



CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL
PACHITO GÓMEZ TORO
JATIBONICO

Trabajo de Diploma

TÍTULO: EFECTO DE TRES DOSIS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL RÁBANO (*RAPHANUS SATIVUS L.*)

Autora: Dayana Jorge Valdés

Curso 2023



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL
PACHITO GÓMEZ TORO
JATIBONICO

Trabajo de Diploma

TÍTULO: EFECTO DE TRES DOSIS DE COMPOST EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL RÁBANO (*RAPHANUS SATIVUS* L.)

Autora: Dayana Jorge Valdés

Tutor: MsC. Noel Chaviano

Curso 2023

Copyright© UNISS

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.

Comandante Manuel Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono:41-334968

PENSAMIENTO

La agricultura es una de las ciencias más complejas, más difíciles, a la vez, más fascinantes, porque comprende una serie de ciencias, porque se apoya en toda una serie de ciencias.

FIDEL CASTRO "18 de diciembre de 1966"



DEDICATORIA

Llena de regocijo, de amor y esperanza, dedico este Trabajo de Curso, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

A mi madre que, aunque no está presente físicamente, supo formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

Sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mi abuela querida, que con sus sabias palabras del día a día ilumina mi vida.

A mis tías y primas, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

A mi esposo que me ha brindado todo su apoyo incondicional en todos estos años.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se me hiciera realidad.

¡!! Gracias. ¡!!!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mucho por la ayuda de mis profesores, ya que me han enseñado que investigar es fundamental para el desarrollo de la sociedad, agradezco también al Centro Universitario "Panchito Gómez Toro" por brindarme la oportunidad de superarme, a mis compañeros de trabajo, a mis compañeros de la universidad, en general, por todo lo anterior en conjunto por todos los copiosos conocimientos que me ha otorgado.

RESUMEN

Este experimento se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis de Compost (10 t ha^{-1} , 20 t ha^{-1} y 30 t ha^{-1}), en el crecimiento y rendimiento del rábano, en el área del organopónico "El Coloso". La siembra y cosecha se realizó en el periodo de octubre y noviembre del 2023, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. Al momento de la preparación del suelo se le aplicaron las dosis. Las dimensiones de los canteros fueron de 7 m de longitud por 1 m de ancho y el marco de plantación fue de 0,10 m entre surcos y entre plantas 0,05 m para obtener un promedio de 200 plantas por metro cuadrado. Las observaciones de las variables morfológicas se realizaron sobre 20 plantas por réplicas tomadas al azar en el centro de la parcela, alcanzando un total de 60 plantas por tratamientos, el conteo de hojas se realizó a los 14 y 28 días después de la germinación. La longitud de la planta se realizó a los 32 días en el momento de la cosecha, donde se midió desde la punta de la raíz hasta el ápice de la hoja con una cinta métrica, el diámetro ecuatorial se midió con un calibrador del tipo Vernier (pie de rey) en el momento de la cosecha. Los resultados mostraron que la utilización de tres dosis fueron beneficiosas para el cultivo, pero la más productiva resultó ser la dosis de 20 t ha^{-1} , ya que tuvo efectos positivos en el incremento de la producción.

ABSTRACT

This experiment was developed with the objective of evaluating the effect of three doses of Compost (10 t ha^{-1} , 20 t ha^{-1} and 30 t ha^{-1}), on the growth and yield of radish, in the organoponic area. The Colossus." Planting and harvesting were carried out in the period of October and November 2023, a randomized block experimental design was used with four treatments and three replications. At the time of soil preparation, the doses were applied. The dimensions of the beds were 7 m long by 1 m wide and the planting frame was 0.10 m between rows and 0.05 m between plants to obtain an average of 200 plants per square meter. The observations of the morphological variables were carried out on 20 plants by replicates taken at random in the center of the plot, reaching a total of 60 plants per treatments, the leaf count was carried out at 14 and 28 days after germination. The length of the plant was measured after 32 days at the time of harvest, where it was measured from the tip of the root to the apex of the leaf with a measuring tape, the equatorial diameter was measured with a Vernier caliper (king's foot) at the time of harvest. The results showed that the use of three doses were beneficial for the crop, but the most productive turned out to be the dose of 20 t ha^{-1} since it had positive effects on increasing production.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO -----	5
1.1 Origen del cultivo -----	5
1.2 Variedades -----	5
1.3 Aspectos morfológicos de la planta. Sistema radicular -----	5
1.4 Aportes nutricionales del rábano -----	6
1.5. Importancia de la fertilización en la producción orgánica -----	7
1.6. Generalidades de los abonos orgánicos -----	8
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS -----	13
2.1. Generalidades del experimento -----	13
2.2 Diseño experimental -----	13
2.3. Determinación de las variables morfológicas y productivas -----	15
2.4. Procesamiento estadístico -----	15
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	16
3.1 Número de hojas por plantas -----	16
3.2 Diámetro del fruto -----	18
3.3 Altura total de la planta -----	19
3.4 Masa de los frutos (g) -----	19
3.5 Rendimiento agrícola (kg m ⁻²) -----	20
Conclusiones -----	21
Recomendaciones -----	22
Bibliografía -----	
Anexos -----	

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas ocupan un lugar importante dentro de la alimentación diaria de la población, forman parte fundamental de la tradición gastronómica de nuestro país, ya que poseen un alto valor nutricional. De esto surge la importancia vital de los vegetales para el hombre.

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una planta con propiedades farmacéuticas y altos contenidos de vitaminas y minerales, es un cultivo de rápido crecimiento y alta capacidad productiva, lo que está estrechamente relacionado con el genotipo y las condiciones ambientales, a su vez es un cultivo que permite un manejo intensivo y es fundamentalmente utilizado en siembras a pequeña escala (Alfonso *et al.*, 2014, p. 105-111).

El rábano es un cultivo de manejo intensivo del cual hay muy poca información sobre su crecimiento y desarrollo. Los estudios detallados del crecimiento y desarrollo de las plantas permiten cuantificar aspectos como asimilados en los diferentes órganos, duración del ciclo, definición de estados fenológicos y estados de desarrollo. Los análisis de crecimientos son esenciales para lograr una mejor comprensión de los procesos fisiológicos que definen la producción y así definir las mejores alternativas de manejo del cultivo, en aspectos relacionados con la fertilización, riego, prácticas sanitarias, podas, orientación del cultivo (Zorrilla, s.f. p.12).“El rábano es un cultivo hortícola de rápida maduración”(Laguna y Cisne, 2000 p.1).

Los fertilizantes orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; Esta clase de fertilizantes no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la textura del suelo (InfoAgro, s, f. parr. 3, 4). OPS (1999) afirma que: el compost es un material al que se llega por tecnologías de bajo costo, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural. Es un mejorador de suelos, sumamente útil en el combate a la erosión, en la mejora

de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos (Ochoa y Mendoza, 2015 p.1).

En tal sentido y dentro del actual proceso tecnológico para el cultivo, se tiene como premisa la aplicación a las plantaciones de estimulantes biológicos con capacidad suficiente de participar en los principales procesos metabólicos del mismo, entre los que se encuentran los bioestimulantes obtenidos a partir del humus de lombriz (Fernández, 2012).

La fertilización es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos, satisface los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad, la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera que pueden ser absorbidos por las plantas (Escalante et al., 2006).

Uno de los problemas del cultivo del rábano es la asimilación de los nutrientes por ser uno de los cultivos de ciclo corto (35 días), debido a que los fertilizantes químicos no se solubilizan rápidamente para que la planta absorba los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. En la actualidad, una de las técnicas más utilizadas en la horticultura para incrementar la producción de hortalizas es la utilización de los fertilizantes orgánicos. Esta consiste en utilizar los residuos orgánicos para restituir la materia orgánica del suelo y así aumentar la capacidad de retención de nutrientes.

Los abonos orgánicos que se utilizan en la actualidad son: composta, gallinaza, lombriz composta, bocashi, entre otros. Estos fertilizantes orgánicos ayudan a mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas para su óptimo crecimiento y desarrollo (Dimas, 2001)

Estudios sobre los fertilizantes orgánicos han provocado efectos consistentemente positivos sobre el crecimiento de algunas plantas. Por ejemplo, en experimento realizado en papa variedad Chaucha se demostró que la

utilización de composta permitió alcanzar mayor altura de las plantas y se obtuvo mayor producción (Paca, 2009).

La aplicación de la lombriz composta ha incrementado el crecimiento y desarrollo de las plántulas y la productividad de varios cultivos. El incremento en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas se ha atribuido a las características físicas y químicas que presenta la lombriz composta.

Rodríguez et al., (2009) al utilizar líquido de lombriz composta como fertilizante orgánico para la producción de tomate, se obtuvo que el té de composta preparado a partir de estiércol de bovino tiende a provocar efectos positivos en los indicadores de desarrollo en el cultivo de tomate.

Actualmente se han realizado estudios en el cultivo de rábano para aumentar el rendimiento, tal es el experimento realizado por (Gómez et al., 2008) donde el cultivo al ser fertilizado con abonos orgánicos (composta) presentó mayor rendimiento, altura de la planta, ancho de la hoja y diámetro del bulbo. Debido a la variación en tamaños y formas que presenta el cultivo de rábano, se busca mejorar la productividad y calidad del cultivo mediante la utilización de abonos orgánicos, ya que es una alternativa favorable que ayuda a mantener los requerimientos nutricionales de la planta sin dañar al suelo y mejora la productividad.

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de probar diferentes dosificaciones de fertilizante orgánico (compost) para que los productores puedan minimizar los costos de producción, incrementar y mantener la productividad de forma sostenible del cultivo de rábano y con ello lograr mejores beneficios económicos, teniendo en cuenta la situación actual del país con los insumos para el sector agrícola y la potencialidad del municipio de Jatibonico en la producción de compost a partir de los desechos de la industria azucarera.

En el presente trabajo, se eligió el cultivo del rábano como especie idónea para este tipo de evaluación por ser plantas de ciclo muy corto (35 días) y presentar un contacto directo entre el sustrato y la parte comestible, muy adaptada a la zona y

empleada frecuentemente por los agricultores locales en la agricultura urbana y suburbana por ser un cultivo de fácil manejo y seguimiento.

Problema Científico

¿Cómo influye la aplicación de diferentes dosis de Compost en el crecimiento y rendimiento del rábano en condiciones de organoponía?

HIPÓTESIS

La utilización de diferentes dosis de Compost podrá aumentar el crecimiento y rendimiento del rábano en condiciones de organoponía.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes dosis de Compost en el crecimiento y rendimiento del rábano en condiciones de organoponía.

Capítulo I Marco Teórico

1.1 Origen del cultivo

El origen del rábano no se ha determinado de forma concluyente; aunque parece ser que las variedades de rábanos de pequeño tamaño se originaron en la región mediterránea, mientras que los grandes rábanos pudieron originarse en Japón o China. En inscripciones encontradas en pirámides egipcias, datada 2000 años a.c ya se hacía referencia de su uso culinario (Gómez, 2011, p.5).

Del rábano se consume generalmente la raíz, aunque en países como Egipto se consumen las hojas, en la India se consumen sus vainas carnosas y en China el aceite extraído de sus semillas (Gómez, 2011, p. 5).

1.2 Variedades

Variedades de raíces pequeñas (rabanitos): menos picantes, son carnosos y crujientes, sus ciclos vegetativos aproximadamente de 3 a 5 semanas. Variedades de raíces grandes (rábanos), negro, rosado, blanco, más picantes y duros, sus ciclos vegetativos son un poco más largo (INFOAGRO, 2009, párr. 12, 13).

1.3 Aspectos morfológicos de la planta. Sistema radicular

“Es una planta de raíz pivotante que se presenta formas diversas que se insertan en la base de un tubérculo hipocotíleo comestible.”(agroes, 2015, párr. 3).

Tallo

“En la floración emite un tallo que puede alcanzar hasta 1.5m.”(agroes, 2015,párr. 3).

Hojas

“Basales, pecioladas, con unos pocos pelos hirsutos, de lámina lobulada o pinnatipartida, con 1-3 pares de segmentos laterales de borde irregularmente dentado, el segmento terminal es orbicular y más grande que los laterales”(Pincay *et al.*, 2016, p. 50).

Flores

Dispuestas sobre pedicelos delgados, ascendentes, en racimos grandes y abiertos, sépalos erguidos, pétalos casi siempre blancos, a veces rosados o amarillentos, con nervios violáceos o purpura, estambres libres, estilo delgado con un estigma ligeramente lobulado (InfoAgro, 2009, párr.5).

Fruto

Sícula de 3 a 10 cm de longitud, indehisciente, con un pico largo y esponjoso dentro de este tejido se encuentran semillas, globosas o casi globosas, rosadas o castaño claras, con un tinte amarillento, cada fruto contiene de 1 a 10 semillas incluidas en un tejido esponjoso, (Picay *et al.*, 2016, p. 50).

1.4 Aportes nutricionales del rábano

El rábano es un alimento con un bajo aporte calórico gracias a su alto contenido en agua, su principal componente son los hidratos de carbono y la fibra, contiene vitamina c y folatos, los minerales más abundantes en su composición son el potasio y el yodo además contiene cantidades significativas de calcio y fósforo (Hernández, 1987).

El rábano es rico en vitamina C es un antioxidante, inhibe las células cancerígenas, favorece la digestión de los alimentos, es rico en fibras y bajo en calorías, es un diurético y evita los cólicos del riñón, ayuda a cicatrizar heridas y es un alimento usado comúnmente en las ensaladas durante las comidas (Hernández, 1987).

En el Cuadro 1, se observa el valor nutricional del rábano en 100 g de materia fresca.

Valor nutricional del rábano en100g de materia fresca (UI)	
Glúcidos(g)	2.42
Prótidos(g)	0.86
Vitamina A(U.I)	30
Vitamina B1 (mg)	30
Vitamina B2 (mg)	20
Vitamina C (mg)	24
Calcio (mg)	37
Fósforo(mg)	31
Hierro(mg)	1

Fertilización

La fertilización es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos, satisface los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad, la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera que pueden ser absorbidos por las plantas (Escalante y Linzaga. 2006, p. 3).

1.5. Importancia de la fertilización en la producción orgánica

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes, la constituye el empleo de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros) u órgano-minerales, que presentan parte del N en formas orgánicas, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas (Lamsfus *et al.*, 2003). En este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales (Soto, 2006).

En los últimos 40 años, los productores redujeron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (López *et al.*, 2001).

No obstante, el costo de los fertilizantes minerales obliga a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo de la nutrición vegetal; dentro de los más destacados y de mayor acceso para los agricultores, está el reciclado de nutrimentos a partir de fuentes como el compostaje, el uso de estiércol de origen animal y otras fuentes propias de los sistemas productivos como la pulpa de café y los residuos de cosecha, que se constituyen en las materias primas del proceso (Sánchez *et al.*, 2011).

Es importante mencionar que los residuos de cosecha, son una de las fuentes más importantes para su uso en el compostaje, debido a los volúmenes de producción que se generan. También, estos cuentan con un alto contenido en materia orgánica

con una elevada relación C/N, lo que facilita su uso en el proceso, su fracción mineral varía dependiendo del órgano o fracción de que se trate. Otro aspecto importante del compostaje (Sánchez *et al.*, 2011).

1.6. Generalidades de los abonos orgánicos

La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas (Soto, 2008). Resulta importante incrementar la eficiencia de utilización de los fertilizantes para evitar la degradación ambiental. Para ello, es necesario implementar tecnologías que permitan la aplicación de estos en el sitio y cultivo específico con el fin de cumplir la demanda del mismo (Delgado y Salas, 2006). En este sentido, se ha señalado que el uso eficiente de nutrimentos es un aspecto relevante, debido al incremento en los costos y el impacto ambiental asociado con su uso inapropiado (Espinosa y Mite, 2002).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina *et al.*, 2010).

El abono orgánico es 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 nutrimentos 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 (Libreros, 2012).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Cegarra *et al.*, 1993). Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH

(Ouédraogo *et al.*, 2001, Courtney y Mullen, 2008), también aumentan el potasio disponible (Erhart y Hartl, 2003), y el calcio y el magnesio (Jakobsen, 2010). En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Andrea, 2004).

Al cuantificar las tasas de mineralización del nitrógeno y carbono de enmendantes orgánicos que diferían en sus relaciones C/N, para entender su influencia sobre el ciclo del N, determinaron que estas fueron generalmente más altas en los suelos enmendados que en el suelo control (sin enmendante) y que todos los abonos liberaron suficiente N para garantizar una reducción en la aplicación de las dosis de este elemento (Flavel y Murphy, 2006).

Estos mismos autores en un experimento de campo, conducido durante siete años continuos para evaluar la influencia de la aplicación combinada de fertilizantes y abonos orgánicos en el aumento de la fertilidad del suelo y el consumo de nutrimentos, usando la menta (*Mentha arvensis*) y la mostaza (*Brassica juncea*) en secuencias de cultivo, se concluyó que todos los tratamientos combinados (orgánicos más inorgánicos), mostraron un balance positivo en la disponibilidad de N, P y K en el suelo y que el sistema de cultivo menta-mostaza integrado, suple de nutrimentos a las plantas, lo que juega un papel significativo en la sostenibilidad de la fertilidad del suelo y productividad de los cultivos.

Además, se ha demostrado que la combinación de los estiércoles orgánicos con fertilización inorgánica (N, P, K) en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*), mejora la materia seca, contenido del aceite y el rendimiento. Además, se resalta que el contenido de carbono orgánico y la disponibilidad del nitrógeno fueron más altos en poscosecha en aquellos suelos que recibieron solo residuos orgánicos o la combinación con fertilizantes inorgánicos (Anwar *et al.*, 2005).

Los abonos orgánicos pueden dividirse en dependencia de la fuente de nutrimentos, el grado de procesamiento, y su estado físico (sólido o líquido) (Soto, 2003). El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el

entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica (Alfonso, 2010). Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. El compost tiene su origen en residuos vegetales y animales (Paneque y Calaña, 2004).

Para alcanzar todos los beneficios que del uso agrícola de los residuos se pueden alcanzar es necesario conocer sus características y establecer normas de manejo científicamente fundamentadas, pues su uso indiscriminado puede acarrear serios males, ya que los residuos orgánicos son de muy variados orígenes y composición, pudiendo existir en determinados casos metales tóxicos los cuales deben ser evaluados antes de la aplicación (Coa *et al.*, 2014).

Este mismo autor plantea que la fertilización orgánica también tiene una influencia marcada sobre la asimilabilidad del fósforo del suelo no depende solamente del contenido que ellos posean de ese nutrimento y de su relación C/P, pues estos tienen efectos adicionales sobre la asimilabilidad del fósforo en el suelo como son la solubilización de los fosfatos cálcicos por los ácidos producidos durante su descomposición, el reemplazamiento de los fosfatos retenidos a las cargas positivas de materiales fijadores del suelo por los aniones orgánicos formados durante la descomposición de la materia orgánica, con lo cual no solo aumenta la asimilabilidad del fósforo nativo del suelo, sino que se bloquean los puntos de fijación del fósforo y queda un mayor por ciento del fertilizante fosfórico aplicado disponible para las plantas.

Actualmente en el mundo se desarrolla técnicas denominadas agricultura orgánica, agricultura de precisión principal, la utilización máxima de los recursos renovables y reducir o evitar el uso de productos químicos, además de caro, pueden contaminar el entorno y afectar directamente la salud humana y animal, en ese contexto autores como (Altieri, 1994), consideran que la combinación armónica y racional de las sustancias orgánicas junto a fertilizante químico, presentan hoy la única solución realista para el aumento de los rendimientos, de la fertilidad del suelo y para evitar la contaminación del medio ambiente

El empleo de la cachaza como abono orgánico es prácticamente usual en muchos países, ya que además de mejorar las condiciones físicas microbiológicas del suelo, suministra nutrientes al mismo (Caballero *et al.*, 2014; Valor y Sánchez, 2015).

La cachaza está formada por un conjunto de sólidos que sedimentan durante la clarificación del guarapo y que incluyen: fibra, cera, grasa, materia terrosa, azúcares, fosfatos de calcio y compuestos nitrogenados. En su composición elemental se presentan una gran variedad de nutrimentos requeridos por el cultivo y que abarca tanto macro como microelementos. Dentro de los macroelementos primarios predomina el fósforo y nitrógeno con respecto al potasio. Tradicionalmente en las plantaciones de la caña de azúcar, la cachaza ha sido incorporada antes de la plantación con toda la capa arable del suelo requiriéndose cuando se emplea ese procedimiento de aplicar elevadas dosis para alcanzar elevados rendimientos, es por ello que, con el propósito de disminuir los elevados gastos de transportación y aplicación que esto ocasiona se ha introducido en la agricultura un método de aplicación que ha sido denominado (localizado) y que consiste en tapar los esquejes de caña una vez colocados en el surco con la propia cachaza (Valor y Sánchez, 2015).

La cachaza final que genera la industria azucarera contiene 30 % de fibra, de 10 a 15 % de materia terrosa, de 10 a 20 % de grasa, de 6 a 12 % de sustancias nitrogenadas, de 8 a 16 % de sustancias azucaradas (sacarosa y reductores) y de 10 a 15 % de fosfatos de calcio (Caballero *et al.*, 2014; Valor y Sánchez, 2015).

La cachaza provoca una mejora notable en el estado estructural del suelo, lo cual se traduce en un aumento de la permeabilidad, el factor de estructura, el límite inferior de plasticidad, el porcentaje de agregados estables y la estabilidad estructural (González *et al.*, 2014; Ramos y Terry, 2014).

El humus de lombriz o Vermicompost tiene un aspecto similar a la tierra, suave, ligero e inodoro, tiene altos contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y microelementos en cantidades al menos cinco veces superiores a las de un buen terreno fértil. Como abono orgánico tiene un alto valor nutritivo, pero lo más importante es la alta disponibilidad de los nutrientes para las plantas. En el humus

también encontramos enzimas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, que permiten mejorar la estructura del suelo, debido a que actúan como cementantes de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares uniformes que permiten un óptimo desarrollo radical, mejora el intercambio gaseoso, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ello la disponibilidad de nutrientes en formas asimilables, estimulando así el crecimiento vegetal. Su adecuada relación carbono/nitrógeno lo diferencia de la mayoría de los abonos orgánicos, permitiendo una mejor disponibilidad de nitrógeno para la planta, reduciendo también su lixiviación (Borges *et al.*, 2014).

El Compost: es el proceso de transformación de los residuos orgánicos, en abonos, este proceso natural de descomposición, desde el punto de vista ecológico e industrial, la principal ventaja que presenta es, que permite eliminar y reciclar de una forma segura muchos tipos de residuos orgánicos biodegradables en insumos para la producción agrícola. Permite dar un segundo uso a la materia orgánica, recuperándola y reciclándola. (municipalidad general de pueyrreton, 2020 párr. 2).

Una de las desventajas del compostaje se trata de un proceso para el cual falta una cierta inversión, ya que se necesitan una serie de equipos y algunos casos cierto tipo de instalaciones adecuadas para su proceso. Se requieren cantidades mayores de compost a aplicar en los cultivos que las que habría que aplicar cuando se utilizan fertilizantes sintéticos, ya que los nutrientes presentes en el compost se encuentran en formas muy complejas y tardan más tiempo en ser asimilados por las plantas. (Álvaro, 2019, pag.1)

Capítulo II Materiales y Métodos

2.1. Condiciones de cultivos y material vegetal

La investigación se realizó de entre octubre y noviembre de 2023, en el organopónico “El Coloso” perteneciente a la Agricultura Urbana de Jatibonico, provincia Sancti Spíritus, Cuba.

Las semillas de rábano rojo, fueron compradas en la Tienda del Agricultor del municipio de Jatibonico. Estas semillas ostentan la categoría de certificada con un 95% de germinación.

La siembra de las semillas de rábano se realizó de forma manual y directa el 24 de octubre de 2023 a la distancia de 0,10 m entre surcos y 0,05 cm entre plantas, para obtener alrededor de 200 plantas por m². Se utilizaron canteros en base de suelo con dimensiones de 7 m² (7 m de longitud por 1 m de ancho), utilizándose tres canteros.

2.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas (Esquema 1). Los tratamientos consistieron en cuatro tratamientos con compuestos dosis de compost: control (sin compost), 10, 20 y 30 t ha⁻¹. El área de las parcelas fue de un área de 1m², y el área útil de la parcela fue de 0,64 m².

Esquema 1. Diseño experimental.

R-I	C		B		A		D
R-II	A		D		C		B
R-III	B		C		D		A

Dónde:

- A. Se aplicó compost a razón de 10 t/ha⁻¹. 1 kg/m²
- B. Se aplicó compost a razón de 20 t/ha⁻¹.
- C. Se aplicó compost a razón de 30 t/ha⁻¹.
- D. Control no se le aplicó ningún tipo de fertilizante.

2.3 Composición y aplicación del Compost

El compost utilizado para el desarrollo del experimento se conformó con un 80% de cachaza, un 15% de bagazo y un 5% de ceniza de central. Este abono orgánico se elaboró en el banco de compost del Municipio de Jatibonico.

Las dosis de Compost aplicadas se establecieron de acuerdo con las normas establecidas para la Agricultura Urbana (para los canteros a base de suelo), así como la preparación de suelo, el riego y otras labores culturales (Rodríguez, 2003).

2.4. Determinación de las variables morfológicas y productivas

2.4.1. Parámetros morfológicos

Las observaciones de las variables morfológicas se realizaron sobre 20 plantas por replicas tomadas al azar en centro de la parcela, alcanzado un total de 60 plantas por tratamientos. Las observaciones comenzaron a los 14 días después de la germinación y concluyeron a los 32 días con la cosecha y el procedimiento específico de cada uno de los aspectos evaluados se describe a continuación:

Número de hojas (No.): Durante los muestreos, se realizó un conteo de todas las hojas en las diferentes plantas observadas a los 14 y 28 días después de la germinación.

Diámetro del fruto (rábano) (mm): se realizó con un calibrador del tipo Vernier (pie de rey) en el momento de la cosecha a los 32 días.

Longitud de las plantas (cm): se realizó a los 32 después de la germinación, en el momento de la cosecha y se midió desde la raíz hasta el ápice con una cinta métrica.

2.4.2. Parámetros productivos

La cosecha se realizó el 25 de noviembre de 2023 de forma manual a los 32 después de la emergencia y se determinaron los siguientes parámetros productivos en 20 plantas por tratamiento:

Masa fresca de los frutos (g)

Luego se procedió a determinar la masa fresca de los frutos, para ello se utilizó una balanza del tipo digital marca Sartorius modelo BS 124S con precisión de 0,01 g.

Rendimiento agrícola (kg m^{-2}): el rendimiento se determinó por el método indirecto según (Fuentes, 1999).

2.5. Procesamiento estadístico

Los datos obtenidos de los parámetros morfológicos y productivos, fueron sometidos a los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (Levene), respectivamente. Después de comprobados los supuestos anteriores, se procedió con un análisis de varianza (ANOVA) y cuando la prueba de Fisher (F) fue significativa, las medias fueron comparadas a través de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con un 5% de probabilidad de error. Todos los análisis y comparaciones estadísticas se realizaron en el software IBM SPSS Statistics v.19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.).

Capítulo III. Resultados y discusión

3.1 Número de hojas por planta

La comparación de las medias mostró efectos significativos ($p < 0,001$) entre las dosis de compost en el número de hojas por plantas (NHP) a los 14 días después de la germinación. El NHP mostró un efecto lineal creciente con el aumento de las dosis de compost (Figura 1). El NHP exhibió efectos similares en los tratamientos de 20 y 30 t ha⁻¹ de compost y fueron significativamente superiores en 19 y 10%, comparadas con el tratamiento control y la dosis de 10 t ha⁻¹, respectivamente; sin embargo, el tratamiento de 10 t ha⁻¹, mostró un incremento significativo en el NHP (10%) en comparación con el tratamiento control (Figura 1).

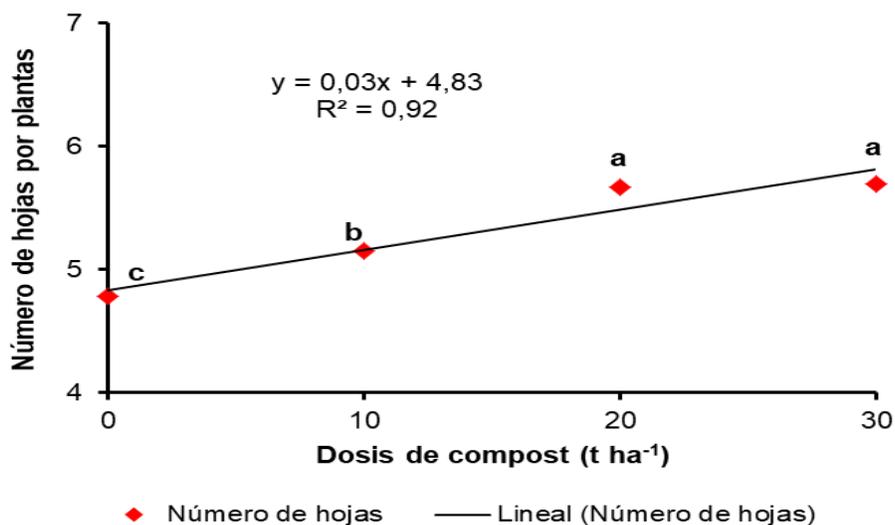


Figura 1. Efecto de las dosis de compost en el número de hojas por plantas en el cultivo del rábano a los 14 días después de la germinación. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

A los 28 días después de la germinación el número de hojas por planta mostró efectos significativos ($p < 0,001$) en las dosis de compost (Figura 2). El cual reveló un efecto lineal creciente con el aumento de las dosis de compost y los tratamientos de 20 y 30 t ha⁻¹ de compost mostraron efectos similares entre ellos y fueron superiores en 15 y 9%, en comparación con el tratamiento control y el tratamiento con 10 t ha⁻¹,

respectivamente; sin embargo, en este último tratamiento al mismo tiempo mostró incrementos en el número de hojas por planta de un 8% comparado con el tratamiento control (Figura 2).

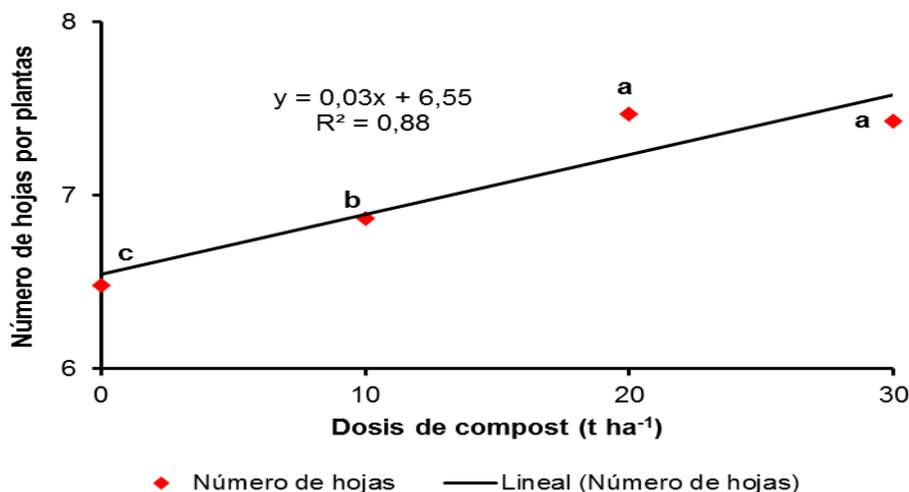


Figura 2. Efecto de las dosis de compost en el número de hojas por plantas en el cultivo del rábano a los 28 días. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En sentido general, las dosis de 20 y 30 t ha⁻¹ de compost mostraron efectos similares entre ellas y fueron superiores a la dosis de 10 t ha⁻¹, en el número de hojas por planta y a la vez, todos son superiores al tratamiento control. Son varios los resultados que muestran un efecto positivo del compost, con respecto al estímulo en el crecimiento de las plantas (Carabassa et al., 2020; Melikoglu, 2020; Soliman & Hamed, 2019). Igualmente, se han obtenido resultados satisfactorios sobre el crecimiento del rábano con la fertilización orgánica con compost (Bonilla & Rojas, 2021; Velecela et al., 2019). Un mayor número de hojas incrementa el área fotosintética y, por tanto, mayor elaboración de nutrimentos y de materia seca acumulada (Calero Hurtado et al., 2019).

Diferentes trabajos desarrollados a partir de la fertilización orgánica con compost, coinciden en conferirles a estos productos una gran importancia al ser capaces de influir sobre diferentes procesos fisiológicos que ocurren en el vegetal y hacen que sean estimulados el crecimiento y desarrollo de las plantas (Blouin et al., 2019;

Soliman & Hamed, 2019). Las influencias beneficiosas del compost sobre el desarrollo de las plantas pueden deberse a la incorporación de nutrientes y sustancias bioestimulantes, que favorecen la división celular y otros procesos metabólicos que promocionan el crecimiento de las ramas y estructura de la planta (Nobile et al., 2021; Peña et al., 2018; Roy et al., 2019). Un mayor número de hojas debe significar mayor desarrollo aéreo, lo permite una mejor tasa fotosintética, lo que implica que más fotoasimilatos se transloquen a órganos en crecimiento o de reserva en las siguientes etapas de desarrollo (Bonilla & Rojas, 2021; Velecela et al., 2019). Por lo tanto, los resultados de estudio indican que el desarrollo de la parte aérea del rábano es favorecido por la dosis de 20 t ha⁻¹ de compost.

3.2 Diámetro del fruto

El diámetro del fruto (DF) mostró efectos significativos ($p < 0,001$) entre las dosis de compost estudiadas (Figura 3). El DF mostró un efecto cuadrático creciente con el aumento de las dosis de compost (Figura 3). La dosis de 20 t ha⁻¹ de compost mostró los mayores DF ($p < 0,001$) en relación a los demás tratamientos evaluados, con incrementos de 22%, 8% y 12 % comparado con los tratamientos Control, 10 y 30 t ha⁻¹, respectivamente. Sin embargo, el tratamiento con 30 t ha⁻¹ fue significativamente superior en 17% y 8% respecto a los tratamientos Control y 10 t ha⁻¹, pero este último tratamiento mostró un incremento en el DF de 9% en comparación al tratamiento control (Figura 3).

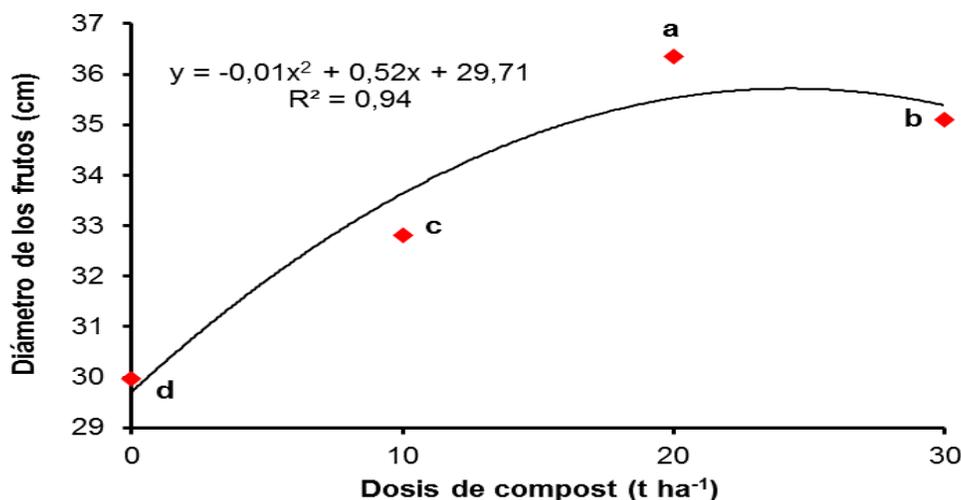


Figura 3. Efecto de las dosis de compost en el diámetro de los frutos en el cultivo del rábano a los 32 después de la germinación. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

3.3 Longitud de las plantas

La longitud de las plantas (LP) mostró en efecto cuadrático positivo con el aumento de las dosis de compost (Figura 4). La (LP) el tratamiento con 20 t ha⁻¹ de compost fue significativamente ($p < 0,001$) superior en 9, 13 y 33% en comparación con los tratamientos de 30 t ha⁻¹, 10 t ha⁻¹ y el control, respectivamente. Sin embargo, el tratamiento con 30 t ha⁻¹ de compost incrementó la (LP) en 23 % y 9% comparado con el tratamiento control y la dosis de 10 t ha⁻¹, pero a la misma vez, la fertilización con 10 t ha⁻¹ de compost mostró aumentos en la (LP) de 18% respecto al tratamiento control ($p < 0,001$) (Figura 4).

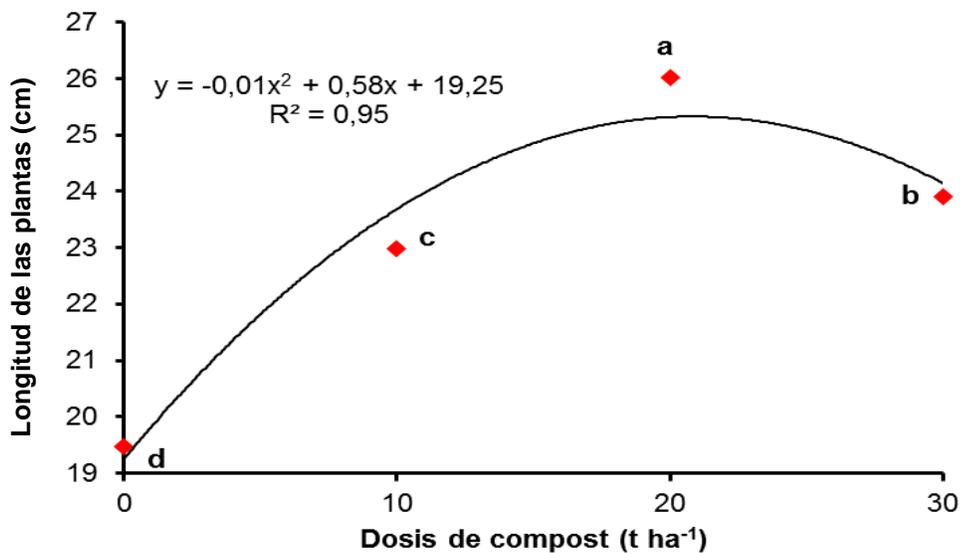


Figura 4. Efecto de las dosis de compost en longitud de los frutos en el cultivo del rábano a los 32 después de la germinación. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

3.4 Masa de los frutos (g)

La masa de los frutos (MF) mostró en efecto lineal creciente con el aumento de las dosis de compost (Figura 5). La MF mostró efectos similares en los tratamientos con 20 y 30 t ha⁻¹, pero fueron significativamente ($p < 0,0001$) superiores en 129% y 58%

comparado con el tratamiento control y la dosis 10 t ha⁻¹ de compost; pero este último tratamiento, al mismo tiempo mostró incrementos en la MF de 60% respecto al tratamiento control (p<0,001) Figura 5).

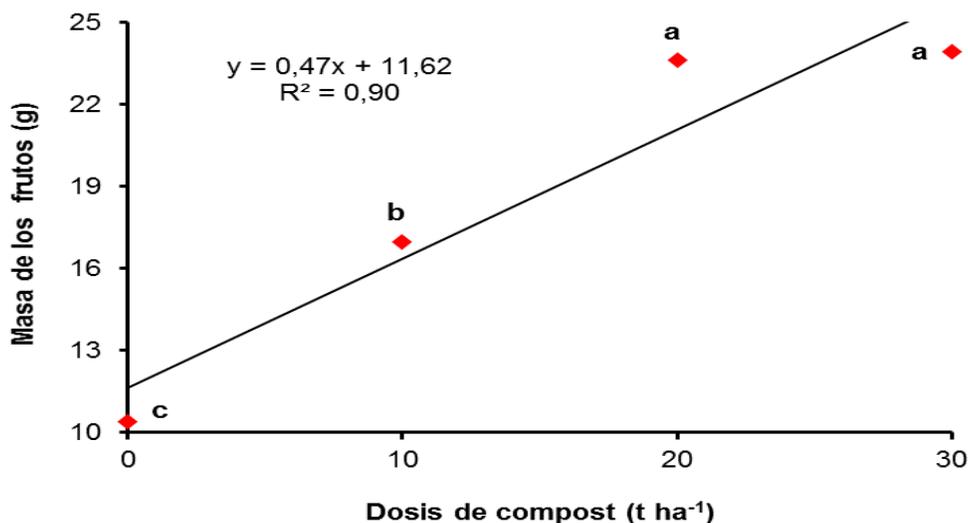


Figura 5. Efecto de las dosis de compost en la masa de los frutos de rábano a los 32 después de la germinación. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey (p<0,05).

3.5 Rendimiento agrícola (kg m⁻²)

El rendimiento mostró un efecto lineal creciente con el aumento de las dosis de compost (Figura 5). Los tratamientos con 20 y 30 t ha⁻¹ de compost mostraron efectos similares en el rendimiento y fueron significativamente (p<0,0001) superiores en 128% y 46% comparado con el tratamiento Control y 10 t ha⁻¹ de compost, respectivamente, no obstante, la adición de 10 t ha⁻¹ de compost incrementó el rendimiento en 56% en comparación con el tratamiento control (p<0,0001) (Figura 5).

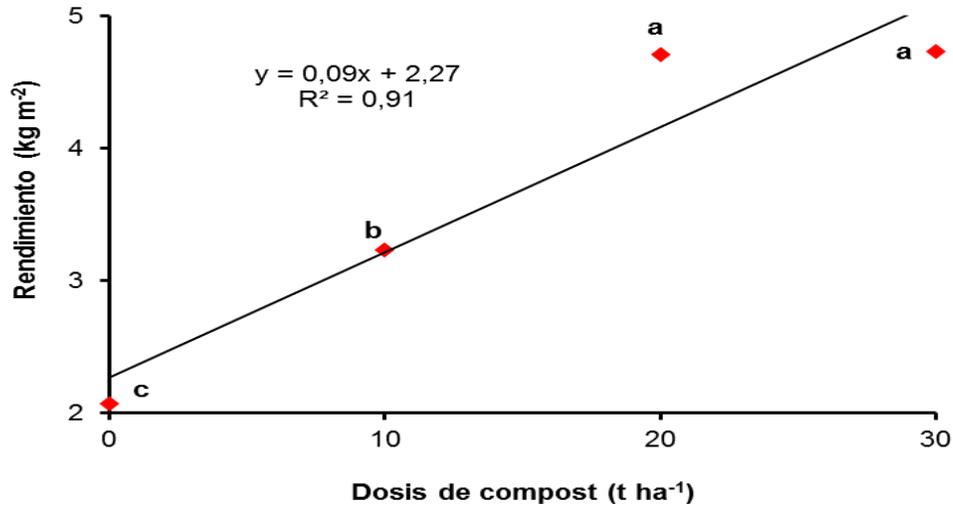


Figura 6. Efecto de las dosis de compost en el rendimiento del cultivo del rábano a los 32 después de la germinación. Letras iguales no indican diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Los resultados de este estudio indican que la adición de compost favorece la productividad de las plantas de rábano, pero la fertilización con 20 t ha^{-1} de compost se obtuvieron mayores rendimientos, probablemente porque en esta dosis de compost se lograron los mayores promedios de NH (Figuras 1 y 2) y DF, LF y MF (Figuras 3, 4 y 5). Los efectos beneficiosos de la fertilización con compost en el aumento de la productividad del rábano fueron demostrados anteriormente y concuerdan que la adición de vermicompost es una estrategia eficiente, económica y amigable con el medio ambiente (Bonilla & Rojas, 2021; Velecela et al., 2019). Por otra parte, estudios en rábano han reportado que los incrementos en el área foliar ayudaron a incrementar el rendimiento por planta (Calero Hurtado et al., 2019).

Estos incrementos en los parámetros productivos pueden estar debido a una mejor nutrición de la plantas por la introducción de sustancias y nutrientes presentes en el compost (Rekha et al., 2018). Además, la incorporación de microorganismos que crecen en el compost, pueden facilitar el biocontrol de patógenos y la disponibilidad de nutrientes, con el consecuente aumento de la productividad del cultivo (Blouin et al., 2019). Al mismo tiempo, estos resultados son consistentes con los hallazgos reportados anteriormente en plantas de rábano con la fertilización con compost (Sandrakirana & Arifin, 2021; Soliman & Hamed, 2019)

Conclusiones

En la investigación realizada con la aplicación de diferentes dosis de compost (10 t/ha⁻¹, 20 t/ha⁻¹ 30 t/ha⁻¹) en la respuesta agroproductiva del cultivo del rábano en condiciones de organoponía, se pudo observar según los resultados obtenidos que la dosis con resultados más favorables es la de 20 t/ha⁻¹

Recomendaciones

Continuar el estudio de este fertilizante orgánico en el cultivo del rábano y utilizar otros cultivares para comprobar el efecto estimulante del mismo en otras hortalizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREA, B. Manejo ecológico del suelo. Ed, RAPAL, Dominicana, 2004, no. 1, 27
- AGROES. Rábano, taxonomía y descripción botánica, morfológica y ciclos biológicos, 2015. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/rábano/428-rabano-descripcion-morfologica-y-ciclo>
- ALFONSOL, J. Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (*Jatropha cuecas*). Ed, Honduras: FHIA, 2010, 25 p.
- ALFONSO, E., RUIZ, J., TEJEDA, T., Y ESCOBAR, I. Efectividad agrobiológica del producto bioactivo pectimorf en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.). *La Calera*. (2014). 35 (2), 105-111. <http://cenida.una.edu.ni./ppperiodicas/pph193230070013.pdf>
- ALTIERI, M. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura técnica*, 1994, vol. 54, no 4, p. 371-386.
- ANWAR, M., PATRA, D., CHAND, S., KUMAR ALPESH, A. y NAQVI, K. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of french basil. *Soil Science and Plant Analysis*, 2005, vol. 36, p. 1737-1746.
- BLOUIN, M., BARRERE, J., MEYER, N., LARTIGUE, S., BAROT, S., & MATHIEU, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x>
- BONILLA, L. C., & ROJAS, J. J. V. (2021). Evaluación de dos variedades de rábano (*Raphanus sativus* L.) cv. Crimson giant y cv. Champion INIAF con y sin aplicación de lixiviado de humus de lombriz en la localidad de Sapecho, Palos Blancos: Lody Condori Bonilla, Juan José Vicente Rojas. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 5(1), 24–29. <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/48>

- BORGES, J. A., BARRIOS, M., CHÁVEZ, A. y AVENDAÑO, R. Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro*, 2014, vol. 26, no 3, p. 159-164.
- CABALLERO, J. M., TEJERA, R. L., CABALLERO, A., RUBIO, C., GONZÁLEZ-WELLER, D., GUTIÉRREZ, A. J. y HARDISSON, A. Composición mineral de los distintos tipos de gofio canario: factores que afectan a la presencia de Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Cu y Zn. *Nutrición Hospitalaria*, 2014, vol. 29, no 3, p. 687-694.
- CALERO HURTADO, A., PÉREZ, Y., PEÑA, K., QUINTERO, E., & OLIVERA, D. Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). *Revista de La Facultad de Agronomía(LUZ)*, (2019), 36(1), 54–73. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27403/28154>
- CARABASSA, V., DOMENE, X., & ALCAÑIZ, J. M.. Soil restoration using compost-like-outputs and digestates from non-source-separated urban waste as organic amendments: Limitations and opportunities. *Journal of Environmental Management*, 255, 109909, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109909>
- CEGARRA, J. A., ROIG, A. F., NAVARRO, M. P., BERNAL, M., ABAD, M., CLIMENT, D. y ARAGÓN, P. Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos. En: Memorias Jornadas de Recogidas Selectivas en Origen y Reciclaje. Córdoba, España: Ed Mundi – Prensa, 1993, pp. 46-55.
- COA, M., MENDEZ, J. R., SILVA, R. y MUNDARAIN, S. Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arábica* L.) var. Catuaí Rojo. *Idesia (Arica)*, 2014, vol. 32, no 1, p. 43-53.

- DELGADO, R. y SALAS, A. M. Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 2006, vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X.
- ERHART, E. y HARTL, W. Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal Of Soil Biology*, 2003, vol. 39, no. 3, pp. 149-156. ISSN 1164-5563.
- ESCALANTE, E., Y LINZAGA, E. Cálculo de fertilizantes para elaborar mezclas físicas. *Revista alternativa*, 2006, 3 (10), 5-15. <https://docs/calculodefertilizantes/p38xkfbzby>
- ESPINOZA, J. y MITE, F. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Revista Informaciones Agronómicas*, 2002, vol. 48, pp. 4-9.
- FLAVEL, T. C. y MURPHY, D. V. Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *Journal of Environmental Quality*, 2006, vol. 35, no. 1, pp. 183-194. ISSN 1537-2537.
- FUENTES, F. E.; ABREU, E. E., FERNÁNDEZ, E. y CASTELLANOS, M. Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 1999. 225 pp.
- GÓMEZ PÉREZ, L. *Evaluación del cultivo de rábano bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica* [tesis de pregrado, universidad autónoma agraria Antonio Navarro] Repositorio institucional UAAA, 2011. <http://repositorio.uaaan.edu.ni/tesis/tnf18925.pdf>
- GONZÁLEZ, G. Evaluación del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L) variedad Mickey lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes Kc y Ky, bajo riego. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. CENIDA, 2009. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01g643s.pdf>
- GONZÁLEZ, R., GONZÁLEZ, G., ACEVEDO, I., GONZÁLEZ, M. E. y CONTRERAS, J. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annum*

L.) con sustrato a base de cachaza compostada. *Revista de la Facultad. Agronomía*, 2014, no 1, p. 182-190.

GUTIÉRREZ, R. J. A Y BLANDÓN, O. D. *Evaluación del efecto del uso de abonos orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo en el cultivo de Tonkua (Benincasahispida, Thub), UNA, Mangua, Nicaragua, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4250/1/tnf04g984e.pdf>

HERNÁNDEZ, M. BOURGES, H. *Valor nutritivo de los alimentos mexicanos, tabla de uso prácticos*. En el D.F, México. Instituto nacional de la nutrición, 1987, 10^a edición. P. 35. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimntos.pdf>

InfoAgro (Información de la Agricultura) sin fecha. *Abonos orgánicos* https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp

InfoAgro (Información de la Agricultura). El cultivo del rábano (en línea). 2009. <http://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.asp>

InfoAgro. *Los fertilizantes inorgánicos son perjudiciales*, (2012, noviembre 19). https://www.infoagro.com/noticias/2012/los_fertilizantes_inorganicos_son_perjudiciales.asp

JAKOBSEN, S. T. Leaching of nutrients from pots with and without applied compost. *Resources Conservation Recycle*, 2010, vol.18, pp. 1-11. ISSN 0921-3449.

LAGUNA MIRANDA, R., Y CISNE CONTRERAS, J. Efecto de biofertilizante (em-boskashi) sobre el crecimiento y rendimiento de rábano (*Raphanussativus*). *La Calera*, 2001, 1(1), 26 - 29. <https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/4>

LAMSFUS, C., LASA, B. APARICIO, P. M. Y IRIGOYEN, I. Implicaciones ecofisiológicas y agronómicas de la nutrición nitrogenada: la ecofisiología

vegetal: Una Ciencia De Síntesis.1ra ed. España: Paraninfo, 2003, p. 361-386. ISBN 84-9732-267-3.

LIBREROS, S. La caña de azúcar fuente de energía: compostaje de residuos industriales en Colombia. *Técnicaña*, 2012, vol. 28, pp. 13-14. ISSN 0123-0409.

LÓPEZ, M., DÍAZ, D., MARTÍNEZ, R. y VALDEZ, R. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. *Terra Latinoamérica*, 2001, vol. 19, pp. 293-299. ISSN 0187-5779.

MÁRMOL, R. J. *La poda en hortalizas en invernadero (calabacín, melón, pepino y sandía)*. Ministerio de agricultura y pesca,1993, 1 ed.

MEDINA, L., MONSALVE, Ó. y FORERO, A. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas*, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 109-125. ISSN 2011-2173.

MELIKOGLU, M. Reutilisation of food wastes for generating fuels and value added products: A global review. *Environmental Technology and Innovation*, (2020), 9, 101040. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101040>

MILIAN, P; GONZÁLEZ J; CUELLAR E, RIVERO C, FRESNEDA C; y TERRERO W. Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en aguada de pasajeros. *Agroecosistemas*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 327- 336.

MUNICIPALIDAD DE GENERAL PUEYRREDON MGP,). *Que es el compost*, 2020, <https://www.mardelplata.gob.ar/emsur/compost>

NOBILE, F. O., CALERO HURTADO, A., PRADO, R. DE M., SOUZA, H. A. DE, ANUNCIAÇÃO, M. G., PALARETTI, L. F., & NOCITI DEZEM, L. A. S. (2021). A Novel Technology for Processing Urban Waste Compost as a Fast - Releasing Nitrogen Source to Improve Soil Properties and Broccoli and Lettuce Production. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 6191–6203. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01415-z>

NUEVO CARNIC. (s.f). *Abono orgánico*.
<http://guiagronicaragua.com/retailers/nuevo-carnic-abono-organico/>

OCHOA, G. D. Y MENDOZA, R. J. C. *Evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L) en época seca en la finca experimental Las Mercedes, Managua, Nicaragua, 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3196>

OUÉDRAOGO, E., MANDO, A. y ZOMBRÉ, N. P. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment.*, 2001, vol. 84, no. 3, pp. 259-266. ISSN 0167-8809.

PANEQUE, V. y CALAÑA, J. M. *Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación*. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Cuba, 2004, 39 p.

PEÑA, K., CARLOS RODRÍGUEZ, J., LEÓN, N., VALLE, C. D., & CRISTO, M.. Efecto de un promotor del crecimiento en características morfofisiológicas y productivas del rábano (*Raphanus sativus L.*). *Avances En Investigación Agropecuaria*, 22(1), 2018, 29–45.

PINCAY JIMÉNEZ, J., PÉREZ, J., Y BAJAÑA, A. *Producción del cultivo de rábano (Raphanus sativus. L)*, 2016. <https://www.aea-publishing.com/>

RAMÍREZ PISCO, R., Y PÉREZ ARENAS, M. Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus L.*). *revista UNAL*, 2006, 2 (8),1012.
<http://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/24350/24958>

REKHA, G. S., KALEENA, P. K., ELUMALAI, D., SRIKUMARAN, M. P., & MAHESWARI, V. N. (2018). Effects of vermicompost and plant growth enhancers on the exo-morphological features of *Capsicum annum* (Linn.) Hepper. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*,

7(1), 83–88. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0191-5>

RODRÍGUEZ, N. A. La huerta organopónica cubana. *Manual de Agricultura Orgánica Sostenible. FAO-INIFAT (Agrinfor). La Habana, 2003, p. 63-70.*

ROSA PASASIN, A , SEGOVIA MOLINA, J, CALLEJAS, I, RODRÍGUEZ, J, Y AYALA MORAN, J. *Guía de procedimientos para el análisis económico en la investigación agropecuaria,* 2018. <http://centa.gob.sv/docs/socioeconomia/GUIA%20DE%20ANALISIS%20ECONOMICOS%202018.pdf>

ROY, T. K., SAROAR, M. M., & HAQUE, S. M. Use of Co-compost from faecal sludge and Municipal organic waste in urban green space plantation of Khulna City: prospects and problems. In S. Ghosh (Ed.), *Waste Valorisation and Recycling* (1st ed., pp. 179–191). Springer Singapore, 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2784-1_17

RUIZ, G. D. M. B., & MORRISON, T. H.. *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (Zea mays L.) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. 2007 – 2008* [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA, 2009, <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01b647.pdf>

SÁNCHEZ, S., HERNÁNDEZ, M. y RUZ, F. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, 2011, vol. 34, no 4, p. 375-392.

SANDRAKIRANA, R., & ARIFIN, Z. Effect of organic and chemical fertilizers on the growth and production of soybean (Glycine max) in dry land. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9643–9653. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90967>,(2021).

SOLIMAN, M., & HAMED, L. Application of bio-stimulants in comparison with organic and mineral n fertilizers for growth promotion of spinach and common bean grown on sandy soil. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2019, 10(1), 79–85.

<https://doi.org/10.21608/jssae.2019.36666>

SOTO, G. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. en: abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. San José, Costa Rica. CIA. 2003, pp. 21-51

SOTO, M. Renovación de plantaciones bananeras, un negocio sostenible, mediante el uso de umbrales de productividad, fijados por agricultura de precisión. Joinville-Santa Catarina: En: 17 Reunión internacional de la asociación para la cooperación en las investigaciones sobre banano en el Caribe y en la América Tropical. 2006, pp. 178-189.

SOTO, M. Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización. [CDROM]. 4a ed. San José (CR): Litografía e Imprenta LIL. 2008. 22 p. ISBN 9977-47-154-1.

TORRES, T. M. C. Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L) variedad *Crimpsom Giant* utilizando sustratos mejorados y de terminación de los coeficientes K_c y K_y , bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA, 2011, <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2150>

VELECELA, S., MEZA, V., GARCÍA, S., ALEGRE, J., & SALAS, C. (2019). Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus* L.). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 229–239. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2019.02.08>

ZORRILLA MARCAS, O. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo cobertura plástica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica] Repositorio institucional UNH, (s.f). <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/121>

ANEXOS

Conteo de hojas a los 14 días después de la germinación.



Conteo de hojas a los 28 días después de la germinación.



Diámetro del fruto (Rábano).



Longitud de las plantas.

