanto para diagnosticar el estado nutricional de las plantas y poder pronosticar el rendimiento futuro de las mismas, teniendo en cuenta que el humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitratos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro)". (Carrión, 1999)

La evaluación de los rendimientos agrícolas obtenidos en cada tratamiento se muestran en la tabla 5, al igual que el resto de los indicadores evaluados el mejor comportamiento lo obtuvo el tratamiento T3, con una dosis aplicada de 30 t/ha de humus sólido y 48 aplicaciones de

humus líquido, con un rendimiento de 28.2 t/ha, superior a la media nacional obtenida en los últimos cinco años para esta tecnología y en este clon. (Rosales *et al.*, 2008)

TABLA 5.

Comportamiento del rendimiento frente a diferentes dosis de humus de lombriz

Tratamientos	Dosis y aplicaciones	Rendimientos (t/ha-1)
T1	18 t/ha de humus sólido y 16 aplicaciones de humus líquido	23.5
T2	24 t/ha de humus sólido y 24 aplicaciones de humus líquido	24.6
T3	30 t/ha de humus sólido y 48 aplicaciones de humus líquido	28.2
Testigo	0.5 t/ha de fertilizante químico	22.1

Fuente. Elaborada por el autor

Estos resultados indican que el cultivo estuvo satisfecho en cuanto a nutrición y cantidad de agua suministrada, lo que coincide con los criterios de Gómero y Velázquez (2011), cuando refieren que el humus de lombriz, además de aportar nutrientes y micronutrientes, ejerce un efecto muy favorable en las propiedades del suelo.

A lo anterior se debe añadir lo planteado por Cabrera *et al.*, (2000), que refieren que estos resultados se deben al elevado contenido de microorganismos y a la presencia de sustancias húmicas, cuyos grupos funcionales interactúan con los minerales del suelo formando complejos estables, de ahí sus potencialidades para recuperar suelos degradados y su efectividad para incrementar la productividad de sus cultivos, aun cuando se apliquen dosis semejantes a las recomendadas para otros abonos orgánicos.

Para la validación de los resultados se realizó un análisis descriptivo, donde se aplicó el procesamiento lógico de constatación de coherencia, con el empleo del software de procesamiento **r_{pi} Coherencia 1.0** (Pérez, 2014), que emplea la siguiente ecuación:

$$r_{pi} = 1 - \frac{12 \sum_{p=1}^n \sum_{j=1}^N d_{pj}^2}{(n^2 - n)(N^3 - N)}$$

Donde:

r_{pi}: Coeficiente de correlación multidimensional

n: número de indicadores

N: unidades de análisis

d²_{pi}: distancia ordinal entre el estado de los indicadores

Para facilitar la interpretación del resultado y teniendo en cuenta que las fronteras ordinales tienen un alto grado de incertidumbre, se utilizaron los rangos que se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 6.
Rangos típicos del coeficiente r_{pi}

Rangos de r _{pi}	Grado de coherencia
r _{pi} ≥ 0,823	Altamente coherente
0,823 > r _{pi} ≥ 0,708	Bastante coherente
0,708 > r _{pi} ≥ 0,576	Coherente
0,576 > r _{pi} ≥ 0,337	Incoherente
0,337 > r _{pi} ≥ 0,297	Bastante incoherente
r _{pi} < 0,297	Altamente incoherente

Fuente. Rangos típicos del coeficiente r_{pi} con arreglo a la lógica polivalente de Lukasiewicz-Tarski

Los resultados obtenidos en el análisis fueron altamente coherentes, al lograr valores de r_{pi} igual a 1, (anexos 2, 3 y 4), por lo que puede inferirse con un alto grado de probabilidad que los resultados obtenidos fueron válidos, con un nivel de significación alfa 0,01 y un nivel de confiabilidad de 99%.

La valoración económica se realizó a partir de los indicadores calculados:

Costo total de producción (CUP), se calculó el costo total de la producción en cada uno de los tratamientos aplicados, así como en el testigo, teniendo en cuenta un grupo de indicadores que se muestran a continuación.

TABLA 7.
Costo total de la producción

No.	Indicadores	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Testigo
1	Hombre total	1	1	1	1
2	Salario	5600.00	5600.00	5600.00	5600.00
3	Vacaciones (9.09%)	509.04	509.04	509.04	509.04
4	Seg. Social (12,5%)	700.00	700.00	700.00	700.00
5	Crédito otorgado	6039.89	6039.89	6039.89	6039.89
6	Otros	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
7	Fertilizantes	2016.00*	2688.00*	3360.00*	1500.00**
Costo total de la producción (Ct)		15 864.93	16 536.93	17 208.93	15 348.93

*Fertilizante orgánico (humus de lombriz)

**Fertilizante químico NPK

Activar Windows

Fuente. Elaborada por el autor

Ingresos (CUP), se obtuvo de multiplicar la producción obtenida por el precio de venta en el momento de la investigación (\$3 369,7 la tonelada) (I = P*Pv)

Ganancia (CUP), se obtuvo de restar el ingreso al costo total de la producción (G = I - Ct)

Costo por peso (CUP), se obtuvo dividir el costo total de la producción entre los ingresos (C/\$ = Ct / I)

Eficiencia económica (%), se obtuvo de dividir el ingreso entre el costo total de la producción (Ee = I/Ct)

TABLA 8.
Valoración económica

Tratamientos	Costo total producción (CUP)	Ingresos (CUP)	Ganancia (CUP)	Costo por peso (CUP)	Eficiencia económica (%)
T1	\$15 864.93	\$79 187.95	\$ 63 323.02	\$ 0.20	4.99
T2	16 536.93	82 894.00	66 357.07	0.20	5.01
T3	17 208.93	95 025.54	77 816.61	0.18	5.52
Testigo	15 348.93	74 469.75	59 120.82	0.21	4.85

Fuente. Elaborada por el autor

De forma general todos los tratamientos del experimento tuvieron una respuesta positiva en cuanto a la factibilidad económica, con respecto al testigo, destacándose el tratamiento T3, que aunque tuvo el mayor costo de producción incrementó los ingresos, obtuvo las mayores ganancias y el menor costo por peso de ingreso, logrando una eficiencia económica de 5.52 %. Es importante destacar que no solo se incrementaron los rendimientos, sino que también se benefició el suelo por la aplicación del humus de lombriz.

Resultados similares se han obtenido por Martínez (2006), quien ha planteado que el aumento de las densidades de siembra en los cultivos permanentes, presenta una serie de ventajas de manejo agronómico que contribuyen a elevar la producción, los rendimientos y rentabilidad de las plantaciones.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de humus de lombriz en el cultivo plátano macho $\frac{3}{4}$ (*Musa sp.*) en un sistema extradenso, contribuye a recuperar el suelo y la efectividad para incrementar la productividad del cultivo.
2. La evaluación de la influencia de diferentes dosis de humus de lombriz en los rendimientos agrícolas del cultivo plátano macho $\frac{3}{4}$ (*Musa sp.*) en un sistema extradenso, demostró que la dosis de mejores resultados fue la aplicada en el tratamiento 3. tanto en los rendimientos agrícolas como en el comportamiento en los resultados económicos, comprobando que los resultados son altamente coherentes, por lo que puede inferirse con un alto grado de probabilidad que los resultados obtenidos fueron válidos.
3. Los resultados económicos obtenidos en el experimento, demostró que el tratamiento 3, a pesar de tener un mayor costo de producción incrementó los ingresos, obtuvo las mayores ganancias y el menor costo por peso de ingreso, logrando una eficiencia económica superior.

RECOMENDACIONES

- Socializar los resultados de la investigación en otras fincas y áreas productivas de la joven provincia de Artemisa, con vistas a lograr la sostenibilidad de la agricultura en el territorio.
- Potenciar las acciones de capacitación en relación al tema de la lombricultura entre los productores de viandas del municipio y la provincia Artemisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pineda, M.R. (2006). A propósito de la Ecología, Agricultura y Fertilizante. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, CIPCA. Piura, Perú, p.1.
- [2] CITMA (2015). Estrategia Ambiental Nacional para el periodo 2016-2020. Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2727/1/Estrategia%20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf>. Consultada 10 de abril de 2019.
- [3] Hernández, A. (1999). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Editora AGRINFOR. 64 p.
- [4] Aveladze, G.A. (1989). Mapa de regionalización agroclimática aplicada al rendimiento agrícola de la caña de azúcar (escala 1: 4 000 000). En Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana.
- [5] Simmonds, N.W. (1973). Los Plátanos. Ed. Acricbia, p. 412.
- [6] FAO (2000). Establecimiento de las necesidades hídricas de los cultivos. Artículo en CD- ROM. Enciclopedia de Humanidades.
- [7] López, M. (1989). El Plátano. Editorial. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana: Cuba, p. 235.
- [8] CENTA (2002). Guía técnica del cultivo del plátano. Disponible en: <https://centa.gov.sv>. Consultado noviembre 2019.
- [9] FAOSTAT (2018). Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: www.fao.org/foastat/es/#data/QC. Consultado 10 de diciembre de 2019.
- [10] MINAG (2006). Tecnología con altas densidades y avances hacia una producción orgánica. Disponible en: https://www.minag.gob.cu/sites/default/files/noticias/tecnologia_plata_no_extradenso.pdf. Consultado 23 de noviembre de 2019.
- [11] Álvarez, J.M. (2018). Guía práctica para la producción de plátanos con altas densidades (Extradenso).
- [12] Huntoon-Sherman, R. (2000). Latest developments in Mid-to-Large Scale Vermicomposting. Revista Bicycle.51.
- [13] Fernández, M. (2003). Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz, Facultad de Agronomía y Forestal, Universidad Católica de Chile, p. 52.
- [14] Guijarro, R.P. y R. García (1977). Influencia de la fertilización sobre el crecimiento y desarrollo del plátano fruta. Cienc. Agric. Año IV (1), pp.11-19.
- [15] Brunet, R. (1988). Aspectos del Potasio en los suelos de Cuba.
- [16] Carrión, O. (1999). Influencia del humus de lombriz en aspersión foliar en el requerimiento agrícola de la berenjena (*Solanum melongena*. Lin.). Tesis de Maestría., Biblioteca Universidad de Granma, (UDG), MES, Cuba.
- [17] Rosales, F.E., Álvarez, J.M. y Vargas, A. (2008), Guía práctica para la producción de plátanos con altas densidades: experiencias de América Latina y el aribe.1 Ed. Bioversity intenacional, Musalac.
- [18] Gomero, L. y H. Velázquez (2011). El reciclaje de los recursos orgánicos: nivel de adopción del estiércol de lombriz. En bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos. (en línea). Perú. Disponible en: www.ciedperu.org/bae/bae_74/b_71b.htm. Consultado 12 de diciembre de 2019.
- [19] Cabrera, S.; Fernández, N.; Abreu, E.O.; Curbelo, R. y A. Bernal (2000). La ma teria orgánica y el estado energético de los vertisoles II: Incidencia en la capacidad agroproductiva del suelo. Programas y resúmenes. XII Seminario científico, noviembre 14-17. 2000. INCA. Cuba, p. 129.
- [20] Pérez Jacinto, A.O. (2014). Coherencia 1.0: Software de procesamiento. Universidad de Artemisa. Cuba.
- [21] Martínez, F. (2006). Abonos orgánicos y su contribución a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en Cuba. Revista Agricultura Orgánica, no. 2, pp. 40 – 42.

ANEXOS

Anexo 1. Guía de observación

Objetivo: Constatar el desarrollo fisiológico de las plantas de plátano “Macho $\frac{3}{4}$ ” en sistema extradenso en cada uno de los tratamientos aplicados durante el experimento en la finca “Mojanga 1”.

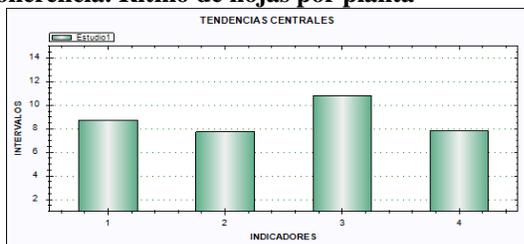
Indicadores a observar

- Coloración de las hojas (verde intenso, verde amarillento)
- Ritmo de hojas por planta (hojas/planta)
- Altura de la planta (m)
- Diámetro del pseudotallo (cm)
- Porciento de emisión de la pámpana (%)
- Rendimiento agrícola (t/ha)

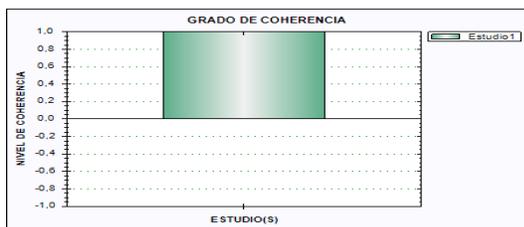
La información de cada indicador se presenta en la siguiente tabla:

Tratamientos	60 ddp	180 ddp	300 ddp	Rendimiento (t/ha)
1				
2				
3				
Testigo				

Anexo 2. Resultados del procedimiento de constatación de coherencia. Ritmo de hojas por planta

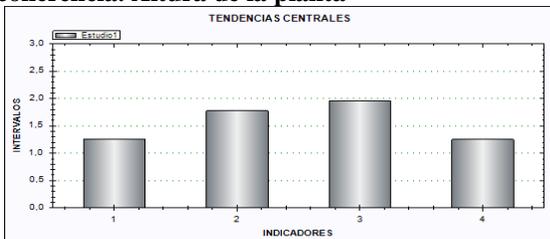


Medianas	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4
Estudio 1	8.75	7.75	10.8	7.8

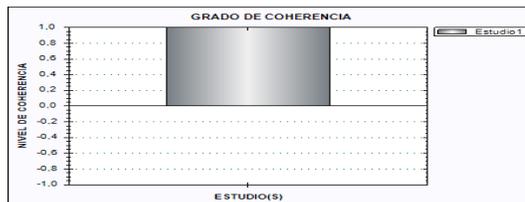


Resultado	Estudio 1
Coficiente	1
Criterio	Altamente coherente

Anexo 3. Resultados del procedimiento de constatación de coherencia. Altura de la planta

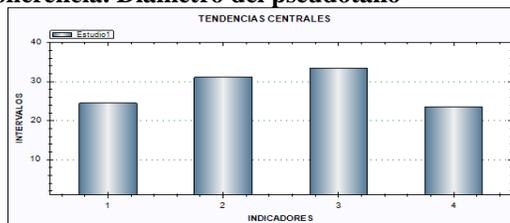


Medianas	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4
Estudio 1	1.25	1.78	1.95	1.25

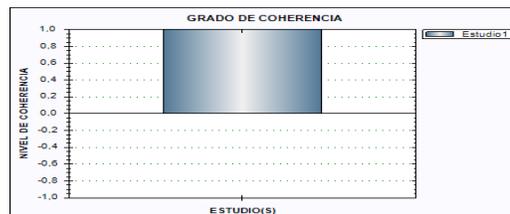


Resultado	Estudio 1
Coficiente	1
Criterio	Altamente coherente

Anexo 4. Resultados del procedimiento de constatación de coherencia. Diámetro del pseudotallo



Medianas	Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3	Indicador 4
Estudio 1	24.5	31.15	33.5	23.5



Resultado	Estudio 1
Coficiente	1
Criterio	Altamente coherente