

## EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONO ORGÁNICO Y MICROORGANISMOS EFICIENTES, EN EL CULTIVO DEL BONIATO (*IPOMEOA BATATAS*, (L.) LAM), EN SUELO PARDO CON CARBONATO TÍPICO

EFFECT OF THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZER AND EFFICIENT MICROORGANISMS, IN THE CULTIVATION OF SWEET POTATO (*IPOMEOA BATATAS*, (L.) LAM), IN BROWN SOIL WITH TYPICAL CARBONATE

Idalia Irene Terry Cogles<sup>1</sup>

E-mail: [iterry@ucf.edu.cu](mailto:iterry@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1784-6155>

José Ramón Mesa Reinaldo<sup>2</sup>

E-mail: [jrmesa@ucf.edu.cu](mailto:jrmesa@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5987-4528>

<sup>1</sup>CUM Lajas. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos. Carlos Rafael Rodríguez

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Terry Cogles, I., Mesa Reinaldo, J. R. (2022). Efecto de la Aplicación de abono Orgánico y Microorganismos Eficientes, en el cultivo del Boniato (*ipomoea batatas*, (L.) lam), en Suelo Pardo con Carbonato Típico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 77-87. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

### RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de alternativas orgánicas sobre el rendimiento del boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), clon INIVIT B-27-2017, se desarrolló este trabajo en la finca "La Tinaja", municipio Lajas, en el periodo de septiembre 2018-agosto 2019, sobre un suelo pardo con carbonato típico. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos, cinco réplicas y un área experimental de 562,50 m<sup>2</sup>. Se evalúan: Testigo, abono orgánico, fertilizantes químicos; ME-50 y la combinación ME-50-abono orgánico. Se valoran indicadores morfológicos y componentes del rendimiento en ambas campañas. Se obtienen valores de los indicadores morfológicos superiores al testigo en las alternativas evaluadas. Resulta el mejor, T5 (MO+ME-50), seguido por T2 (MO). Los componentes del rendimiento, en todos los tratamientos, superaron estadísticamente al testigo y los mejores resultados en frío, correspondieron a T2 (MO) y T4 (ME-50) y en primavera, a T3 (Fertilizantes químicos) y T4 (ME-50). Al determinar la viabilidad económica, todos los tratamientos generaron ganancias con relación al testigo y resulta el T4 (ME-50), el de mejor resultado en ambas campañas, con ganancias de 1049.01 Cup y 845.93 Cup sobre el testigo, lo que demuestra la factibilidad del empleo de las alternativas orgánicas evaluadas.

### Palabras claves:

Combinación, cultivo, experimento, factibilidad, rendimientos.

### ABSTRACT

With the objective of determining the effect of organic alternatives on the yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), clone INIVIT B-27-2017, this work was carried out in the "La Tinaja" farm, Lajas municipality, in the period from September 2018 to August 2019, on a brown soil with typical carbonate. A randomized block design was used, with five treatments, five replicates and an experimental area of 562.50 m<sup>2</sup>. They are evaluated: Witness, organic fertilizer, chemical fertilizers; ME-50 and the combination ME-50-organic fertilizer. Morphological indicators and yield components are valued in both campaigns. Values of the morphological indicators higher than the control are obtained in the evaluated alternatives. It turns out the best, T5 (MO+ME-50), followed by T2 (MO). Yield components, in all treatments, statistically exceeded the control and the best results in cold, corresponded to T2 (MO) and T4 (ME-50) and in spring, to T3 (Chemical fertilizers) and T4 (ME-50). When determining the economic viability, all treatments generated profits in relation to the control and T4 (ME-50) is the one with the best result in both campaigns, with profits of 1049.01 Cup and 845.93 Cup over the control, which demonstrates the feasibility of the use of the organic alternatives evaluated.

### Keywords:

Combination, cultivation, experiment, feasibility, yields.

## INTRODUCCIÓN

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), es originario de América y constituye el séptimo cultivo alimentario en orden de importancia a nivel mundial después del trigo, el arroz, el maíz, la papa, la cebada y la yuca. Según la Base de datos agrícolas de Cultivos y productos de ganadería de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para el 2019, la producción total de boniato en el mundo excedió las 91 millones 470 mil toneladas, con un rendimiento de 12.38 t.ha<sup>-1</sup>, donde China resultó el mayor productor mundial con un rendimiento de 21,96 t.ha<sup>-1</sup> (FAO, 2019), mientras que Cuba según datos de la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI) alcanzó en ese periodo un rendimiento de 11,00 t.ha<sup>-1</sup> con una producción de 484 053 t, lo que constituye el 28,96 % del total de raíces y tubérculos producidos en el año (ONEI, 2020a p25), mientras que en el mismo periodo, en la provincia Cienfuegos, se obtuvo un rendimiento agrícola de 8,4 t.ha<sup>-1</sup> (ONEI, 2020b p25).

Los rendimientos promedios registrados oficialmente en Cuba son bajos, cuando se comparan con otros países y se atribuye esta situación a diferentes causas como la carencia de irrigación y fertilizantes, el uso de material de propagación con baja calidad, plantación deficiente; pérdidas por plagas como Tetuán del boniato (*Cylas formicarius* F) y Negrito de la batata (*Typophorus nigritus* Fabricius) e inadecuada cosecha entre otras causas (Rodríguez et al., 2015, p. 39).

El logro del desarrollo de la producción de boniato con bajos insumos, supone el análisis de varias alternativas que mejoren la eficiencia en la utilización de los fertilizantes y que a su vez constituyan tecnologías respetuosas del medioambiente como son los biofertilizantes, los bioestimuladores y el aporte de fuentes de abonos orgánicos. Otra de las tecnologías utilizadas en el manejo y conservación de los suelos en el mundo son los llamados Microorganismos eficientes (ME) o efectivos, como también se les llama, desarrollados por el Profesor Dr. Teruo Higa, en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformado esencialmente por cinco diferentes grupos microbianos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, actinomicetos y hongos de fermentación, los cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores (Morocho & Leyva, 2019, p. 3).

En el contexto de producción agrícola cubano sólo se protegen con fertilizantes minerales alrededor del 30 % de las áreas que se siembran de boniato por lo que INIVIT (2016) refiere, que cuando las cantidades de fertilizantes minerales de que se dispone, son insuficientes para satisfacer la demanda de este cultivo y brindarle una adecuada protección; es necesaria la utilización de fuentes alternativas que se combinan con los fertilizantes minerales como los abonos orgánicos que se deben aplicar a razón

de 0,5 kg.planta<sup>-1</sup> en el surco (15 t.ha<sup>-1</sup>). Pueden utilizarse diferentes fuentes como compost, humus de lombriz, cachaza, gallinaza u otras que se disponga (p. 5).

La Finca La Tinaja en el municipio de Santa Isabel de las Lajas, posee un suelo pardo con carbonato, con un potencial productivo bajo, por haberse dedicado durante muchos años a la explotación intensiva del cultivo de la caña de azúcar; el rendimiento del cultivo del boniato alcanza valores por debajo de 4,0 t.ha<sup>-1</sup>, incidiendo directamente las condiciones del suelo, la agrotecnia del cultivo y el manejo inadecuado de la nutrición, por no utilizarse alternativas orgánicas, que permitan elevar la productividad y el rendimiento, unido al desconocimiento de la utilización y aplicación eficiente de Abono orgánico y Microorganismos eficientes como vía para elevar los indicadores expuestos anteriormente (R. Molina, comunicación personal, 3 de diciembre de 2018), por lo que se trazó como objetivos de esta investigación, determinar el efecto de la aplicación de Abono orgánico y Microorganismos eficientes sobre el rendimiento del cultivo del boniato cultivar INIVIT B-27-2017 y validar la factibilidad económica de la propuesta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca La Tinaja del productor Raúl Molina Amoroso, socio de la Cooperativa de Créditos y Servicios “Beraldo Sánchez Martínez” en el Municipio de Santa Isabel de las Lajas, subordinada a la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), durante el periodo comprendido de septiembre 2018 a agosto del 2019.

La finca, está ubicada en el Consejo Popular Urbano Sur, en los 22° 24' 50" de latitud Norte y los 80° 17' 40" de longitud Oeste y cuenta con una superficie total de 6.10 ha y es atendida por la Empresa Agropecuaria Ramón Balboa, municipio Lajas, provincia Cienfuegos.

El experimento se repitió en cada campaña aplicando el marco de plantación establecido por INIVIT (2016) para el cultivo del boniato.

La plantación se realizó del 14 de febrero al 14 de mayo (campaña de frío) y del 25 de junio al 25 de noviembre (campaña de primavera) de 2019.

Como material de propagación se utilizaron esquejes de semilla certificada del nuevo cultivar INIVIT B-27 2017, procedentes del INIVIT, de los cuales se utilizó punta y prepunta del tallo rastrero, con una longitud entre los 0,25 m y 0,30 m, garantizando tuvieran entre 5 a 8 nudos y que el corte se realizara ligeramente por debajo de un nudo.

La desinfección del material de siembra se realizó con *Beauveria bassiana* (VAL.) al 5% (5 kg en 100 L de agua), sumergiendo los esquejes durante 5 minutos, como establece el Instructivo Técnico para las raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos (INIVIT, 2016, p. 16), la que se mantuvo en agitación constante, para que las

esporas del biopreparado no se concentren en los primeros mazos.

La plantación del cultivo y atenciones culturales hasta la cosecha se realizaron siguiendo las orientaciones del referido instructivo. Se utilizaron las distancias de 0.90 m x 0.23 m para la campaña de frío y 0.90 m x 0.30 m para la campaña de primavera. Se le realizaron al cultivo las restantes actividades previstas en el referido documento.

### Diseño experimental y manejo agronómico

Para el montaje del experimento se empleó un diseño experimental de Bloques al azar con cinco tratamientos y cinco replicas por tratamiento (Figura 1).

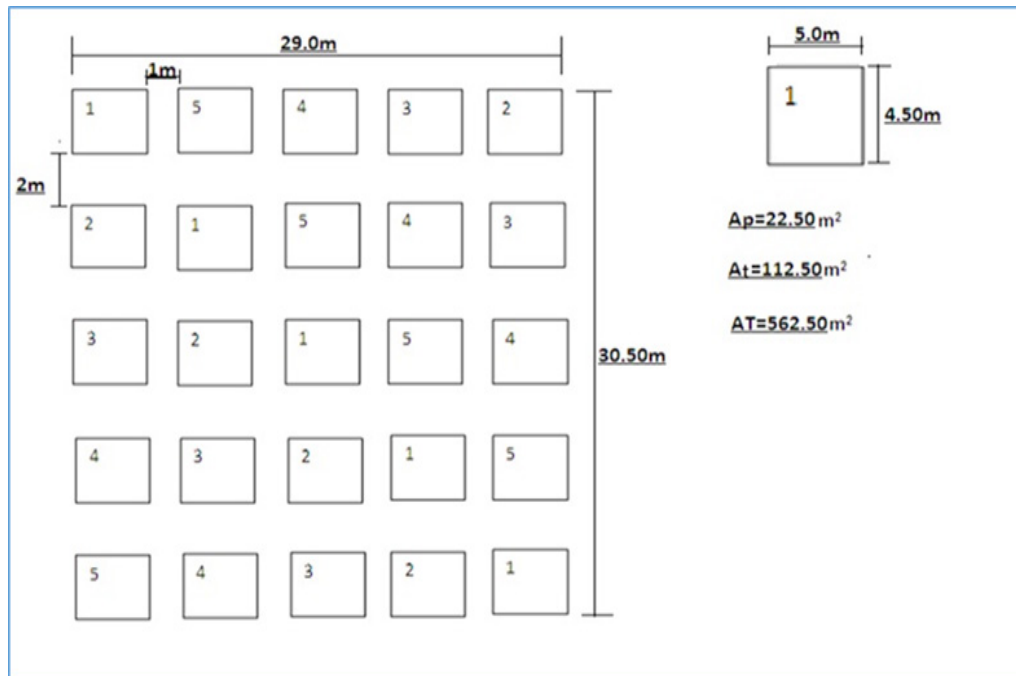


Figura 1. Croquis del experimento

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. Testigo (sin aplicación).
2. Abono orgánico.
3. Fertilizantes químicos.
4. Microorganismos eficientes (ME-50).
5. Abono orgánico (estiércol vacuno + Microorganismos eficientes).

Como fuente de abono orgánico se empleó estiércol vacuno, procedente de la finca, con un proceso previo de descomposición, a razón de  $0,5 \text{ kg.planta}^{-1}$ , aplicado en el fondo del surco al momento de levantar el cantero.

Se montaron parcelas compuestas por cinco surcos de  $4,50 \text{ m} \times 5,00 \text{ m}$ , con un área experimental de  $22.50 \text{ m}^2$  por parcelas y  $112.50 \text{ m}^2$  por tratamiento para un área total del experimento de  $562.50 \text{ m}^2$ .

Se evaluaron 10 plantas en los tres surcos centrales de cada parcela, para un total de 50 plantas por tratamiento, dejando los surcos exteriores y un metro en cada extremo de la parcela, como área de borde para evitar interacciones entre tratamientos.

Con el objetivo de poder comparar los resultados de las alternativas biológicas con la fertilización química, se introdujo un tratamiento con fertilizantes químicos, donde se realizó la formulación a partir de portadores de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , de acuerdo con las recomendaciones de fertilización del boniato, propuestas por INIVIT (2016, p. 9). Se aplicó una dosis de  $0,5 \text{ t. ha}^{-1}$  después de la plantación, en bandas antes del cierre del campo, lográndose alcanzar una relación de 2:1:3 (N-  $\text{P}_2\text{O}_5$  -  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Como fuente de microorganismos eficientes, se utilizó ME-50, biopreparado producido y comercializado por el Grupo Empresarial de Producciones Biofarmacéuticas y Químicas (LABIOFAM), en dosis de  $10 \text{ L.ha}^{-1}$ , por ser la recomendada para cultivos varios. Se realizaron al cultivo tres aplicaciones del biopreparado a partir del décimo día

de plantado, con una frecuencia semanal. El producto se aplicó con un pulverizador manual, con boquilla de cono hueco a presión constante en el horario comprendido entre las 6:00 y 7:00 pm, asperjándose el suelo alrededor de la planta con una solución final de 380 L.ha<sup>-1</sup>.

En cuanto a la combinación de Abono orgánico+ Microorganismos eficientes, se aplicaron 0.5 kg.planta<sup>-1</sup> de estiércol descompuesto y 10 L.ha<sup>-1</sup> de ME-50.

Las evaluaciones se realizaron en las 25 parcelas, tomando 10 plantas en los tres surcos centrales por cada parcela experimental, para un total de 250 plantas excluyéndose las tres primeras de cada extremo para descartar el error por efecto de borde; se basó en la toma de valores de las variables en diferentes momentos siendo recopilados los datos para ser posteriormente ingresadas en una base digital.

Se evaluaron los indicadores morfológicos siguientes:

- Porcentaje de brotación de los esquejes (%): Se contabilizó el número de plantas brotadas por parcela a los 15 días de la plantación y el valor fue expresado en porcentaje a partir del número de plantas iniciales.
- Longitud del tallo aéreo en (cm): Se midió la longitud de los esquejes a los 45 y 60 días, tomando como muestra 10 plantas por parcelas experimental para un total de 50 plantas por tratamiento, se utilizó como herramienta una cinta métrica y se midió desde la base del tallo hasta la yema terminal.
- Números de tallos por plantas (u): Se determinó tomando como muestra 10 plantas por parcelas experimental, realizando un conteo a todos los tallos brotados por plantas a los 45 y 60 días de plantados.
- Por ciento de masa verde del follaje (kg): Se tomaron muestras de follaje en un área de 0.90m x 0.46m y 0.90m x 0.60m al momento de la cosecha utilizando para ello una balanza digital certificada.
- Cobertura del campo por el follaje (días): Se realizó una observación visual, considerándose cerrada la parcela cuando el 75 % de esta se cubrió por el follaje.

Se evaluaron al momento de la cosecha en 10 plantas por tratamiento los siguientes componentes de rendimiento:

- Número de raíces tuberosas comerciales por planta (u): Se realizó al finalizar el ciclo productivo del cultivo, tomando como muestra 10 plantas, para un total de 50 plantas por tratamiento, realizando el conteo de la cantidad de raíces tuberosas totales y se le restó las raíces tuberosas no comerciales.
- Peso raíces tuberosas por plantas (kg): Se pesó el total de las raíces tuberosas en una balanza digital, a una muestra de 10 plantas por parcelas para un total de 50 plantas por tratamiento. (solamente las de valor comercial)

- Rendimiento (t. ha<sup>-1</sup>): Se obtuvo en base al peso total de las raíces tuberosas comerciales por parcelas experimental entre el área de la parcela.

Se evaluó la factibilidad económica del efecto de las alternativas orgánicas en las parcelas.

Para ello se determinó el costo de producción y los ingresos dados por el valor de la producción en cada tratamiento del experimento.

- Para el cálculo de la relación costo-beneficio y la rentabilidad se utilizaron las fórmulas:

Relación Costo / Beneficio=x 100

Rentabilidad= x 100

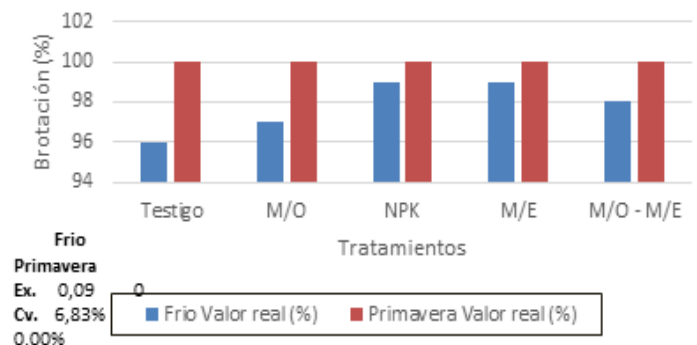
Para el procesamiento estadístico de los datos, se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI. II, versión 16.02.0004. Se realizó el análisis de los datos, considerando como efectos principales los tratamientos, las réplicas de los bloques al azar y las épocas, además de las interacciones entre tratamientos y épocas, para un nivel de significación P < 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Indicadores morfológicos

#### Porcentaje de brotación de los esquejes

Al analizar el efecto de las alternativas de nutrición en estudio sobre el porcentaje de brotación (figura 2), se observó que para el cultivo del boniato, no existen diferencias significativas (P<0,05) entre tratamientos en ambas campañas y que los mayores valores, corresponden a la campaña de primavera con 100 %de brotación a los 15 días de plantados, lo cual, a criterio de la autora, es atribuido a los elevados niveles de precipitación existente en la etapa, los que propiciaron la germinación de todos los esquejes plantados. No obstante, en la campaña de frío, se alcanzan niveles de brotación que se pueden considerar de muy satisfactorios, con valores superiores al 97 % en todas las alternativas evaluadas.



Letras desiguales representan diferencias significativas (P<0,05) según dócima de Tukey

Figura 2. Efecto sobre el porcentaje de brotación (%) en ambas campañas

Estos resultados superan para la época de frío, lo reportado por Quispe (2017), al estudiar la adaptación y rendimiento de 20 clones de boniato de doble propósito en el ecosistema de Bosque Seco, Piura, el que alcanza 91,53 % de esquejes prendidos en promedio para todo el ensayo sin diferencias estadísticas y considera que estos valores revelan un buen estado inicial de plantas.

Simó et al., (2018) al evaluar la efectividad de la aplicación de estiércol vacuno y cachaza, como alternativas de fertilización en la producción de material de plantación en el boniato, obtuvieron para el porcentaje de brotación de los esquejes, una respuesta positiva a la aplicación de abonos orgánicos en los dos clones estudiados, con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) con el testigo, sin diferencias significativas entre los dos tipos de abonos orgánicos, pero con resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación.

Sobre la importancia de la brotación en boniato; Morales (2014) aseveró que su influencia en otros factores, es muy marcada, pues se ha demostrado que siempre que los valores alcanzados superan el 85 % de la población, posteriormente el rendimiento y sus componentes se compensan.

#### Longitud del tallo en cm

Al evaluar en ambas campañas los resultados obtenidos para la longitud del tallo a los 45 y 60 días de plantados (Tabla 1), se evidencia el desarrollo favorable de este indicador y que resulta el mejor en ambas, el tratamiento cinco (la combinación de abono orgánico y microorganismos eficientes) con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) a los 60 días, sobre los restantes tratamientos, seguido en la época de frío por los tratamientos dos y tres, que a su vez, superan a los demás, mientras que para la época de primavera, se muestran también valores superiores con relación al tratamiento testigo en el tratamiento dos, el que a su vez supera a las restantes alternativas evaluadas, lo que pone de manifiesto, la importancia del empleo de fuentes de abonos orgánicos en el cultivo y demuestran la respuesta positiva ante la combinación de las alternativas orgánicas evaluadas.

Tabla 1. Efecto sobre la longitud del tallo (cm) en ambas campañas

Tratamientos	Campaña de Frío		Campaña de Primavera	
	45 días	60 días	45 días	60 días
T1. Testigo	66,30 c	73,66 d	77,26 d	83,96 c
T2. MO	79,64 a	87,14 b	84,02 b	90,02 b

Tabla 2. Efecto sobre el número de tallos por plantas en ambas campañas

Tratamientos	Campaña de Frío				Campaña de Primavera			
	45 días		60 días		45 días		60 días	
	Valor Real	Valor Tranf.	Valor Real	Valor Tranf.	Valor Real	Valor Tranf.	Valor Real	Valor Tranf.
T1. Testigo	4	1,88 d	5	2,32 e	4	1,96 d	5	2,24 d

T3. NPK	73,92 b	84,34 b	82,88 b	84,50 c
T4. ME	69,14 c	77,60 c	78,88 c	83,96 c
T5. MO - ME	81,04 a	94,62 a	92,82 a	95,82 a
Es $\pm$	1,3	1,33	0,78	0,76
Cv.	15,02%	14,23%	9,29%	8,07%

Nota. Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según dócima de Tukey

Resultados similares fueron alcanzados para la longitud de las guías por Hernández et al., (2018) al estudiar la respuesta agronómica de cuatro clones de boniato procedentes del INIVIT y la afectación por Tetuán del boniato en Pinar del Río, así como, por Osorio (2018) en la campaña de frío, al evaluar la respuesta productiva del cultivo del boniato al empleo de microorganismos eficientes y micorrizas, bajo las condiciones edafoclimáticas de la Empresa agropecuaria Imías, donde obtuvo que todos los tratamientos evaluados poseen diferencias estadísticas significativas con el testigo, con destaque para la combinación Micorrizas-ME, lo cual atribuye a una mejor simbiosis entre las plantas y los microorganismos, tendencia que se mantiene hasta la última medición.

Coinciden también con los de Da Silva et al., (2021) al evaluar el efecto de la fertilización orgánica para introducir el cultivo de boniato, los que plantean además que los tallos bien desarrollados, aseguran la producción de plántulas para cultivos subsiguientes y son esenciales para la producción de foto asimilados en las plantas, lo cual resulta en incrementos mayores en el rendimiento y en el número de raíces.

Con relación al efecto que provocan los ME, Schlatter et al., (2017), plantean que los microorganismos asociados con la rizosfera de las plantas facilitan el crecimiento y desarrollo de estas y el funcionamiento de procesos vitales como la promoción del crecimiento de las plantas y las protegen de los agentes fitoparasíticos, lo que explica los resultados obtenidos en este trabajo con la combinación de MO-ME (T5).

#### Número de tallos por plantas (u)

Con relación al número de tallos por planta (Tabla 2), todos los tratamientos evaluados, superaron estadísticamente al testigo en ambas campañas, con diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) sobre él, y resulta el mejor, la combinación de MO-ME al presentar diferencias significativas sobre los restantes tratamientos evaluados en los dos periodos analizados, resultado que demuestra el efecto positivo de los ME sobre la materia orgánica, cuando son introducidos en el suelo, planteado anteriormente.

T2. MO	6	2,47 ab	7	2,59 b	5	2,22 c	5	2,24 c
T3. NPK	6	2,37 b	6	2,47 d	5	2,30 c	5	2,17 bc
T4. ME	4	2,07 c	6	2,50 c	5	2,19 b	5	2,10 b
T5. MO - ME	6	2,50 a	7	2,81 a	6	2,42 a	6	2,50 a
Es ±		0,04		0,02		0,02		0,02
Cv.		16,64%		9,52%		9,94%		9,61%

Nota. Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según dócima de Tukey

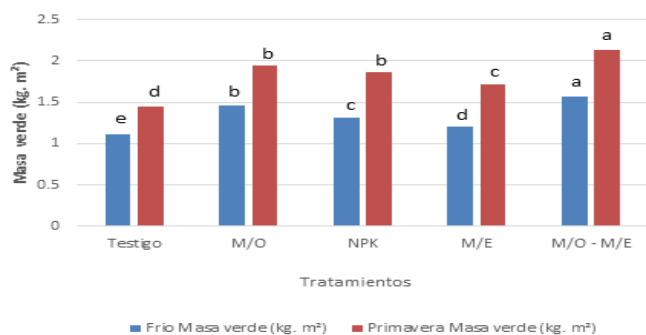
Estos resultados coinciden con los de Simó et al., (2018) al evaluar la efectividad de la aplicación de alternativas orgánicas de fertilización en la producción de material de plantación en el boniato, quienes obtuvieron para el número de tallos por planta, que las alternativas orgánicas evaluadas produjeron las mayores cantidades de esquejes y fueron significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) al resto de los tratamientos, mientras la variante que no recibió aplicación de abonos orgánicos, produjo la menor cantidad de tallos por planta.

Da Silva et al., (2021) al determinar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de boniato en suelos de la sabana de Roraima, Brasil, exponen como resultado que todos los tratamientos a base de fertilizantes orgánicos tuvieron un mayor efecto sobre la productividad de tallos que el testigo, lo cual refuerza la importancia de la fertilización orgánica para el boniato y los resultados de este trabajo.

Con relación al papel que ejercen los ME en el suelo, Morocho y Leyva (2019), resumen que provocan aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, lo que explica, los resultados obtenidos en este trabajo investigativo con la combinación MO-ME y con el tratamiento a base de ME.

### Masa verde del follaje (kg)

Al momento de la cosecha se tomaron muestras del follaje (Figura 3), dando como resultado en ambas campañas, la superioridad de la combinación de MO-ME (T5) con diferencias estadísticas significativas sobre los restantes tratamientos, seguido por el tratamiento a base de MO (T2). Otro resultado obtenido para ambas campañas, fue que todas las alternativas evaluadas superan al testigo con diferencias estadísticas significativas sobre él.



Nota: Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según dócima de Tukey.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Masa verde del follaje (kg.m<sup>2</sup>)

Resultados similares fueron alcanzados por Da Silva et al., (2021) al determinar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de boniato en suelos de la sabana de Roraima, Brasil, los que exponen que todos los fertilizantes tuvieron un mayor efecto sobre la productividad de tallos que el testigo, lo cual refuerza la importancia de la fertilización orgánica para los camotes.

Morales (2014) señaló que en Cuba existe una tendencia a reducir las distancias de plantación en el cultivo del boniato por parte de los productores y esto trae como consecuencia muchas veces el fenómeno conocido como *vicío* y cita a Folquer (1978) que lo definió como el excesivo desarrollo vegetativo, acompañado de una disminución y, a veces casi la anulación de la tuberización, cuando existen más hojas por unidad de superficie y por ende, mayor desarrollo de las llamadas hojas inferiores (parasitas) que provocan el aumento de la respiración y la acumulación de CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) en el suelo, intensificando la respiración de las raíces, consumiendo las reservas, impidiendo su acumulación, no permitiendo la formación de raíces tuberosas.

Al referirse al papel de la materia orgánica en el suelo, en Agro sitio (2019) se plantea, que hace posible la formación de complejos organo-metalicos, estabilizando así micronutrientes del suelo que de otro modo no serían aprovechables y que es una fuente de elementos nutritivos, que son aprovechables por las plantas después que la materia orgánica ha sido descompuesta por los microorganismos, lo que explica los resultados obtenidos con la combinación MO-ME y con el tratamiento a base de MO.

### Cobertura del campo por el follaje

En la cobertura del campo por el follaje (Tabla 3) para los tratamientos en estudio, se pudo apreciar que no existen diferencias entre los tratamientos y resulta el tratamiento cinco el primero en lograr el cierre del campo entre los 35 y 40 días en ambas campañas respectivamente, seguido por los tratamientos cuatro, tres y dos, siendo el Testigo el último en lograr el cierre del campo.

Teniendo en cuenta el comportamiento de las épocas, se pudo comprobar que la de primavera, logró que las parcelas cerraran primero, oscilando entre los 35 y 40 días,

con diferencias con respecto a la época de frío que fue entre los 40 y 50 días; influenciado por las altas temperaturas, precipitaciones, humedad relativa y las características de este nuevo cultivar, su crecimiento rápido, el tipo de hoja y la elongación del tallo.

Tabla 3. Cobertura del campo por el follaje

Campaña de frío		Campaña de primavera	
Tratamientos	Días	Tratamientos	Días
Tratamiento 1	50	Tratamiento 1	40
Tratamiento 2	45	Tratamiento 2	36
Tratamiento 3	47	Tratamiento 3	36
Tratamiento 4	47	Tratamiento 4	36
Tratamiento 5	40	Tratamiento 5	35

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

Estos resultados coinciden para las alternativas evaluadas, con los de Morales (2014) que obtuvo poca variabilidad en el cierre de campo comparando nueve clones, tanto en época de primavera como de frío, con medias de 36 y 45 días respectivamente.

Con relación a la cobertura del campo por el follaje, Simó et al., (2018) al estudiar la aplicación de abonos orgánicos en la producción de material de propagación en el cultivo del boniato, alcanzan la mejor respuesta en los cultivares estudiados con dos fuentes de materia orgánica sin diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre ellas y sí con el testigo y cita a Sotolongo (2012), que plantea que la cobertura del campo por el follaje, posee marcada influencia para evitar la aparición y desarrollo de arvenses, lo que reduce los costos y así contar con mayor producción de esquejes, es por ello que los productores de boniato prefieren una cobertura del campo más rápida lo que también garantiza un menor número de labores de cultivo, lo que coincidió con esta investigación.

### Componentes del rendimiento.

#### Número de raíces tuberosas por planta (u)

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis del número de tubérculos comerciales por planta. Se determinó que en la campaña de frío, los mejores resultados se alcanzan con los tratamientos tres y cuatro, con diferencias significativas sobre el testigo y la combinación de MO-ME, lo que parece indicar que se produjo un desbalance entre la producción de follaje (Figura 4) y la producción de tubérculos, lo cual debe ser estudiado para futuros trabajos sobre producción de masa verde para la alimentación animal o la producción de esquejes. En la campaña de primavera, los mejores resultados se alcanzan con los tratamientos cuatro y cinco, con diferencias estadísticas significativas con el testigo y los demás

tratamientos, lo que demuestra la importancia del empleo de los ME y su combinación con materiales orgánicos.

Tabla 4. Efecto sobre el número de raíces tuberosas comerciales por planta en ambas campañas

Tratamiento	Campaña de Frío		Campaña de Primavera	
	Valor Real	Valor Tranf.	Valor Real	Valor Tranf.
T1. Testigo	4,62	2,1446 d	3,34	1,8208 c
T2. MO	5,32	2,305 b	4,4	2,0904 b
T3. NPK	5,6	2,3644 a	4,18	2,0384 b
T4. ME	5,36	2,315 ab	5,14	2,263 a
T5. MO-ME	5,06	2,2466 c	4,96	2,222 a
Es ±		0,02		0,02
Cv.		7,04%		11,10%

Nota. Letras desiguales representan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según dócima de Tukey

Estos resultados superan para el número de raíces comerciales del cultivar, en todos los tratamientos evaluados, lo reportado por Rodríguez et al., (2018), al realizar el reporte y descripción de INIVIT B\*27-2017 como nuevo cultivar de boniato Biofortificado en vitamina A, obtenido en el INIVIT.

Da Silva et al., (2021) al evaluar diferentes alternativas orgánicas de nutrición en boniato, obtuvieron un mayor efecto sobre el número de raíces comerciales que el testigo con diferencias estadísticas significativas sobre él, lo cual refuerza la importancia de la fertilización orgánica para el boniato y coincide con lo obtenido para ambas campañas en esta investigación.

#### Peso de las raíces tuberosas por planta (kg)

En cuanto al peso total de las raíces tuberosas por planta (Tabla 5), el tratamiento a base de microorganismos eficientes (T4), alcanzó los mejores resultados en ambas campañas, al presentar diferencias estadísticas significativas sobre los demás. Se obtiene también que todos los tratamientos evaluados, superan al testigo, con diferencias estadísticas significativas sobre él.

En el caso de la combinación MO-ME (T5), se obtienen los resultados más bajos entre todos los evaluados, lo cual a criterio de la autora, puede ser atribuido en ambas campañas, al efecto que se manifestó sobre el follaje, donde al parecer, el incremento de follaje (Figura 4), limitó el peso de los tubérculos, en correspondencia con los planteamientos de Morales (2014) al referirse al efecto que provoca el excesivo desarrollo vegetativo, sobre la tuberización, lo cual debe tenerse en cuenta para futuras investigaciones.

Tabla 5. Efecto sobre el peso total (kg) de las raíces tuberosas por planta en ambas campañas

Campaña de Frio		Campaña de Primavera
T1. Testigo	1,234 d	1,231 d
T2. MO	1,551 b	1,531 c
T3. NPK	1,421 c	1,639 b
T4. ME	1,603 a	1,803 a
T5.MO-ME	1,419 c	1,545 c
Es ±	0,01	0,02
Cv.	10,67%	14,73%

Nota: Letras desiguales presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según d'écima de Tukey

Estos resultados superan para el peso total por planta, en todos los tratamientos evaluados, los valores reportados por Rodríguez et al., (2018), al realizar el reporte y descripción de INIVIT B\*27-2017 como nuevo cultivar de boniato Biofortificado rico en vitamina A, obtenido en el INIVIT y difieren de lo planteado por Rodríguez et al., (2015) al evaluar ocho clones de boniato, los que exponen que en época de invierno, independientemente de los clones, se observa que el peso de raíces tuberosas por planta es superior al alcanzado en época de primavera, resultado que a criterio de los autores, se debe a las excelentes condiciones climáticas en que se desarrolló el experimento durante la campaña de primavera, al contar con un régimen de lluvia y temperaturas estable durante todo el ciclo, lo que facilitó una adecuada asimilación de los nutrientes por las plantas y propició un aumento de la producción, aspecto que debe ser objeto de futuras investigaciones, y explica los resultados obtenidos por los tratamientos tres y cuatro.

#### Rendimiento (t. ha<sup>-1</sup>)

Al analizar el rendimiento de los tratamientos evaluados (Tabla 6), se obtuvo en ambas campañas, que todas las alternativas evaluadas, superaron al testigo con diferencias estadísticas significativas sobre él para ( $P < 0,05$ ).

En la campaña de frío, los mejores resultados se obtienen con los tratamientos T2 (MO) y T4 (ME), que no difieren entre ellos, pero presentan diferencias estadísticas significativas con los restantes, mientras que en la campaña de primavera, resultan los mejores los tratamientos T3 (NPK) y T4 (ME), que superan a los demás, sin diferencias entre ellos; resultado que a criterio de la autora, se debe a las excelentes condiciones climáticas en que se desarrolló el experimento durante la campaña de primavera, al contar con un régimen de lluvia y temperaturas estable durante todo el ciclo, lo que facilitó una adecuada asimilación de los nutrientes inorgánicos utilizados en el tratamiento y un adecuado trabajo de los ME en el sistema suelo-planta en el tratamiento cuatro. Al respecto, Morales (2014), plantea que el boniato en las condiciones climáticas de Cuba, requiere de 480 a 780 mm de agua por ciclo productivo para dar rendimientos máximos, lo que coincide con la

lluvia reportada en esta investigación durante la campaña de primavera.

Tabla 6. Efecto sobre el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) en ambas campañas

Tratamientos	Campaña frío	Campaña primavera
	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>
T 1. Testigo	27,85 c	26,00 c
T 2. MO	37,20 a	33,34 b
T 3. NPK	33,72 b	36,24 a
T 4. ME	41,63 a	36,99 a
T 5. MO - ME	32,83 b	33,61 b
Es. ±	0,001	0,036
Cv	15,91%	17,76%

Nota. Letras desiguales presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) según d'écima de Tukey

Estos resultados son inferiores a los valores reportados para el rendimiento del cultivar por Rodríguez et al., (2018), al realizar el reporte y descripción de INIVIT B\*27-2017, pero resultan muy superiores a los valores de 11,00 t.ha<sup>-1</sup> informados por la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) en el Anuario Estadístico de Cuba 2019, para el cultivo del boniato (ONEI, 2020 a), así como, los reportados por la misma fuente para la provincia (ONEI, 2020 b). Superan también los valores informados en el 2019 para el mundo (12,38 t.ha<sup>-1</sup>) en la base de datos agrícolas de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en la serie Cultivos y productos de ganadería (FAOSTAT 2019) lo que demuestra la efectividad de todos los tratamientos evaluados y la pertinencia de esta investigación.

Similares resultados fueron obtenidos para los ME por Osorio (2018) al evaluar el efecto de la combinación de micorrizas y ME en el cultivo del boniato y los atribuye a la influencia de los microorganismos en los diferentes tratamientos provocando un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas y en correspondencia una mayor productividad.

Este propio autor además apunta que, cuando se aplica materia orgánica en forma de estiércoles, se incrementa el pH, reduciéndose el efecto tóxico por excesos de elementos como el aluminio y el manganeso, y es posible que hasta se inhiba el crecimiento de algunos de los hongos del suelo que dañan las plantas, como *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros, lo que explica en ambas campañas, los resultados obtenidos con los tratamientos a base de MO, ME y su combinación.

Los resultados obtenidos en esta investigación, difieren para los tratamientos tres (NPK) y cinco (MO-ME), de lo planteado por Rodríguez et al., (2015) los que exponen que, en época de invierno, independientemente de los clones, se observa que el peso de raíces tuberosas por planta es superior al alcanzado en época de primavera, y citan a Morales (2014), quien plantea que en el caso



del boniato los mayores rendimientos se alcanzan en la época de invierno, o seca, o poco lluviosa, pues temperaturas diurnas de 28 oC y nocturnas de 18 oC son las idóneas para alcanzar la máxima tuberización, condiciones que se logran entre noviembre y abril en el caso de Cuba.

A criterio de los autores de este trabajo, este resultado se debió en el caso del fertilizante inorgánico, a las aparentemente excelentes condiciones de humedad y clima existentes en la campaña de primavera en el experimento, señaladas anteriormente, lo que provocó el máximo aprovechamiento de los nutrientes aportados al cultivo, mientras que en el caso del tratamiento 5, los valores alcanzados para el rendimiento, se deben al desbalance que se provocó en el follaje, comentado anteriormente y expuesto en la figura 3, el cual va en detrimento de la tuberización de acuerdo a lo reportado por Morales (2014).

Es conocido el efecto positivo que tiene la aplicación de ME sobre la estimulación del desarrollo de las raíces y de la nutrición debido a una mejora en la adquisición de nutrientes. Es sabido que existen varios microorganismos que son responsables de la solubilización de nutrientes como P y K, otros son capaces de fijar el N<sub>2</sub> atmosférico, convirtiéndolos en formas asimilables para las plantas. Asimismo, el incremento en profundidad y superficie del sistema radical permite una mejor adquisición del agua (Aung et al., 2018).

Da Silva et al., (2021) al estudiar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de boniato en suelos de la sabana de Roraima, Brasil, determinaron que cada fertilizante orgánico utilizado, independientemente

de la dosis de aplicación, promueve porcentajes más altos de rendimiento comercial en comparación con la ausencia de fertilización orgánica.

#### *Factibilidad económica del efecto de las alternativas orgánicas empleadas*

Para el análisis de la factibilidad económica de los experimentos, se calculó el Costo de la producción para poder determinar a partir de los ingresos obtenidos la utilidad o ganancia por tratamiento para cada campaña, de acuerdo a las actividades realizadas; para ello fue necesario delimitar los diferentes momentos por los que transitó el experimento, de acuerdo a las peculiaridades del cultivo. En la Tabla 7, se resumen los resultados del análisis económico realizado en la campaña de frío, donde se puede observar que todas las alternativas orgánicas evaluados, alcanzan ganancias con relación al testigo, mientras que el tratamiento a base de fertilizantes químicos provoca pérdidas, y resulta el mejor en la campaña, el tratamiento cuatro (ME-50), con 1049,01 Cup de ganancias con relación al testigo, lo que demuestra la factibilidad del empleo de esta alternativa.

La relación costo beneficio más satisfactoria le correspondió al tratamiento cuatro, con un costo por peso de \$0.184, lo que significa que por cada \$1.00 de ingreso obtenido, se gastaron \$0.18, seguido por el tratamiento 2 que generó un costo por peso de \$0.196; los demás tratamientos no se recomiendan como alternativas por no existir viabilidad en la relación costo- beneficio.

Tabla 7. Cálculo de la utilidad Campaña de frío (Cup)

Campaña de Frío	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Ingresos Totales	2,420.19	3,231.96	2,930.15	3,616.91	2,852.75
Gastos Totales	518.27	633.77	1,273.60	665.98	574.85
Utilidad Neta	1,901.92	2,598.19	1,656.55	2,950.93	2,277.90
Utilidad vs Testigo	--	696,27	-245,37	1049,01	375,98
Relación Costo Beneficio Costo/Ingresos	\$0.214	\$0.196	\$0.435	\$0.184	\$0.202

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8, se presentan los resultados de la campaña de primavera, donde se muestra que todos los tratamientos evaluados, alcanzan ganancias con relación al testigo y resulta el mejor en la campaña, el tratamiento cuatro (ME-50), con 845,93 Cup de ganancias con respecto al testigo.

Estos resultados, unidos a los de la campaña de frío, validan la factibilidad del empleo de MO, ME y sus combinaciones, en la producción sostenible de boniato en Cienfuegos.

La relación costo beneficio más satisfactoria le correspondió al tratamiento cuatro (ME-50), con un costo por peso de \$0.194, lo cual significa que por cada \$1.00 de ingreso obtenido se gastó \$0.19, los tratamientos dos (MO) y cinco (MO-ME) representan alternativas a tener en cuenta en el momento de decidir cuál utilizar, pues el costo por peso de ambas es de \$0.205 para esta campaña. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cuanto a la relación costo beneficio no se recomiendan la implementación del tratamiento uno y tres (Fertilizante químico).

Tabla 8. Cálculo de la utilidad Campaña de primavera (Cup)

Campaña de Primavera	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Ingresos Totales	\$2,259.56	\$2,897.14	\$3,148.47	\$3,213.80	\$2,920.51
Gastos Totales	513.64	595.21	1309.3	621.96	598.21
Utilidad Neta	\$1,745.92	\$2,301.93	\$1,839.17	\$2,591.84	\$2,322.30
Utilidad vs Testigo	--	556,01	93,25	845,92	579,08
Relación Costo Beneficio Costo/ Ingresos	\$0.227	\$0.205	\$0.416	\$0.194	\$0.205

Fuente: Elaboración propia

Similares resultados fueron obtenidos por Osorio (2018) al evaluar la respuesta productiva del boniato al empleo de microorganismos eficientes y micorrizas bajo las condiciones edafoclimáticas de la Empresa agropecuaria Imías, donde al realizar el análisis económico del trabajo, se obtuvo un resultado superior para todos los tratamientos evaluados comparado con el testigo, valores que resultan alentadores desde el punto de vista de la sustitución de insumos.

A criterio de los autores, estos resultados se deben, al efecto que provocan los ME cuando son introducidos en el sistema suelo-planta, reportado por numerosos autores consultados, entre los que se destacan: Schlatter et al., 2017, Aung et al., (2018), Morocho y Leyva (2019), cuyos resultados fueron comentados anteriormente.

Otro aspecto que resulta de interés en el cultivar evaluado y sus rendimientos, es que las raíces tuberosas de boniato de masa anaranjada contienen cantidades significativas de  $\beta$ -caroteno; aproximadamente el 90 % de los carotenoides en este cultivo son de este tipo. Al respecto, Rodríguez et al., (2018), plantean que actualmente existe una creciente demanda mundial de este tipo de boniato, debido a la efectividad para contrarrestar la deficiencia de vitamina A, la cual es una de las formas más dañinas de malnutrición en el mundo y el boniato de masa anaranjada ( $\beta$ -caroteno) es una fuente rentable de vitamina A. Por esta razón, en los últimos años el programa de mejoramiento genético de este cultivo en Cuba, ha tenido entre sus objetivos, la obtención de cultivares con este carácter y uno de ellos es el 'INIVIT B-27 2017', el cual posee un intenso color anaranjado en su masa, lo que refuerza la importancia de los resultados obtenidos en esta investigación, que son una opción más para ofrecer un producto con mayor valor nutricional a la población y apoyar su seguridad alimentaria.

## CONCLUSIONES

Al analizar los efectos de las alternativas de nutrición sobre los indicadores morfológicos en ambas campañas, se determinó que todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo, siendo los de mejores resultados el tratamiento T5 (la combinación MO+ME) seguido por

el T2 (MO) en la época de primavera lo que demuestra la viabilidad de las alternativas orgánicas empleadas.

En los resultados del efecto de las alternativas orgánicas sobre los componentes del rendimiento en la campaña de frío y primavera, todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo, los mejores resultados productivos en el nuevo cultivar "INIVIT B -27 -2017" le correspondieron a los tratamientos dos (MO) y cuatro (MO-ME) y tres (Fertilizante químico) y cuatro (ME) respectivamente demostrando la factibilidad de las alternativas empleadas.

Al determinar la viabilidad económica de las alternativas de nutrición en el cultivo del boniato, todos los tratamientos generaron ganancias sobre el testigo, siendo el tratamiento cuatro (ME) el de mejor resultado en las campañas de frío y primavera, con ganancias de (1049.00 Cup y 845.93 Cup) respectivamente, demostrando la factibilidad de las alternativas.

## RECOMENDACIONES

Evaluar agroquímicamente al suelo al concluir el experimento, para conocer si las utilidades de estas alternativas orgánicas mejoraron su composición.

Continuar los estudios de estas alternativas en otros cultivos en la finca.

Realizar capacitaciones a los productores del municipio acerca del empleo de estas alternativas orgánicas, que da solución al problema de la fertilización, más económica y no es agresiva para el medio ambiente.

Socializar los resultados de la presente investigación mediante eventos, publicaciones, y ponerlos en manos de decisores, productores y especialistas de la agricultura, para su generalización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aung, K., Jiang, Y., & S. Y. He, trads (2018). The role of water in plant microbe Interaction. *The Plant Journal*, 93: 771-780.

Agro sitio (2019), Beneficios de la materia organica en el suelo. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/204377-beneficios-de-la-materia-organica-en-el-suelo>

- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información. ONEI (2020a, 14 de julio). Anuario Estadístico de Cuba 2019. <http://onei.gob.cu/sites/default/files/agropecuario2020p-df.ONEI.C>
- Cuba. Oficina Nacional de la Estadística e Información. ONEI (2020b, 20 de diciembre) Anuario Estadístico Provincia Cienfuegos 2019. [http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario\\_est\\_provincial/00\\_anuario\\_estadistico\\_de\\_cienfuegos\\_2019\\_.pdf](http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_provincial/00_anuario_estadistico_de_cienfuegos_2019_.pdf)
- Da Silva Días, E., López Monteiro Neto, J. L., Dresch, B. L., Oliveira Rodríguez, R., Farías Araujo, W., Alves Chagas, E., da Silva Maia, S., da Silva Siqueira, R. H., Cardoso Chagas, P., Tadashi Sakazaki., Soares-da Silva, E., Alves de Albuquerque. de A., & Abanto-Rodríguez. (2021). Fertilización orgánica para introducir el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en suelos de la sabana. *Rev. Chapingo Ser. Hortic* vol.27 no.1 Chapingo ene./abr. 2021 E pub 23-Abr-2021 <https://doi.org/10.5154/rchsh.2020.05.011>
- FAOSTAT. (2019). Organización para la Agricultura y la Alimentación Base de datos agrícolas. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Hernández G, L., Santana Baños, Y., Carrodegas Díaz, M., del Busto Concepción, A., Dovalés Hernández, A., Lugo, B., Pita Hernández, A., & Hernández G. (2018). Respuesta agronómica de clones de boniato y afectación por Tetuán del boniato en Pinar del Río. *Centro Agrícola*, vol.45 no.4 Santa Clara oct.-dez. 2018 [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025357852018000400091&lng=pt&nrm=iso&tln-g=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852018000400091&lng=pt&nrm=iso&tln-g=es)
- Instituto de investigación de viandas tropicales. (2016). Instructivo Técnico para las raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos. Ministerio de la agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Morales, A.T. (2014). Mejoramiento Genético del Boniato (*Ipomoea batatas* L. Lam.) en Cuba. Curso Internacional en La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). [http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/916Mejoramiento\\_genetico\\_COL.pdf](http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/916Mejoramiento_genetico_COL.pdf)
- Morocho, M.T. & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas 45(49), 93-103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Osorio, J. (2018). Respuesta productiva del cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L.) al empleo de Microorganismo eficientes y Micorrizas bajo las condiciones edafoclimáticas de la Empresa Agropecuaria Imías. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"* No 56. ISSN 1989-6794, <https://ojeandolaagenda.com/2018/11/28/respuesta-productiva-del-cultivo-del-boniato-ipo-moea-batata-l-al-empleo-de-microorganismos-eficientes-y-micorrizas-bajo-las-condiciones-edafoclimaticas-de-la-empresa-agropecuaria-imias/>
- Quispe, A. (2017). Adaptación y rendimiento de 20 clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) de doble propósito en el ecosistema de Bosque Seco, Piura. *Ciencia y Desarrollo* 20 (1): 15-48 enero-junio 2017. *Ciencia y Desarrollo*. Universidad Alas Peruanas. <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/indexhttp://dx.doi.org/10.21503/cyd.v20i1.1407>
- Rodríguez, D., Morales, A. y Morales, A. (2015). Evaluación de ocho nuevos clones de boniato (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) Agrisost Año 2015, Vol.21, No.3. ISSN 1025-0247. <http://www.agrisost.reduc.edu.cu>
- Rodríguez, D., Morales, A. y Morales, A. y Rodríguez, S. J. (2018). Reporte de nuevo cultivar. 'INIVIT B-27-2017': Nuevo cultivar de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) LAM.) Biofortificado rico en vitamina A. *Cultivos Tropicales*, vol. 39, no. 2, ISSN impreso: 0258-5936. ISSN digital: 1819-4087 <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Schlatter, D., Kinkel, L., Thomashow, L., Weller, D., & Paulitz, T. (2017). Disease suppressive soils: new insights from the soil microbiome. *Phytopathology*, 107(11), 1284-1297.
- Simó González, J. E., Espinosa Cuéllar, E., Espinosa Cuéllar, A., Manuel de Almeida, F., & Rivera Espinosa, R. (2018). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de material de propagación en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Rev. Agricultura Tropical* Vol. 4 No. 2:10-21, 2018 ISSN on line: 2517-9292