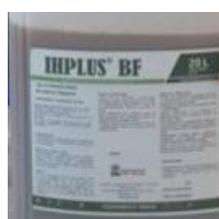


RESPUESTA DEL CULTIVO DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill) A LA APLICACIÓN DE DOS BIOPRODUCTOS EN LA FASE DE VIVERO.



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Norberto Torriente Plutín
Tutores: M. Sc. Alina Puente Sánchez
M. Sc. Livia González Risco

Matanzas
2024

PENSAMIENTO

“La única forma de impulsar las tareas es yendo adelante,
es mostrando con el ejemplo como se hace,
no diciendo desde atrás como se debe hacer”.

Ernesto Che Guevara



DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional, en especial a mi madre, este triunfo es para ella. A mi hija querida que ha sido el motor pequeño gigante impulsor para lograr este resultado.

AGRADECIMIENTOS

- A mis profesores, gracias por su apoyo incondicional, dedicación y paciencia para conmigo, sin ellos no hubiese sido posible la realización de esta tesis.
- A todas mis amistades en general. Gracias por todo.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en la producción de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill) en la fase de vivero, para lo cual se desarrolló un experimento en el vivero comercial perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Eliseo Reyes” del municipio Jagüey Grande. Se estudiaron cuatro tratamientos: testigo sin aplicación de producto, EcoMic® (100%) a 10 g por bolsa debajo de la semilla en el momento de la siembra, IHPlus® (100%) a 5 mL por bolsa debajo de la semilla en el momento de la siembra, a los 30 días y a los 90 días y EcoMic® (50%) + IHPlus® (50%). Los datos compilados fueron procesados según el paquete estadístico STATISTICA, Versión 6.0. Se evaluó la germinación de las semillas (%), el crecimiento de las plantas, de los brotes y las raíces. Los bioproductos EcoMic® e IHPlus® favorecieron la germinación de las semillas de aguacate, al obtenerse valores del 95% en cada uno de los tratamientos estudiados. El tratamiento EcoMic®+IHPlus® manifestó los mejores resultados en la variable de crecimiento de las plantas (diámetro del tallo), crecimiento de los brotes (número, peso fresco y seco de las hojas) y peso fresco raíz, resultando ser una alternativa efectiva en la producción de plantas de aguacate en vivero al obtenerse plantas de buena calidad, en menor tiempo y con un menor costo de producción.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 El cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	4
2.1.1. Origen y distribución geográfica	4
2.1.2. Importancia económica y nutricional	4
2.1.3. Taxonomía y descripción botánica	5
2.1.3.1. Taxonomía	5
2.1.3.2. Descripción botánica	6
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos	6
2.1.5 Propagación	7
2.1.5.1 Vivero	8
2.2 Microorganismos Eficientes (ME)	9
2.2.1 Antecedentes	9
2.2.2 Grupos taxonómicos fundamentales que integran los ME	10
2.2.3 Efectos de la aplicación de ME en cultivos de importancia económica	11
2.2.4 Bioproducto de microorganismos eficientes IHPlus®	12
2.3 Micorrizas	13
2.3.1 EcoMic®	14
2.3.1.1 Formas de aplicación del EcoMic®	14
2.3.1.1.1 Aplicación vía recubrimiento de semillas gámicas	15
2.3.1.1.2 Aplicación vía recubrimiento de semillas vegetativas	16
2.3.1.1.3 Aplicación vía efecto de permanencia en secuencias de cultivos	16
2.3.1.1.4 Aplicación vía abonos verdes	16
2.3.1.1.5 Aplicación directa al suelo	17
2.3.2 Ventajas de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA)	17
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Ubicación del área experimental	19

3.2 Material vegetal utilizado	19
3.3 Tratamientos estudiados	19
3.4 Evaluaciones de las variables respuesta	20
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.	21
3.6 Valoración económica de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero.	21
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	22
4.1 Determinación del efecto de la aplicación de IHPlus® y EcoMic® en la producción de plantas de aguacate en la fase de vivero.	22
4.1.1 Germinación de las semillas (%)	22
4.1.2 Crecimiento de las plantas	24
4.1.3 Crecimiento de los brotes	30
4.1.4 Crecimiento de las raíces	32
4.2 Valoración económica del empleo del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero.	34
5. CONCLUSIONES.	36
6. RECOMENDACIONES.	37
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	38

1. INTRODUCCION

El aguacate (*Persea americana* Mill) económicamente es de los frutos más importantes a nivel mundial (Araújo *et al.*, 2018). Se ha extendido a diversas regiones tropicales del mundo, aumentando su superficie establecida hasta en un 15,5% del 2017 al 2019, es decir, de 628 825 a 726 660 ha, con una producción cercana a los 7,1 millones de toneladas (con un incremento anual del 6,1%) (FAOSTAT, 2019).

En Cuba las plantaciones de frutales ocupan una superficie de 95 200 ha de las cuales el 10% (9 500 ha) se encuentran plantadas de aguacate con un rendimiento promedio de 9 t.ha⁻¹ (IIFT [Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical], 2021).

El mundo enfrenta la mayor crisis de todos los tiempos, en el ámbito ambiental, económico-financiero y alimentario; este último motivado por el rápido crecimiento demográfico mundial y la disminución de las tierras cultivables a un ritmo acelerado, que implicará mayor escasez de alimentos.

Por otra parte, el incremento de los rendimientos de los cultivos, ha estado motivado más por el aumento de las producciones que, por el incremento de las áreas cultivadas, lo cual solo se ha logrado con el uso de productos químicos que degradan cada vez más las bases productivas y atentan contra la salud de los propios consumidores.

En la actualidad, existe una tendencia global hacia una agricultura sostenible minimizando el uso de los productos químicos (fertilizantes e insecticidas) que desequilibran el medio ambiente, además de causar directamente daños a la salud animal y humana. Son muchos los productos naturales que se han obtenido para desarrollar un manejo agroecológico de los ecosistemas, entre los que se encuentran los bioplaguicidas, los bioestimulantes y los biofertilizantes como los microorganismos eficientes (Ullah *et al.*, 2012).

El uso de bioproductos, como el IHPLUS®, se basa en la inoculación de cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos al suelo, los cuales se utilizan tradicionalmente para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (Chagas Jr. *et al.*, 2015)

El EcoMic® es un inoculante simple a base de cepas eficientes de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desarrollado en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a base a hongos micorrizógenos del género *Glomus*, que tienen un impacto significativo en la nutrición y desarrollo de las plantas, con incrementos, considerables en los rendimientos.

El efecto más importante que producen los HMA en los cultivos es un incremento en la absorción y traslocación de nutrimentos del suelo como N, P, K, Ca, y Mg (Säle *et al.*, 2015) que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como un mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante (Rodríguez *et al.*, 2017).

La especie *Persea americana* Mill es reconocida tanto por su alto valor nutritivo como por sus usos medicinales, considerándose una fruta con un alto nivel de aceptación y consumo en muchos países incluyendo a Cuba, sin embargo, existe un limitado número de estudios sobre la aplicación de Microorganismos eficientes y HMA en el cultivo.

Teniendo en consideración los elementos anteriormente expuestos se plantea el siguiente **problema científico**: Limitada producción y calidad de plantas de aguacate en el vivero perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Eliseo Reyes”.

A partir de este problema se formuló la siguiente **hipótesis**: La aplicación de IHPlus® y EcoMic® pudiera estimular el crecimiento e incrementar la producción con calidad de plantas de aguacate en la fase de vivero en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Eliseo Reyes”.

Objetivos.

Objetivo general.

Evaluar el efecto de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en la producción de plantas de aguacate en la fase de vivero.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los bioproductos IHPlus® y EcoMic® sobre el porcentaje de germinación de las semillas de aguacate.
- Evaluar la influencia IHPlus® y EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de aguacate.
- Realizar una valoración económica de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en la producción de plantas de aguacate en la fase de vivero.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

2.1 El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.)

2.1.1 Origen y distribución geográfica

El aguacatero (*Persea americana* Mill.) es originario de una zona comprendida entre el sur de México y Centro América, aproximadamente entre los 10 - 30° de latitud norte y sur. Se distribuyó por Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú antes de la llegada de los españoles a América (IIFT, 2011).

Barrientos y López (1998), citados por Cruz *et al.* (2020) señalan como centro de origen y domesticación del aguacate el centro y el este de México, así como en ciertas regiones de Guatemala. En la época de la conquista fue introducido en diferentes regiones de América y Europa.

2.1.2 Importancia económica y nutricional

El cultivo de aguacate se ha extendido a diversas regiones tropicales del mundo, aumentando su superficie establecida hasta un 15,5% del 2017 al 2019, es decir, de 628 825 a 726 660 ha, con una producción cercana a los 7,1 millones de toneladas (con un incremento anual del 6,1%), donde entre los principales países productores se encuentran Colombia, Indonesia, Perú, República Dominicana y México (FAOSTAT, 2019).

A lo largo de casi 60 años, 27% de los países productores de aguacate concentran el 85% de la oferta mundial (FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura], 2020).

México es considerado como el principal productor y exportador (Dimas *et al.*, 2023). Produce dos millones de toneladas (SIAP [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera], 2021), y aporta el 32% del valor total de las exportaciones mundiales.

En Cuba las plantaciones de frutales ocupan una superficie de 95 200 ha de las cuales el 10% (9 500 ha) se encuentran plantadas de aguacate con un rendimiento promedio de 9 t.ha⁻¹ (IIFT, 2021).

La especie *Persea americana* Mill es reconocida tanto por su alto valor nutritivo como por sus usos medicinales (Mohammad *et al.*, 2010).

De acuerdo con Campos *et al.* (2015) el aguacate presenta un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (oleico y linoleico) que ayudan a controlar el nivel de colesterol. Es rico en vitamina E, lo que lo convierte en un gran antioxidante. También cuenta con otros grupos de vitaminas: A, B1, B2, B3, D, C, aunque en menor cantidad. Representa un gran aporte de ácido fólico, que ayuda a prevenir las enfermedades cardiovasculares.

A su vez la semilla de aguacate es nutricionalmente tan valiosa como las demás partes de la planta, con base en los fitoquímicos y los nutrientes que la constituyen (Belete *et al.*, 2019). De acuerdo con diversos autores, las harinas de las semillas de aguacate están compuestas por minerales (Ca, Zn, K, Na, P, Fe, Cu, Pb y Co), vitaminas (A, B1, B2, B3, C y E), aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano, y diversos compuestos fitoquímicos (alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, oxalatos, fenoles, ácidos fítics y ascórbicos) (Belete *et al.*, 2019; Emelike *et al.*, 2020).

2.1.3 Taxonomía y descripción botánica

2.1.3.1 Taxonomía

El aguacate pertenece a la familia Lauraceae, que comprende aproximadamente 40 géneros y 1 000 especies. De acuerdo con Cañizares (1973) citado por Mulkay *et al.* (2018) solo dos géneros son comestibles *Beilschmiedia* y *Persea*. El género *Persea* se compone de 150 especies de árboles, clasificados en dos subgéneros *Persea* y *Eriodaphne* (Chanderbali *et al.*, 2013).

La especie *Persea americana* consta de tres variedades o razas botánicas y subespecies: *P. americana* var. *drymifolia*, *P. americana* var. *guatemalensis* y *P. americana* var. *americana* (Chanderbali *et al.*, 2013), comúnmente conocidas como raza mexicana, guatemalteca y antillana, respectivamente.

El aguacate según Bernal y Díaz (2005), citados por Mejía (2020) se ubica de acuerdo a su clasificación taxonómica en:

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotiledónae

Orden: Ranales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Mill.

2.1.3.2 Descripción botánica

Es un árbol grande o de tamaño mediano, frecuentemente de 20 m de alto, con una copa muy densa, redondeada o alargada, y ramas jóvenes glabras, puberulentas o pilosas, frecuentemente glaucas. Hojas con pecíolos delgados de 2 a 6 cm de largo, de ovaladas a elíptica, la mayoría de 10 a 30 cm de largo, agudas o acuminadas; desiguales en la base y de agudas a redondas, cartáceas, penninervias, verde oscuras en el haz, frecuentemente lustrosas, pálidas y glaucas por el envés, glabras, casi glabras o pilosas, con pelos cortos y esparcidos, especialmente a lo largo de las nervaduras. Inflorescencias, panículas densamente grisáceo-puberulentas o séricas, pocas o muchas, cerca de las terminaciones de las ramas de 6 a 20 cm de largo, pedunculadas; los pedicelos delgados, de 3 a 6 mm de largo, perianto pálido (Páez *et al.*, 2016). El fruto es una drupa, generalmente con una sola semilla monoembriónica. En ambos órganos las dimensiones, forma y superficie varían en dependencia del cultivar (IIFT, 2011). De acuerdo con Surukite *et al.* (2013), el 66% del peso total del fruto corresponde a la pulpa, mientras que la semilla y la piel ocupan el 20% y el 14%, respectivamente, dependiendo del cultivar.

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

Con respecto a los requerimientos climáticos las exigencias varían por grupos ecológicos.

La raza antillana, la más tropical, requiere de valores de temperatura media anual comprendidos entre 24 y 27 °C, con poca diferencia entre las medias invernal y estival, y el valor de la temperatura mínima no debe ser inferior a 0 °C. La precipitación anual debe fluctuar entre los 1 800 y 2 000 mm, distribuida uniformemente en todos los meses

del año. Precisa de una elevada humedad atmosférica, no resiste la sequedad del aire ni los vientos demasiado fuertes, sobre todo durante la floración y el desarrollo de los frutos (IIFT, 2011).

La raza guatemalteca requiere de una temperatura media anual entre los 22 y 25 °C, pudiendo estar más diferenciadas las medias invernales y la estival, la temperatura mínima debe ser superior a - 2 °C. La pluviosidad anual debe estar comprendida entre los 1 000 y 1 500 mm, con mayor concentración en la época más cálida. La humedad atmosférica debe ser bastante elevada; tampoco resiste los fuertes vientos (IIFT, 2011).

La raza mexicana requiere de una temperatura media anual entre los 16 y 20 °C, con una marcada diferenciación entre los valores de las medias de la estación de invierno y la de verano, el valor de la temperatura mínima invernal no debe ser inferior a - 4 °C. La precipitación anual debe estar comprendida entre los 800 y 1 000 mm, con un mayor registro en verano. Los cultivares de esta raza resisten mejor una baja humedad ambiental (IIFT, 2011).

El cultivo del aguacatero se adapta a gran variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, limos volcánicos, lateríticos y calizos, pero presenta un óptimo desarrollo sobre suelos francos, bien drenados, ligeramente ácidos, sin presencia de calcáreos ni cloruros y ricos en materia orgánica. Ningún cultivar tolera suelos pesados con drenaje deficiente (Jiménez *et al.*, 2005; citado por Mulkay *et al.*, 2018).

2.1.5 Propagación

El aguacatero se puede propagar comercialmente mediante dos vías: sexual (semillas) y asexual (injertos). La propagación por semilla. La propagación por semilla no se utiliza para plantaciones comerciales, debido a que los arboles obtenidos por esta vía difieren de los progenitores y demoran varios años para entrar en producción; por lo que se emplea para producir patrones y en el mejoramiento genético. La propagación por injertos es el método más recomendado para el establecimiento de plantaciones comerciales, ya que garantiza la reproducción de las características agronómicas de los cultivares progenitores y reduce el período pre-productivo de los árboles. En la propagación asexual se identifican varias fases: siembra de semillas para la obtención

de patrones o portainjertos, educación e injertación de éstos y manejo de las plántulas hasta que estén aptas para el trasplante. Todas estas fases se realizan en el vivero (IIFT, 2011).

2.1.5.1 Vivero

El vivero se puede hacer directamente en el suelo o en envases. El tiempo de permanencia de las plántulas en esta fase oscila de 9 a 12 meses, periodo de tiempo que se requiere para lograr una plántula que garantice plantaciones de calidad y óptimos rendimientos (IIFT, 2011).

Para ello en la producción de patrones se utilizan frutos procedentes de árboles que sean buenos productores, sanos y resistentes al medio como son los tipos denominados perreros o criollos y 'Duque'. Los frutos deben recolectarse maduros y preferentemente entre los meses de junio y agosto. Las semillas se siembran antes de los 10 días de extraídas y sin la membrana apergaminada que la recubre, para facilitar la germinación. Se deben utilizar bolsas de polietileno negras con dimensiones de 26 cm x 36 cm y con 100 a 120 micras de espesor. El sustrato es una mezcla compuesta por un 30 a 35% de capa vegetal, 30 a 35% de arena o zeolita y entre el 30 a 40% de materia orgánica bien descompuesta. Las bolsas se llenan con tiempo suficiente (antes de la etapa de la cosecha de los frutos) y se organizan en canteros de dos a cuatro hileras de bolsas. Se deben sembrar las semillas en el centro del envase y colocarlas sentadas sobre su parte ancha (base) con el ápice o parte aguda hacia arriba, dejando sin tapar con tierra una porción del ápice de 2 a 3 cm. Se debe arropar la semilla para evitar los daños del sol, hasta que comience la germinación. Cuando se siembra directamente en la bolsa se aplican 15 g de EcoMic directamente debajo de la semilla. Cuando las semillas germinan en canteros (pre-germinador) se colocan también sobre su parte ancha y se cubren. Con una pasta a base de EcoMic y agua se recubre uniformemente la semilla, para hacer la pasta se mezclan tres libras de EcoMic (1,3 kg) y 0,9 L de agua (900 mL), con esa cantidad se pueden recubrir 100 semillas de aguacatero. El traslado de las plántulas a bolsas se realiza antes de que maduren las hojas y con el suelo bien húmedo. Si existiesen atrasos, a las plántulas se le recortara

un 1/4 de las hojas, la raíz se podará si solo es necesario. Deben eliminarse todas las plántulas raquílicas, enfermas y con deformaciones en el cuello de la raíz. A las plántulas (patrones) se le eliminarán todos los brotes que salgan por debajo de los 30 cm de altura. Los patrones estarán listos para el injerto, a los tres o cuatro meses de germinadas las semillas, cuando la plántula alcance una altura de 15 a 20 cm y un diámetro de 10 a 15 mm (IIFT, 2011; citado por Mulkay *et al.*, 2018).

La época óptima para el injerto es entre octubre y febrero, mes donde los valores de humedad relativa y temperatura son menores, además, en este periodo las yemas están bien formadas, abultadas y con las hojas del ápice abiertas. El tipo de injerto que mejor resultado ofrece a los productores en esta especie es el de hendidura, conocido como “caballito”. Cuando el patrón adquiere un tamaño superior al establecido se recomienda emplear el tipo denominado “púa lateral sin decapitar”, con el fin de evitar una formación muy alta de la copa (IIFT, 2011; citado por Mulkay *et al.*, 2018).

2.2 Microorganismos Eficientes (ME)

2.2.1 Antecedentes

Los ME surgen desde la década de los años 60, aunque los mayores avances comienzan con los estudios del profesor de horticultura Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón aproximadamente en 1970 (Callisaya y Fernández, 2017). En experimentos reunió unas 2 000 especies de microorganismos de los cuales 80 mostraron efectos eficaces. El profesor por accidente colocó una mezcla de los ME en arbustos pequeños y al cabo del tiempo observó un estímulo importante en el crecimiento de los mismos. Como tecnología los ME consisten en un cultivo microbiano mixto de especies de microorganismos seleccionadas los cuales coexisten en un pH aproximado de 3,5 (Camones y Noemi, 2015).

Los ME son una mezcla de diferentes microorganismos tanto aerobios como anaerobios con más de 80 cepas, que representan cerca de 10 géneros diferentes y que poseen aproximadamente cerca de 100 millones de microorganismos activos/mL a un pH entre 3,2 y 3,8. Estos microorganismos fisiológicamente compatibles y mutuamente

complementarios, coexisten en equilibrio en un cultivo líquido o sólido y pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana de suelos y plantas (Zhou *et al.*, 2009).

2.2.2 Grupos taxonómicos fundamentales que integran los ME

Las principales especies incluidas en preparaciones ME son las bacterias del ácido láctico, las bacterias fotosintéticas, las levaduras, los actinomicetos y los hongos (FUNDASES [Fundación de Asesorías para el Sector Rural], 2014).

En tal sentido Díaz *et al.* (2019) plantea que los microorganismos nativos están compuestos entre otros por bacterias fotosintéticas o fototróficas no sulfurosas (*Rhodopseudomonas* sp.), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp.) y levaduras (*Saccharomyces* sp.) en concentraciones superiores a 10⁵ unidades formadoras de colonias/mL

Cada una de las especies contenidas en él ME tiene su propia e importante función. Sin embargo, la bacteria fotosintética según Shuichi (2009) es el pivote de la tecnología, pues soportan las actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias sustancias producidas por otros microorganismos.

Las bacterias ácido lácticas son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Anguiano *et al.*, 2017). Este grupo de bacterias incluye géneros como *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*) *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (*S. lactis*) y *Pediococcus*.

Las bacterias fotosintéticas están representadas por las especies *Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, microorganismos autótrofos facultativos. Este grupo utiliza como fuente de carbono moléculas orgánicas producidas por los exudados de las raíces de las plantas y como fuente de energía utilizan la luz solar y la energía calórica del suelo (Su *et al.*, 2017).

R. palustris es capaz de producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, todos los cuales pueden ser utilizados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento (Luna y Mesa, 2016).

R. sphaeroides además de la actividad fotosintética, muestra gran diversidad metabólica que incluyen litotrofismo, respiración aeróbica y anaeróbica, la fijación de nitrógeno y la síntesis de tetrapiroles, clorofila, hemo y vitamina B12.

Las levaduras son capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos (Vásquez *et al.*, 2016).

De acuerdo con lo afirmado por Meena y Meena (2017) las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y de aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas. Producen hormonas y enzimas que pueden ser utilizadas por las bacterias ácido lácticas.

Los actinomicetos juegan un importante papel en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos, por lo cual tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son las principales especies de actinomicetos informadas como componentes de ME (Vurukonda *et al.*, 2018).

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo y una gran cantidad son antagonistas de especies fitopatógenas. Dentro de las principales especies se encuentran: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer (El-Gendy *et al.*, 2017).

2.2.3 Efectos de la aplicación de ME en cultivos de importancia económica

Los efectos beneficiosos de los ME en los cultivos agrícolas están dados por el aumento de la eficacia de la materia orgánica como alternativa nutricional, a la resistencia de las plantas a plagas agrícolas y el aumento de la producción de antioxidantes que suprimen

los efectos adversos de los radicales libres en el metabolismo de las plantas (Talaat, 2015).

El uso de los ME en plantas, inducen mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades, puesto que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad de fotosíntesis a través de un mayor desarrollo foliar (Haney *et al.*, 2015).

Calero *et al.* (2018) al evaluar la respuesta de dos cultivares de frijol común (Velazco largo y Cuba cueto [CC-25-9-N]) a la aplicación foliar de microorganismos eficientes concluyeron que la misma estimuló los parámetros morfológicos y productivos evaluados, como el número de hojas, la masa seca, el promedio de vainas, los granos por vainas, la masa de 100 granos y el rendimiento en relación con el control sin aplicación.

Investigaciones realizadas en nuestro país en cultivos de importancia económica como rábano (Calero *et al.*, 2019a; Liriano *et al.*, 2020), frijol (Vasallo *et al.*, 2018; Calero *et al.*, 2019b,) y arroz (Calero *et al.*, 2020) evidencian el efecto benéfico de los ME en el incremento del crecimiento y productividad.

2.2.4 Bioproducto de microorganismos eficientes IHPlus®

El uso de ME como biofertilizantes se ha convertido en una práctica común entre las estrategias de manejo agrícola sostenible en diversos países, entre ellos Cuba. De esta tecnología surge una variada gama de productos como los fertilizantes orgánicos fermentados, abonos fermentados, biofermentos y lactofermentos como el IHPLUS® (Tellez y Orberá, 2018).

El IHPLUS®, es un bioproducto de amplio uso agropecuario basado en microorganismos nativos. Se deriva de la introducción, adaptación y diseminación de la tecnología desarrollada en Japón, que utiliza una mezcla de microorganismos eficientes

como biofertilizante, probiótico, antiséptico, y limpieza de residuales líquidos de la agricultura y el turismo. Adaptada al utilizar microorganismos de estratos bajos de bosques no perturbados o poco intervenidos por el hombre, en Cuba y sustratos nacionales locales. Lograda en la Estación Experimental Indio Hatuey con marca registrada por la Oficina Nacional de la Propiedad Industrial (Díaz *et al.*, 2020).

Tellez y Orberá (2018) al embeber semillas de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en IHPLUS® obtuvieron un mayor crecimiento en la altura de este cultivo en comparación con las semillas no tratadas, además expresaron que este resultado puede estar relacionado con la capacidad que poseen estos bioproductos de excretar vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y sustancias antioxidantes que contribuyen a suprimir el crecimiento de los microorganismos fitopatógenos generando nutrientes asimilables por las plantas, estimulando su crecimiento.

La aplicación del IHPLUS® a semillas de sorgo [*Sorghum bicolor* L. (Moench)] tuvieron un efecto positivo sobre el proceso de germinación, al incrementar el porcentaje, el valor de germinación y el crecimiento de los órganos vegetativos, lo que indicó la presencia de compuestos bioactivos que lo estimularon (Díaz *et al.*, 2019).

2.3 Micorrizas

El termino micorrizas (del griego mico: hongo; riza: raíz) señala que esta asociación se establece en las raíces de las plantas.

Las micorrizas arbusculares son asociaciones del tipo mutualista entre plantas y una gran variedad de hongos (Smith y Read, 2008).

La simbiosis micorrízica es una asociación mutuamente beneficiosa que se establece entre las plantas y ciertos hongos del suelo. Es la asociación más antigua del planeta y se plantea que ya estaba presente hace 400 millones de años y las plantas como hoy las conocemos han sido resultante de esta simbiosis (Hamel y Plenchette, 2017).

La simbiosis micorrízica arbuscular se encuentra presente entre el 75 y 80% de las especies vegetales y dentro de las cuales se encuentran prácticamente todos los cultivos económicos (Rivera *et al.*, 2020).

2.3.1 EcoMic®

El EcoMic® es un inoculante simple a base de cepas eficientes de HMA que además son generalistas con las especies vegetales. Se presenta en formulación sólida, con una textura de polvo fino y el 90% del mismo pasa por un tamiz de 0,84 mm y el 69% por tamiz de 0,5 mm (Rivera *et al.*, 2020).

Este inoculante desarrollado en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) (Fernández *et al.*, 2000) presenta entre sus ventajas: que se aplica en bajas cantidades, de forma general recubriendo las semillas y sin requerir adherentes, simplemente utilizando agua; se recomienda para amplio espectro de cultivos y tipos de suelos; se obtienen resultados reproducibles con su uso; mantiene su efectividad almacenado en lugares frescos y secos hasta 18 meses después de producido y se integra satisfactoriamente con los diferentes bioproductos y prácticas culturales que se utilizan en los sistemas agrícolas. El EcoMic® está inscrito en el Registro de Fertilizantes y Bioproductos del MINAG (RCF 004/15), así como posee Permiso de Liberación en el país, emitido por el Centro Nacional de Seguridad Biológica, MB04–P(82)19 (Rivera *et al.*, 2020).

2.3.1.1 Formas de aplicación del EcoMic®

En el periodo que se diseñó el EcoMic® los inoculantes micorrízicos se aplicaban en el hoyo o surco previo a la plantación y si bien para el caso de producción de posturas de cafetos y de cítricos, y para plantaciones de frutales con densidades de 400 plantas.ha⁻¹, las cantidades eran manejables y no eran muy altas, sin embargo para los granos y raíces tropicales se recomendaban cantidades que oscilaban entre 200 y 500 kg.ha⁻¹ de inoculantes (Sieverding, 1991), las cuales no eran factibles ni económicamente, ni por el alto volumen a utilizar.

El EcoMic® surgió para poder aprovechar los beneficios de la inoculación de cepas eficientes en los granos y cultivos de siembra vía semillas gámicas que se cultivan con altas densidades de plantación que oscilan entre 40 000 y 250 000 plantas.ha⁻¹; no obstante, se puede además aplicar por diversas vías, algunas de las cuales fueron precisándose con posterioridad y que permite su aplicación económica en

prácticamente todos los cultivos con respuesta positiva a la inoculación (Rivera *et al.*, 2020).

2.3.1.1.1 Aplicación vía recubrimiento de semillas gámicas

El recubrimiento a las semillas se realiza aplicando cantidades de EcoMic® que oscilan entre 8 a 10% del peso de la semilla. El recubrimiento de acuerdo con Rivera *et al.* (2020) se puede realizar de dos formas:

1) A partir de la cantidad de EcoMic® necesaria para recubrir la semilla a sembrar y preparando una mezcla en una relación de 1 kg EcoMic® por 600 mL de agua. Adicione la semilla y homogenice lo mejor posible, si fuera necesario humedecer más la semilla, o aplicar un poco más de EcoMic®, hágalo.

2) La semilla se humedece previamente, por ejemplo, con 300 mL de agua por cada 50 kg de semilla y se espolvorea poco a poco la cantidad de EcoMic®, mezclando constantemente, si se da cuenta que el producto no cubre bien porque está muy seco adicione más agua, repita este proceso hasta que haya aplicado todo el EcoMic®, no importa que se pase con el agua.

Para ambos procedimientos deje orear la semilla recubierta dos a tres horas a la sombra y proceda a sembrarla.

En el caso de leguminosas en que se maneje la aplicación conjunta con biofertilizantes a base de rizobios (formulación líquida 200 mL para 50 kg de semilla), utilice la dosis de Azofert® como parte del líquido necesario para humedecer la semilla. De forma similar proceda con la aplicación combinada con Quitomax® realizada en siembra.

En semillas pequeñas como las de pastos, girasol, crotalaria es conveniente aplicar el 10% del producto, mientras que, en semillas de tamaño similar al frijol, maíz se utiliza entre 8 y 10% y en semillas grandes como las de *Canavalia ensiformis* se utiliza 8%.

En el caso de producción de posturas de mango y aguacate también se puede utilizar el recubrimiento de la semilla a partir de una mezcla a partes iguales de EcoMic® y agua e inmersión de las semillas para que queden totalmente o parcialmente cubiertas en dependencia del cultivo. Después se ponen a orear a la sombra para facilitar la manipulación.

2.3.1.1.2 Aplicación vía recubrimiento de semillas vegetativas

Las semillas vegetativas no son factibles de recubrir con el tipo de mezcla y relación kg EcoMic® por kg de semilla que se aplican en las semillas gámicas, debido al alto volumen y peso de semilla que se aplica por hectárea, así como a la diversidad de manejo que se le hace a ese tipo de semilla.

La aplicación directa debajo de la semilla en dosis de inoculante de 20 a 50 g por planta (Sieverding, 1991) aunque efectiva, es prohibitiva debido a la alta cantidad de plantas que se siembran por hectárea.

Ruiz *et al.* (2012) desarrollaron un método a partir del criterio de recubrir el material vegetativo que se introduce en el suelo, con mezclas más diluidas por ejemplo de 1 kg EcoMic® en 5 litros de agua, las cuales fueron efectivas para la yuca, el boniato, la malanga; no obstante, solo en el cultivo de yuca las cantidades recomendadas ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de EcoMic®) son económicamente factibles de utilizar, siendo necesario emplear otros procedimientos que permitan disminuir las cantidades a aplicar de EcoMic® ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2.3.1.1.3 Aplicación vía efecto de permanencia en secuencias de cultivos

El carácter generalista de las cepas eficientes utilizadas permite que la reproducción de propágulos que se obtienen al inocular y micorrizar eficientemente un cultivo, sean suficientes para micorrizar el cultivo en sucesión, siempre que no pasen más de 30 días entre la cosecha del inoculado y la siembra o plantación del siguiente. Para el tercer cultivo en la secuencia, de forma general es necesario inocular (Rivera *et al.*, 2020). Este efecto se encontró en diferentes experimentos realizados en los suelos Pardos mullidos carbonatados y Ferralíticos Rojos con diferentes secuencias de cultivos varios, resumidos por Rivera *et al.* (2003) y por Ruiz *et al.* (2012).

2.3.1.1.4 Aplicación vía abonos verdes

Las leguminosas comúnmente utilizadas como abonos verdes son dependientes de la micorrización.

La respuesta de estas leguminosas a la inoculación micorrízica no solo se expresa a través del incremento de los contenidos de nutrientes y cantidades de biomasa, sino

que también aumenta la fijación biológica del nitrógeno atmosférico (FBN) que realizan, vía simbiosis con los rizobios (Bulgarelli *et al.*, 2017).

El abono verde principalmente estudiado ha sido la *Canavalia ensiformis*. Como cultivo precedente se siembra a 0,5 x 0,2 metros (100 000 plantas.ha⁻¹) a razón de 125 kg.ha⁻¹ de semilla y se inocula al 8% (10 kg.ha⁻¹ de EcoMic®), debiendo tenerse en cuenta que esta cantidad de EcoMic® es para dos cultivos (la canavalia y el cultivo principal).

Se recomienda además inocular la canavalia con rizobios (Azofert-can®) de forma similar a como se describió anteriormente, con vistas a incrementar la cantidad de nitrógeno derivado de la FBN, la cual es un aporte al sistema.

En cultivos como el banano, plátano, yuca, morera, entre otros, se recomienda asimismo el intercalamiento de la canavalia inoculada (Rivera *et al.*, 2020).

2.3.1.1.5 Aplicación directa al suelo

La aplicación directa al suelo en el hoyo debajo de las semillas, plántulas o posturas se realiza en viveros de cafetos (5-10 g), aclimatización de vitroplantas (10 g) y establecimiento de plantaciones de frutales (20 a 40 g).

La reinoculación en plantaciones de frutales, aplicando 40 g de EcoMic® en cada planta y subdividida en dos a cuatro hoyos de 20 cm de profundidad y localizados debajo de la copa de los árboles.

La reinoculación en áreas de pastos y forrajes ya establecidos se realiza mezclando de 15 a 20 kg de EcoMic® en 200 litros de agua y aplicar en una hectárea con mochila o asperjadora sin boquilla, después de haber ejecutado el último corte de la época poco lluviosa (Rivera *et al.*, 2020).

2.3.2 Ventajas de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA)

En numerosos estudios se ha demostrado las ventajas de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares en suelos de baja fertilidad (Herrmann *et al.*, 2015). El efecto más importante que producen los HMA en los cultivos es un incremento en la absorción y traslocación de nutrimentos del suelo como N, P, K, Ca, y Mg (Säle *et al.*, 2015) que

se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como un mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante (Rodríguez *et al.*, 2017).

El incremento en la absorción y la mejora en la economía del agua de las plantas por la micorrización es un efecto bien fundamentado y asociado no solo con la mayor capacidad de exploración y absorción de las raíces micorrizadas, sino por cambios en la fisiología de las plantas relacionadas con la apertura de estomas (Ruiz *et al.*, 2012).

Dantas *et al.* (2015) señalaron que los HMA incrementan el volumen radicular de la planta, lo que permite una mayor extensión de las raíces en la rizosfera y, por lo tanto, una mayor cantidad de esporas que facilitan la captación de nutrientes.

João *et al.* (2016) con la aplicación de HMA (*Funneliformis mosseae*) en el cultivo de la yuca, obtuvo incrementos significativos en todas las variables evaluadas. Se lograron plantas más vigorosas, con un mayor crecimiento y un incremento en altura de 21%. Asimismo, los rendimientos de las raíces comestibles se elevaron con respecto al control.

La respuesta positiva de las plantas (mayor crecimiento) a la aplicación del EcoMic® se debe según Bonareri y Mugendi (2016) a que es un biofertilizante compuesto por hongos micorrízico arbusculares (HMA), que proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes. También intervienen en la absorción del fósforo del suelo (Bagyaraj *et al.*, 2015)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área experimental

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento en el vivero comercial ubicado en el km 141 de la Autopista Nacional perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Eliseo Reyes” del municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, Cuba. Localizada entre los 22°41’55,73N de latitud norte y los 80°42’53,61W de longitud oeste. La instalación cuenta con un área de una hectárea destinada a la producción de posturas de frutales.

Las condiciones climáticas generales de esta zona se caracterizan por una temperatura media mensual en el mes más frío de 14,4 °C (enero) y de 33,4 °C en el mes más cálido (julio), una precipitación media anual de 1 494 mm con el período lluvioso entre mayo y octubre, humedad relativa media superior a 80% y 7,6 horas de luz solar (Aranguren, 2009).

3.2 Material vegetal utilizado

Como material vegetal se utilizaron semillas de aguacate procedentes de la variedad “Criolla”, sin daños mecánicos ni afectaciones de patógenos, dada la estabilidad frente a las condiciones climáticas y agroproductivas en nuestro país. Estas se lavaron previamente con agua común y se colocaron en un pre germinador compuesto por aserrín en un 100% donde permanecieron por 30 días. Para la siembra se emplearon bolsas de polietileno negro de 36x24 cm y 6 L de capacidad. Como sustrato se utilizó una mezcla de suelo (ferralítico rojo) combinado con materia orgánica en una relación (80/20). Se empleó el sistema de riego localizado (microaspersión).

3.3 Tratamientos estudiados

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

I: Testigo (Sin aplicación de producto)

II: EcoMic® (100%) a 10 g por bolsa debajo de la semilla en el momento de la siembra. Producto suministrado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

III: IHPlus® (100%) a 5 mL por bolsa debajo de la semilla en el momento de la siembra, a los 30 días y a los 90 días. Producto suministrado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.

IV: EcoMic® (50%) + IHPlus® (50%) (igual que en los tratamientos II y III).

3.4 Evaluaciones de las variables respuesta

➤ Germinación de las semillas (%)

A los 30 días de haberse sembrado las semillas en bolsas se determinó por conteo físico el número de semillas germinadas.

➤ Crecimiento de las plantas

Para determinar el crecimiento de las plantas a los 90 días de la siembra de las semillas en bolsas se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Altura de las plantas (cm). Se midieron las plantas desde el cuello de la raíz hasta la parte apical con una regla graduada.
- Diámetro del tallo (cm). Se midieron las plantas por su parte media, con un pie de rey.

➤ Crecimiento de los brotes

A los 120 días de sembradas las semillas en bolsas se determinó:

- Número de hojas por conteo físico
- Peso fresco de las hojas. Se realizó con una balanza digital
- Peso seco de las hojas. Las muestras fueron colocadas en estufa a 60 °C hasta obtener un peso constante, posteriormente se pesaron en una balanza digital.

➤ Crecimiento de las raíces

Para ello a los 120 días de haberse sembrado las semillas en las bolsas se midió:

- Longitud del sistema radical (cm). Fue medida con una regla graduada.
- Peso fresco de la raíz. Se retiró el sustrato a las raíces, se lavaron y se situaron a secar a la sombra; posteriormente se pesaron en una balanza analítica.
- Peso seco de la raíz. Las muestras fueron colocadas en estufa a 60 °C hasta obtener un peso constante, a continuación, se pesaron en una balanza analítica.

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones y 15 plantas por réplica para un total de 45 en cada combinación y los resultados obtenidos fueron procesados según el paquete estadístico STATISTICA, Versión 6.0 (StatSoft, 2003). Los datos de porcentaje de germinación por tratamiento fueron transformados a $\sqrt{P+1}$, para garantizar la normalidad de los datos. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple a un nivel de significación de $p \leq 0.05$. Las diferencias entre las medias se establecieron por el Test de Tuckey.

3.6 Valoración económica de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero.

En la valoración económica de los resultados de la aplicación del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero se tuvieron en cuenta los gastos de mano de obra y recursos empleados con respecto al ahorro de tiempo que se puede obtener con el uso de estas alternativas biológicas de forma combinada lo que representa un menor costo de producción y mayores ganancias.

Para la determinación de los costos de producción por tratamientos se tuvo en cuenta:

- Costo de materiales:
 - Bolsas con el sustrato: \$ 5,60 CUP
 - IHPlus®: \$ 8 CUP el L
 - EcoMic®: \$ 34,5 CUP el kg
- Gasto de mano de obra: \$ 100 CUP diarios

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Determinación del efecto de la aplicación de IHPlus® y EcoMic® en la producción de plantas de aguacate en la fase de vivero.

4.1.1 Germinación de las semillas (%)

La germinación de la semilla de acuerdo con Curiel (2011), es una serie de acontecimientos metabólicos y morfogenéticos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma; es decir, es el proceso mediante el cual la semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Para que esto suceda tienen que darse determinadas condiciones como son la viabilidad de las semillas, la disponibilidad de un sustrato con textura, estructura y humedad apropiada, suficiente capacidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para que puedan desarrollarse todos los procesos metabólicos necesarios para el desarrollo de la plántula.

En la figura 1 se muestran los resultados de la evaluación realizada a los 30 días de haberse trasplantado las semillas del pre germinador a las bolsas, observándose de forma general uniformidad en todos los tratamientos, donde se alcanzó valores de 95% de germinación, sin diferencias significativas. Esto pudo deberse a que las semillas provenían de frutos de árboles vigorosos y que habían alcanzado su madurez fisiológica. Sin daños mecánicos ni afectaciones de patógenos, procedentes de la variedad "Criolla", dada la estabilidad frente a nuestras condiciones climáticas y agroproductivas. Además, que las semillas fueron sembradas inicialmente en un pre germinador compuesto por aserrín en un 100% donde permanecieron por 30 días.

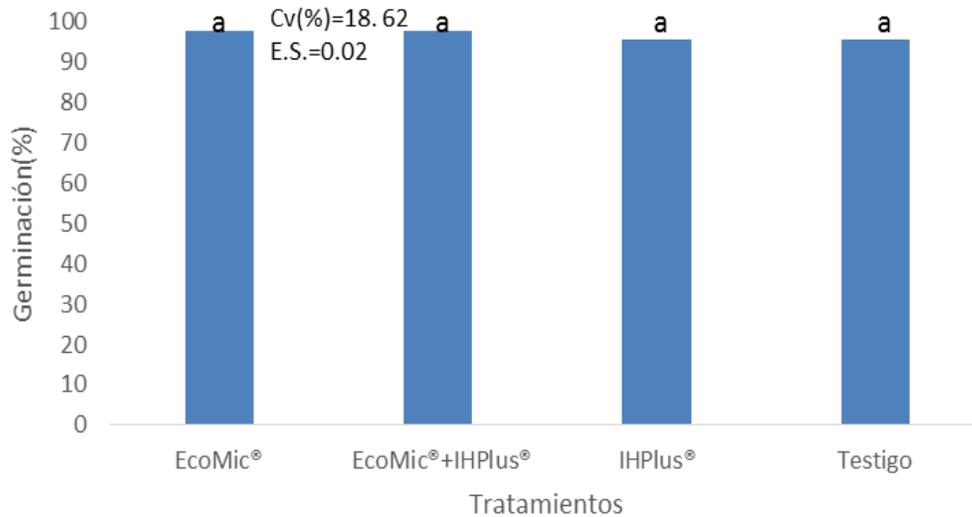


Figura 1. Comportamiento de la germinación de las semillas de aguacate a los 30 días del trasplante del pre germinador a las bolsas.

Resultados estos positivos si se tiene en cuenta que la etapa de germinación es la más propicia para las afectaciones de enfermedades fungosas a las semillas debido a los altos niveles de humedad que predominan durante este período, además que en estas primeras etapas del desarrollo se detectan elevadas tasas de mortalidad causadas principalmente por desecación, depredación, enfermedades y competencia entre las propias plántulas (Curiel, 2011).

Este autor al estudiar la efectividad de la inoculación de cepas de HMA en el cultivo del aguacate en fase de vivero obtuvo las mejores condiciones para la germinación en las semillas colocadas en el pre germinador (100% cascara de maní). Resultados estos que coinciden con los obtenidos en el presente trabajo, donde los porcentos de germinación fueron similares en todos los tratamientos, lo que pudo estar dado a las condiciones en que se desarrollaron las semillas en su etapa inicial ya que fueron sembradas en el pre germinador (100% aserrín) donde permanecieron por 30 días. Aspectos relacionados con los sustratos como la aireación, drenaje y control de la humedad, ejercieron una influencia positiva en la germinación y el crecimiento de las posturas, coincidiendo en tal sentido con Curiel (2011).

El porcentaje de germinación alcanzado en los tratamientos con IHPLUS® puede estar relacionado con la entrada hacia el interior de las semillas de sustancias reguladoras del crecimiento, tales como auxinas, citoquininas y giberelinas producidas por los microorganismos del IHPLUS® (Damam *et al.*, 2016). Estos compuestos estimulan procesos como la división y el alargamiento celular, que permiten el crecimiento de las diferentes estructuras vegetales (Mohite, 2013).

Díaz *et al.* (2019) al estudiar el efecto del IHPLUS® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench) alcanzó los valores más elevados a los siete días con 6% de IHPLUS® y 4 horas de inmersión, con un porcentaje de germinación superior al 80%.

Ferrás *et al.* (2021) destacan que al fermentar las semillas de café en un medio con mayor concentración del bioproducto se aumentó la germinación, los tratamientos con un 15 y 20% de IHPLUS® incrementaron este indicador en un 13,4 y 16,1% respectivamente en comparación al testigo.

4.1.2 Crecimiento de las plantas

En la tabla 1 se muestran los resultados de la influencia de los tratamientos en las variables de crecimiento, altura de las plantas y diámetro del tallo a los 90 días del trasplante.

Los mejores resultados para la variable altura de las plantas se lograron con el IHPlus® y EcoMic®+IHPlus® sin diferencias significativas entre ellos, pero si con el resto de los tratamientos, los cuales se comportaron de forma similar.

Tabla 1. Efectos de IHPlus® y EcoMic® en las variables de crecimiento de las plantas de aguacate a los 90 días del trasplante a las bolsas.

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del tallo (cm)
EcoMic®	52,72 b	0,94 ab
EcoMic®+IHPlus®	62,34 a	1,02 a
IHPlus®	62,95 a	0,88 bc
Testigo	52,46 b	0,80 c
Cv (%)	23,66	22,39
ES	1,03	0,01

Las diferencias observadas entre los tratamientos con IHPlus® y los no tratados con este producto pueden estar asociadas con el balance hormonal que se establece en el interior de las semillas, entre los distintos reguladores del crecimiento endógenos y exógenos. La concentración de auxinas y la interacción entre estas con los reguladores del crecimiento tienen un papel fundamental en la respuesta fisiológica de las plantas (Lambrecht *et al.*, 2000).

De igual modo, como refiere Mohite (2013), las sustancias reguladoras del crecimiento, tales como auxinas, citoquininas y giberelinas producidas por los microorganismos del IHPlus® estimulan procesos como la división y el alargamiento celular, que permiten el crecimiento de las diferentes estructuras vegetales.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por diferentes autores, quienes estudiaron el efecto de distintos biopreparados a base de microorganismos aislados de la rizosfera, sobre el proceso de germinación y crecimiento de plántulas de especies como *Oryza sativa* L. (Jamil *et al.*, 2014), *Cicer arietium* L. (Biswas *et al.*, 2014) y *Cerasus sachalinensis* Kom. (Qin *et al.*, 2016).

Díaz *et al.* (2019) reportan un crecimiento de las raíces y de la parte aérea de las plantas de *Sorghum bicolor* L. (Moench) al aplicar IHPLUS® en diferentes concentraciones y tiempos de inmersión.

En el cultivo de la caigua (*Cyclanthera pedata*) de acuerdo con Ríos (2017), el efecto de la interacción de todo este conjunto de microorganismos (levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, actinomicetes) facilitó mayor vigorización de la planta, mayor viabilidad en las condiciones fisiológicas y metabólicas de la planta, mayor incremento y producción de la tasa fotosintética, trayendo como consecuencia mayor crecimiento y desarrollo de las plantas.

Tellez y Orberá (2018) al embeber semillas de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en IHPLUS® obtuvieron un mayor crecimiento en altura en comparación con las semillas no tratadas. Además, expresaron que esto puede estar relacionado con la capacidad que poseen estos bioproductos de excretar vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y sustancias antioxidantes que contribuyen a suprimir el crecimiento de los microorganismos fitopatógenos generando nutrientes asimilables por las plantas, estimulando su crecimiento.

De igual modo Ferrás *et al.* (2020) en estudios realizados sobre el efecto de bioproducto en la germinación de semillas y desarrollo de posturas de café (*Coffea arabica* L.) observaron que las semillas embebidas en IHPLUS® más la aspersion foliar de este bioproducto propiciaron el mejor desarrollo de las posturas con un incremento en la altura, el diámetro del tallo, la masa seca total y el área foliar del 20%, 13%, 29% y 30% respectivamente en comparación el tratamiento control. Los resultados de este estudio indican que al realizar tratamientos pre-germinativos a las semillas de café con IHPLUS®, se incrementa el desarrollo vegetativo de las plantas en la fase de vivero, efecto que puede ser más o menos marcado en función de la fertilidad de los sustratos.

El aguacate es un cultivo que responde favorablemente a la inoculación micorrízica (Bañuelos *et al.*, 2013). Sin embargo, existe una gran diversidad genética y funcional de especies de HMA (Helgason y Fitter, 2009), a su vez los géneros de HMA asociados a una misma especie de hospedero presentan diferencias en relación al nivel y capacidad de esporulación (Bever, 2002), y habilidad para colonizar las raíces (Klironomos y Hart, 2002).

El efecto más importante que producen los HMA en los cultivos según Säle *et al.* (2015) es un incremento en la absorción y traslocación de nutrimentos del suelo como N, P, K,

Ca, y Mg, que se traduce de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2017) en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como un mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante.

Silva y Siqueira (1991), al estudiar el efecto de la inoculación con seis hongos micorrízicos en plantas de aguacate, mango y plátano, llegando a la conclusión que el crecimiento y estado nutricional de las plantas es favorecido por la micorriza, encontrando a su vez una respuesta en el crecimiento de un 30 y 20% en las plantas de mango y aguacate en fase de vivero respectivamente.

Al analizar los resultados de las evaluaciones de la variable de crecimiento diámetro del tallo de las plantas (Tabla 1) se pudo comprobar que existieron diferencias significativas entre tratamientos, el mayor diámetro se alcanzó con la aplicación de EcoMic®+IHPlus® con 1,02 cm; el cual no difiere de la aplicación de EcoMic® pero si del resto de los tratamientos.

Jaizme y Azcon (1995), en estudios realizados en aguacate y otros frutales (papaya, piña, plátano), obtuvieron una respuesta efectiva a la micorrización con especies de hongos de los géneros *Glomus* sp., *Acaulospora* sp, *Scutellospora* sp, y *G. fasciculatum* en el crecimiento y nutrición de las plantas, significando esta respuesta en las etapas iniciales de estos cultivos.

Resultados similares fueron reportados por Curiel (2011) en estudios sobre la efectividad de la inoculación de cepas de HMA en el cultivo del aguacate en fase de vivero mostrando respuesta positiva a la micorrización.

De acuerdo con lo señalado por Bonareri y Mugendi (2016) la respuesta positiva de las plantas (mayor crecimiento) a la aplicación del EcoMic® se debe a que es un biofertilizante compuesto por hongos micorrízico arbusculares, que proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes. También intervienen en la absorción del fósforo del suelo (Guisande *et al.*, 2016).

El fósforo es uno de los nutrientes más limitantes, y resulta esencial para el crecimiento de los cultivos. Tiene además otros efectos beneficiosos, como el control de los patógenos de las raíces; es parte integral de la actividad celular, y establece sinergias con otros microorganismos beneficiosos del suelo (Bagyaraj *et al.*, 2015).

En estudios realizados por Gómez (2019) sobre el efecto de la biofertilización con EcoMic® en el cultivo de la frutabomba (*Carica papaya* L.) en condiciones de producción observó que el crecimiento en diámetro de tallo a los 90 (ddt) resultó alto para las plantas que fueron inoculadas con el biofertilizante, cuando fueron comparadas con aquellas que no se les realizó la fertilización, mostrando diferencias estadísticas significativas durante todo el período evaluado. Estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo lo que indica que en esta etapa las plantas inoculadas ya están colonizadas y por lo tanto reciben los beneficios de la simbiosis.

La utilización de estos biofertilizantes en sustratos de baja fertilidad, aumentan la capacidad del cultivo para nutrirse, incrementando su desarrollo en altura y vigor, evitando así la caída de la planta en producción (Ruiz *et al.*, 2016).

Quiñones *et al.* (2014), al estudiar la combinación de la simbiosis micorrízica arbuscular, con fuentes de materia orgánica para el crecimiento de la frutabomba, en la variable diámetro del tallo, observó que los tratamientos inoculados mostraron diferencias significativas con respecto a los no inoculados, resultados que concuerdan con los obtenidos en esta investigación.

El efecto más importante que producen los HMA en los cultivos es un incremento en la absorción y traslocación de nutrientes del suelo como N, P, K, Ca, y Mg (Säle *et al.*, 2015) que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como un mayor porcentaje de sobrevivencia al trasplante (Rodríguez *et al.*, 2017).

La inoculación con consorcios de especies de HMA (*Glomus fasciculatum*, *Glomus constrictum*, *Glomus tortuosum*, *Glomus geosporum*, *Acaulospora scrobiculata* *Glomus mosseae* y *Glomus cubense*) propiciaron un mayor desarrollo en plantas de aguacate criollo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*) respecto a las plantas testigo, incrementando la altura de planta hasta 54%, diámetro del tallo (hasta 36%), número y longitud de hojas (48% y 40% respectivamente), así como peso fresco de la raíz (hasta 85%) (Castro *et al.*, 2013)

Los resultados al aplicar IHPlus® pueden estar dado por el efecto de los microorganismos eficientes en el sistema suelo-planta.

Luna y Mesa (2016), señalan que los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medioambiente más sostenible y provocan el incremento de las variables productivas.

Schlatter *et al.* (2017) plantea que los microorganismos benéficos o eficientes a su vez pueden promover el reciclaje de nutrientes en el suelo, así como incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Abreu *et al.* (2021) al evaluar diferentes dosis de microorganismos benéficos en la obtención de posturas de coco en vivero, obtuvieron un incremento en la altura, grosor del tallo y número de hoja en relación al testigo con dosis de 10 y el 15% de microorganismos eficientes.

Varios autores reportan resultados favorables para este indicador con la aplicación de bioproductos. Lescaille *et al.* (2015) alcanzaron los mejores resultados al combinar dos cepas de EcoMic® con microorganismos eficientes. Santana *et al.* (2016) concluyeron a partir de estudios realizados que la utilización de FitoMas-E® y *T. harzianum* favorece la germinación y crecimiento de plántulas de tomate, con incremento en los valores de diámetro del tallo.

El tratamiento EcoMic®+IHPlus® mostró los mejores resultados para las variables altura y diámetro lo que demuestra que la altura de la planta está relacionada directamente con el diámetro del tallo, por lo que el incremento de la altura, favoreció el grosor del tallo. Según Alcántara *et al.* (2015), este comportamiento se debe al efecto del N, que favorece el crecimiento vegetativo. El P regula el metabolismo de los carbohidratos y proporciona un mayor aporte de fotosintatos al parénquima, que funciona como reservorio. El K interviene en la formación de glúcidos y ejerce una notable influencia sobre el aumento del diámetro del tallo.

En el cultivo de tabaco tratado con microorganismos eficaces (EM) los resultados mostraron un aumento significativo de la altura de la planta y circunferencia del tallo (Chantal *et al.*, 2013).

4.1.3 Crecimiento de los brotes

En la tabla 2 se presentan los resultados de las evaluaciones del número, peso fresco y seco de las hojas de las plantas de aguacate con el empleo de los dos bioproductos a los 120 días posteriores al trasplante a las bolsas.

Se puede observar que para la variable número de hojas el tratamiento EcoMic®+IHPlus® con 46,66 hojas fue el de mejores resultados seguido por IHPlus® y EcoMic® sin diferencia significativas entre ellos, pero si respecto al testigo.

Tabla 2. Evaluación del número, peso fresco y seco de las hojas de las plantas de aguacate a los 120 días posteriores al trasplante.

Tratamientos	Número hojas	Peso fresco hoja (g)	Peso seco hoja (g)
EcoMic®	44,0 a	61,13 c	20,66 b
EcoMic®+IHPlus®	46,66 a	88,8 a	28,46 a
IHPlus®	44,26 a	78,8 ab	21,33 b
Testigo	34,53 b	68,4 bc	19,6 b
Cv (%)	19,03	25,84	28,91
ES	1,04	2,47	0,84

La aplicación de IHPLUS® aumenta el vigor y crecimiento de tallos y raíces de las plantas; incrementa el crecimiento, la calidad, la productividad de los cultivos y capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Toalombo, 2012).

Estos resultados se corresponden, con los obtenidos en el cultivo del cacao al evaluar dos cepas de micorrizas en un suelo pardo, donde las cepas empleadas mostraron un mayor área foliar e índice de vigor de las plántulas (Barroso *et al.*, 2015).

González (2012) al estudiar diferentes sustratos y bioestimuladores en plántulas de tomate y pimiento en cepellón, para el parámetro número de hojas verdaderas no existió diferencia entre tratamientos. Resultados que coinciden con los obtenidos en la presente investigación donde los tratamientos a los que se les adicionaron los

bioproductos y sus combinaciones no difirieron estadísticamente entre ellos, pero si con respecto al testigo.

Resultados de investigaciones realizadas en el cultivo de col, mostraron un aumento del área foliar, esto sugirió que ME mejora la calidad, así como el rendimiento de la planta (Chantal *et al.*, 2010).

La variable peso fresco de las hojas (Tabla 2) presenta diferencia significativa entre tratamientos, la aplicación combinada EcoMic®+IHPlus® con 88,8 g mostro el mayor valor, el cual no difiere de la aplicación de IHPlus® pero si del resto de los tratamientos evaluados. De igual forma los mayores valores del peso seco de las hojas se alcanzó con EcoMic®+IHPlus® difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos.

González *et al.* (2015) al emplear un bioestimulante de origen bacteriano a partir de *Burkholderia cepacia* (Palleroni y Holme), durante las fases de crecimiento y desarrollo de plántulas de cafeto de *Coffea canephora* P. cv. 'Robusta' obtuvieron resultados favorables para los indicadores número de pares de hojas, altura de la planta y masa seca.

La interacción entre los bioestimulantes causó efecto positivo en el comportamiento de las variables peso fresco y seco de las hojas de las plantas de aguacate. Estos resultados pueden estar dado por el mutualismo hongo-planta que se ven favorecidos por la asociación: el hongo coloniza la raíz de la planta y le proporciona nutrientes minerales y agua, que extrae del suelo por medio de su red externa de hifas, mientras que la planta suministra al hongo substratos energéticos y carbohidratos que elabora a través de la fotosíntesis (Dorrego, 2000).

La producción de peso fresco y seco por planta se favoreció más al combinar ambas alternativas, lo que demuestra el efecto positivo y sinérgico que se establece entre ambos productos en el interior de la planta, resultados que se corresponden con los encontrados en estudio realizado en la especie forestal *Albizzia cubana* en condiciones de vivero (Rodríguez *et al.*, 2011).

4.1.4 Crecimiento de las raíces

En la tabla 3 se muestran los resultados de las evaluaciones de la longitud, peso fresco y seco y volumen de las raíces de las plantas de aguacate con el empleo de los dos bioproductos a los 120 días posteriores al trasplante a las bolsas.

Tabla 3. Evaluación de la longitud, peso fresco y seco y volumen de las raíces de las plantas de aguacate.

Tratamientos	Longitud raíces (cm)	Peso fresco raíz (g)	Peso seco raíz (g)	Volumen raíz (m ³)
EcoMic®	33,13 a	79,13 b	23,53 a	79,8 a
EcoMic®+IHPlus®	36,0 a	96,8 a	23,33 a	83,2 a
IHPlus®	36,46 a	80,2 b	23,93 a	85,73 a
Testigo	36,6 a	71,13 b	22,2 a	64,33 b
Cv(%)	15,76	22,37	23,31	20,26
ES	0,72	2,36	0,69	2,04

Se puede observar que para la variable longitud de las raíces no existió diferencias entre los tratamientos donde se emplearon los bioproductos con respecto al testigo, por lo que podemos afirmar que el empleo de estas alternativas biológicas no tuvo un efecto notorio sobre el mayor desarrollo radicular de las plantas de aguacate.

Esto pudo deberse a que durante la primera etapa del establecimiento el HMA actúa de forma parasítica y demanda mayor flujo de fotosintatos, respecto a los beneficios que reporta a la planta. Además, la disponibilidad de nutrientes en el sistema determina la eficiencia de la simbiosis micorrízica, de forma tal que una alta disponibilidad hace decrecer la presencia de estructuras micorrízicas en el interior de las raíces. Por otra parte, el número de esporas de HMA se incrementa significativamente con el aumento del número de especies vegetales presentes (Pentón *et al.*, 2013), lo que no ocurre en condiciones de vivero. No obstante, da la ventaja de poder llevar al campo una plántula con las raíces ya colonizadas, lo que

permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo, y por ende la disminución de los costos por concepto de aplicación de estos insumos. Además, se protege el sistema radical contra ciertas enfermedades fúngicas e incrementa el crecimiento de las plantas, así como sus posteriores rendimientos.

Si se tiene en cuenta que la raíz constituye un órgano de reserva para el rebrote, además de sus funciones de anclaje y nutrición, el mayor desarrollo radical que se alcanzó en las plántulas durante la etapa de vivero debe influir posteriormente en una mayor exploración de la rizosfera y en la extracción de los nutrientes de las capas más profundas del suelo, aspectos importantes a considerar para enfrentar las condiciones adversas cuando se realice el trasplante en el campo.

Para la variable peso fresco de las raíces de las plantas el tratamiento EcoMic®+IHPlus® fue el de mejores resultados mostrando diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, los que a su vez no difirieron del testigo. Mientras que para la variable peso seco los tratamientos donde se emplearon las alternativas biológicas tanto de forma independiente como su combinación mostraron resultados similares al testigo sin tratar.

Carrillo *et al.* (2020) exponen que la apertura y cierre de los estomas es un aspecto determinante en la acumulación de carbono y biomasa de las plantas, y tiene una estrecha relación con el incremento del área foliar. El flujo de CO₂ hacia los sitios fotosintéticos ocurre a través de los estomas. Si la entrada de CO₂ es limitada producto del cierre estomático, se reduce el área foliar y por tanto la producción de masa seca de los órganos de las plantas tiende a disminuir.

Díaz (2018) al evaluar el efecto de EcoMic® y FitoMas®-E sobre indicadores morfofisiológicos y el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) obtuvo los mayores incrementos en cuanto al peso seco de la raíz al peletizar las semillas con EcoMic®.

La producción de materia seca permite evaluar el crecimiento de una planta, donde la cantidad total de materia seca acumulada es reflejo directo de la producción fotosintética líquida, sumada a la cantidad de nutrientes minerales absorbidos (Diniz *et al.*, 2011), no obstante, Álvarez y Damiao (2018) al evaluar la masa seca aérea,

radicular y total de la planta, encontraron que en ninguno de los casos se observaron diferencias estadísticas en las medias obtenidas. De forma general, las dosis de ME evaluadas, tienden a hacer que las plantas produzcan más masa seca cuando la frecuencia de aplicación es quincenal.

Los resultados de las evaluaciones del volumen de la raíz (Tabla 3) muestran resultados similares para todos los tratamientos donde se emplearon los bioproductos con diferencias significativas solo con respecto al testigo.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Dantas *et al.* (2015) quienes señalaron que los HMA incrementan el volumen radicular de la planta, lo que permite una mayor extensión de las raíces en la rizosfera y, por lo tanto, una mayor cantidad de esporas que facilitan la captación de nutrientes.

Es conocido el efecto positivo que tiene la aplicación de ME sobre la estimulación del desarrollo de las raíces y de la mejora en la nutrición debido a una mejora en la adquisición de nutrientes. Asimismo, el incremento en profundidad y superficie del sistema radical permite una mejor adquisición del agua (Aung *et al.*, 2018).

4.2 Valoración económica del empleo del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero.

La valoración económica de la aplicación de IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero se muestra en la tabla 4, donde se observa que los menores valores del costo de producción de las plantas en el vivero, se obtuvieron con la aplicación combinada EcoMic®+IHPlus® con 9 272,9 \$, dado por la disminución del número de labores, al estar las plantas listas para el injerto en un menor período de tiempo (90 días) lo que representa mayores ganancias.

Tabla 4. Valoración económica del empleo del IHPlus® y EcoMic® en el cultivo del aguacate en fase de vivero.

Tratamientos	Tiempo en vivero (días)	Costo de producción (\$)
EcoMic®	120	12 267,5
EcoMic®+IHPlus®	90	9 272,9
IHPlus®	120	12 257,4
Testigo	120	12 252,0

Los resultados económicos obtenidos por el efecto de los productos estudiados en el cultivo del aguacate en fase de vivero, resultan de gran importancia en la actualidad, donde el deterioro ambiental causado por el uso desmedido de agroquímicos y su alto costo, unido a un aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente, ha obligado a los productores a la búsqueda de soluciones para satisfacer sus necesidades alimentarias, dentro de las cuales la aplicación de bioproductos como el EcoMic® e IHPlus®, debe ser considerada como una alternativa en la producción de plantas de aguacate en la fase de vivero por su impacto económico y medioambiental.

5. CONCLUSIONES.

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en la presente investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

1. Los bioproductos EcoMic® e IHPlus® favorecieron la germinación de las semillas de aguacate, al obtenerse valores del 95% en cada uno de los tratamientos estudiados.
2. El tratamiento EcoMic®+IHPlus® manifestó los mejores resultados en la variable de crecimiento (diámetro del tallo), así como en el crecimiento de los brotes (número, peso fresco y seco de las hojas) y en el peso fresco raíz.
3. El tratamiento EcoMic®+IHPlus® resultó ser una alternativa efectiva en la producción de plantas de aguacate en vivero al obtenerse plantas de buena calidad, en menor tiempo y con un menor costo de producción.

6. RECOMENDACIONES.

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se recomienda:

1. Evaluar la respuesta de plantas de aguacate a la aplicación de EcoMic® e IHPlus® en condiciones de campo.
2. Continuar los estudios de la aplicación de bioproductos en la producción de plantas de otras especies de frutales en la fase de vivero.
3. Socializar los resultados de la investigación entre productores del cultivo del aguacate.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abreu, A.; Urgelles, I.; Díaz, A.; Merino, A. y Abreu, N. 2021. Efecto de diferentes dosis de microorganismos benéficos en la obtención de posturas de coco en vivero. Medio Ambiente y Desarrollo. 21(40): 1-5.

Alcántara, J. A.; Alcántara, A. O.; Michel, A. C. y Solís, M. 2015. Respuesta de la fertilización orgánica, biológica y química en el rendimiento de dos genotipos de papayo. Simulación y Laboratorio. 2(2): 51-54.

Alvarez, J. L. y Damiao, J. C. 2018. Producción de posturas de café con la aplicación de microorganismos eficientes en Angola. Centro Agrícola. 45(2): 29 - 33.

Anguiano, J. M.; Anguiano, J. y Palma, J. M. 2017. Inoculation of substrate with lactic acid bacteria for the development of *Moringa oleifera* Lam plantlets. Cuban Journal of Agricultural Science. 51(2): 1-7.

Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Araújo, R. G., Rodriguez, R. M.; Ruiz, H. A.; Pintado, M. M. y Aguilar, C. N. 2018. Avocado by-products: Nutritional and functional properties. Trends in Food Science and Technology. 80: 51-60.

Aung, K.; Jiang, Y. y He, S. Y. 2018. The role of water in plant in plant microbe Interaction. The Plant Journal. 93(4): 771-780

Bagyaraj, D. J.; Sharma, M. P. y Maiti, D. 2015. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. Curr. Sci. 108(7): 1288-1293.

Bañuelos, J.; Trejo, D.; Lara, L.; Gavito, M. y Carreón, Y. 2013. Effects of seven different mycorrhizal inoculum in *Persea americana* in sterile and non-sterile soil. Trop. Subtrop. Agroecos. 16(3): 423-429.

Barroso, L.; Abad M.; Rodríguez, P. y Jerez E. 2015. Aplicación de FitoMas-E y EcoMic® para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de café. Cultivos Tropicales. 36(4): 158 - 167.

Belete, T.; Hailu, Z. y Gebrie, E. 2019. A review on avocado seed: Functionality, composition, antioxidant and antimicrobial properties. Chemical Science International Journal. 27(2). 1-10.

Bever, J. D. 2002. Negative feedback within a mutualism: host-specific growth of mycorrhizal fungi reduces plant benefit. Proceedings of the Royal Society of London B: Biol. Sci. 269(1509): 2595-2601.

Biswas, S.; Lahiri, P. y Das, S. A. 2014. Study on the role of a close homologue of *Bacillus cereus* isolated from *Metaphire posthumaon* germination of gram (*Cicer arietium* L.) seeds for its use as biofertilizer. J. Global Biosic. 3(4): 708-713.

Bonareri, M. y Mugendi, E. 2016. Upscaling arbuscular mycorrhizal symbiosis and related agroecosystems services in smallholder farming systems. BioMed Research International. (3): 1-12.

Bulgarelli, R. G.; Castro M. F.; Ribeiro, R. V.; López de Andrade, S. 2017. Mycorrhizae enhance nitrogen fixation and photosynthesis in phosphorus starved soybean (*Glycine max* L. Merrill). Environmental and Experimental Botany. 140: 26-33.

Calero, A.; Olivera, D.; Pérez, Y.; González-Pardo, Y.; Yáñez, L. A. y Peña, K. 2020. Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes que incrementan la productividad del arroz. IDESIA. 38(2): 109-117.

Calero, A.; Pérez, Y.; Peña, K.; Quintero, E. y Olivera, D. 2019a. Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). Facultad de Agronomía (LUZ). 36(1): 54-73.

Calero, A.; Quintero, E.; Olivera, D.; Pérez, Y.; Castro, I.; Jiménez, J. y López, E. 2018. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. Cultivos Tropicales. 39(3): 5-10.

Calero, A.; Quintero, E.; Pérez, Y.; Olivera, D.; Peña, K. y Jiménez, J. 2019b. Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 17(1): 25-33.

Callisaya, Y. y Fernández, C. M. 2017. Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. Apthapi. 3(3): 652-666.

Camones, C. y Noemi, L. 2015. Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Marcará, Carhuaz. UNASAM, Huaraz, Perú [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1062>. [Consulta: septiembre, 19 2023].

Campos, B.; González, J. M.; Calderón, E.; Medina, D.; González, J.; Barea, A.; Barceló, A. Guirado, E.; Sarmiento, D. y Boyero, J. R. 2015. Curso “EL cultivo del aguacate”. Resúmenes ponencias. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Málaga. 59 p.

Carrillo, Y.; Terry, E. y Ruíz, J. 2020. Efecto de un inóculo microbiano en el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). Cultivos Tropicales. 41(4): e01.

Castro, A. E.; Chávez, B. A.; García, S. P. A.; Reyes, R. L. y Bárcenas, O. E. A. 2013. Effect of mycorrhizal inoculants in the development of Mexican landrace avocado rootstocks. Trop. Subtrop. Agroecos. 16(3): 407-413.

Chagas Jr., A. F.; Oliveira, A. G. de; Oliveira, L. A. de; Santos, G. R. dos; Chagas, L. F. B.; Lopes da Silva, A. L. y da Luz Costa, J. 2015. Production of indole-3-acetic acid by bacillus isolated from different soils. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 21(2): 282–287.

Chanderbali, A. S.; Soltis, D. E.; Soltis, P. S. y Wolstenholme, B. N. 2013. Taxonomy and botany, en: The Avocado: Botany, Production and Uses, Schaffer, B., B. N. Wolstenholme y A. W. Whiley, (eds). CABI. Oxfordshire. p. 31-50.

Chantal, K.; Shao, X.; Jing, B.; Yuan, Y.; Hou, M. y Liao, L. 2013. Effects of Effective Microorganisms (EM) and Bio-Organic Fertilizers on Growth Parameters and Yield Quality of Flue-Cured Tobacco (*Nicotiana tabacum*). Journal of Food, Agriculture and Environment. 11(2): 1212-1215.

Chantal, K; Xiaohou, S; Weimu, W y Iro Ong'or, B. T. 2010. Effects of Effective Microorganisms on Yield and Quality of Vegetable Cabbage Comparatively to Nitrogen and Phosphorus Fertilizers. Pakistan Journal of Nutrition. 9(11): 1039 -1042.

Cruz, D. F.; Caamal, I.; Pat, V. G.; Gómez, A. A. y Espinoza, L. E. 2020. Posicionamiento internacional del aguacate (*Persea americana*) producido en México. Mexicana de Agronegocios, 47: 561-571.

Curiel, J. 2011. Efectividad de la inoculación de cepas de Hongos Micorrízicos Arbusculares en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en fase de vivero. La Habana. Tesis en opción al título de Máster en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Damam, M.; Kaloori, K.; Gaddam, B. y Kausar, R. 2016. Plant growth promoting substances (Phytohormones) produced by rhizobacterial strains isolated from the rhizosphere of medicinal plants. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 37(1):130-136.

Dantas, B. L.; Weber, O. B.; Neto, J. P. M.; Rossetti, A. G. y Pagano, M. C. 2015. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em pomar orgânico no semiárido cearense. *Cienc. Rural.* 45(8): 1480-1486.

Díaz, M.; Martín, G.; Miranda, T.; Fonte, L.; Lamela, L.; Montejo, I. L.; Contino, Y.; Ojeda, F.; Medina, R.; Ramírez, W. M.; Lezcano, L. C.; Pentón, G.; Peter, H.; Alonso, O.; Catalá, R. y Milera, M. C. 2020. Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproducto IHPLUS. Proyecto Biocarbono Cuba [en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339916260_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismosnativos_el_bioproducto_IHPLUS_R [Consulta: septiembre, 19 2023].

Díaz, M.; Pérez, Y.; González, J.; Castro, I.; Fuentes, L.; Matos, M. y Sosa, M. 2019. Efecto del IHPLUS® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). *Pastos y Forrajes.* 42(1): 30-38.

Díaz, P. 2018. Estudios sobre el efecto de EcoMic® y FitoMas®-E sobre indicadores morfofisiológicos y el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Dimas, C. H.; Castillo, S. I.; Uribe, F. y Castro, N. R. 2023. Modelo de pronósticos y estandarización para la producción agrícola, caso de estudio aguacate Hass para la Sierra de Zongolic. *Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 9(17): 2076-2090.

Diniz, F.; Santana, S. y Junqueira, R. 2011. Crecimiento de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro em funcao da fertilizacao orgnica do substrato [en línea]. Disponible en: <http://www.hecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/Crecimiento%20de%20mudas.pdf> [Consulta: septiembre, 28 2023].

Dorrego, A. 2000. Sustancias y Tecnologías Naturales. ANE, Agro-Nutrientes Especiales. Departamento de Protección Vegetal del IRTA SYTEN, Catalunya. 25 p.

El-Gendy, M. A. A.; Al-Zahrani, S. H. M. y El-Bondkly, A. M. A. 2017. Construction of potent recombinant strain through intergeneric protoplast fusion in endophytic fungi for anticancerous enzymes production using rice straw. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 183(1): 30-50.

Emelike, N. J.; Ujong, A. E. y Achinewhu, S. C. 2020. Proximate composition, mineral bioavailability and functional properties of defatted and undefatted avocado pear (*Persea americana*) seed flours. *Asian Food Science Journal*. 17(3): 1-10.

FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. 2020. Producción mundial de aguacate [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es> [Consulta: octubre, 25 2023].

FAOSTAT. 2019. Cultivos y productos de ganadería. FAO [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> [Consulta: noviembre, 21 2023].

Fernández, F.; Gómez, R.; Vanegas, L. F.; Martínez, M. A.; de la Noval, B.; Rivera, R. 2000. Producto Inoculante micorrizógeno. Certificado Nro. 22641. Oficina Cubana de la Propiedad Industrial, La Habana, Cuba.

Ferrás, Y.; Bustamante, C.; Díaz, M. y Sánchez, C. 2021. Efecto del café fermentado con bioproducto sobre la germinación de semillas y el desarrollo de posturas. *Anales Científicos*. 82(2): 288-295.

Ferrás, Y.; Díaz, M.; Guerra, C.; Bustamante, C. A. y Ortiz, N. 2020. Efecto de bioproducto en la germinación de semillas y desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. *Ingeniería Agrícola*. 10(4): 31-35.

FUNDASES (Fundación de Asesorías para el Sector Rural). 2014. Microorganismos Eficaces [en línea]. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. [Consulta: octubre, 26 2023].

Gómez, L. 2019. Efecto de la biofertilización con EcoMic® en el cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) en condiciones de producción. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

González, A. 2012. Evaluación de diferentes sustratos y bioestimuladores del crecimiento en la tecnología de producción de plántulas en cepellón para tomate y pimiento. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

González, M.; Rosales, P.; Castilla, Y.; Lacerra, J. A. y Ferrer, M. 2015. Efecto del Bioenraiz® como estimulante de la germinación y el desarrollo de plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.). *Cultivos Tropicales*. 36(1): 73-79.

Guisande, A.; González, L. y Souza, P. 2016. Impact of an invasive N₂-fixing tree on arbuscular mycorrhizal fungi and the development of native species. *AoB Plants*. Department of Plant Biology and Soil Science, University of Vigo. 38 p.

Hamel, C. y Plenchette, C. 2017. Implications of past, current and future agricultural practices for mycorrhiza mediated nutrient flux. In: *Mycorrhizal mediation of soil: fertility, structure, and carbon storage*. Elsevier, Amsterdam [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12804312-7.00010-3>. [Consulta: septiembre, 19 2023].

Haney, C. H.; Samuel, B. S.; Bush, J. y Ausubel, F. M. 2015. Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nat. Plants*. 1(6): 1-22.

Helgason, T. y Fitter, A. H. 2009. Natural selection and the evolutionary ecology of the arbuscular mycorrhizal fungi (*Phylum Glomeromycota*). *J. Exp. Bot.* 60(9): 2465-2480.

Herrmann, L.; Bräu, L.; Robin, A.; Robain, H.; Wiriyaakitnateekul, W. y Lesueur, D. 2015. High colonization by native arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) of rubber trees in small-holder plantations on low fertility soils in North East Thailand. *Archives Agron. Soil Sci.* 62(7): 1041-1048.

IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 2011. Instructivo técnico para el cultivo del aguacate. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Primera edición. La Habana, Cuba. 35 p.

IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 2021. Los frutales en la soberanía alimentaria y nutricional de Cuba. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, Cuba.

Jaizme, M. C. y Azcon, R. 1995. Responses of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 5(3): 213-217.

Jamil, M.; Zeb, S.; Anees, M.; Roohi, A.; Ahmed, I.; Rehman, S. y Rha, E. 2014. Role of *Bacillus licheniformis* in Phytoremediation of Nickel Contaminated Soil Cultivated with Rice. *International Journal of Phytoremediation*. 16(6): 554-57.

João, J. P.; Mutunda, M. P.; Taíla, A. F. y Rivera, R. 2016. Potencialidad de los inoculantes micorrízicos arbusculares en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Kibala, Angola. *Cultivos Tropicales*. 37(2): 33-36.

Klironomos, J. N. y Hart, M. M. 2002. Colonization of roots by arbuscular mycorrhizal fungi using different sources of inoculum. *Mycorrhiza*. 12(4): 181-184.

Lambercht, M.; Okon, Y.; Vande Broek, A. y Vanderleyden, J. 2000. Indole-3-acetic acid: a reciprocal signalling molecule in bacteria-plant interactions. *Trends Microbiol.* 8 (7): 298-300.

Lescaille, J.; Ramos, L.; López, Yudaimys; Tamayo, Y. y Telo, L. 2015. Combinación de EcoMic[®] y Microorganismos Eficientes en el cultivo de *Vigna unguiculata*, L. Cantón-1 en áreas productivas de la Empresa Agropecuaria Imías. *Agrotecnia de Cuba*. 39(4): 80-88.

Liriano, R.; Pérez, J.; Pérez, Y.; Placeres, I. y Artilles, L. 2020. Efecto de dos bioproductos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de *Raphanus sativus*. *Centro Agrícola*. 47(1): 28-37.

Luna, M. A. y Mesa, J. R. 2016. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas*. 4(2): 31-40.

Meena, S. K. y Meena, V. S. 2017. Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. In: *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. p. 3-23.

Mejia, J. P. 2020. Determinación del porcentaje de aceite de cuatro variedades de aguacate (*Persea americana*) en el sector las Viñas. Documento final del proyecto de investigación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato.

Mohammad, Y.; Sattwik, D. y Kharya, M. D. 2010. The phytochemical and pharmacological profile of *Persea americana* Mill. *Pharmacognosy*. 4(7): 77-84.

Mohite, B. 2013. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 13 (3): 638-649.

Mulkay, T.; Betancourt, M.; Acosta, Z. M.; González, C.; Clavijo, R. y Paumier, A. 2018. Requerimientos para el cultivo y comercialización del aguacate. Editorial Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. 193 p.

Páez, F. A. R.; Salazar, V. G.; Acosta, J. G. G. y López, P. A. O. 2016. Caracterización molecular, análisis morfológico y colonización micorrízica en la rizosfera del aguacate (*Persea americana* Mill) en Caldas, Colombia. *Acta Agronómica*. 65(4): 398-405.

Pentón, G.; Oropesa, K. y Peñalver, P. L. 2013. Multiplicación de propágulos infectivos HMA en una plantación de morera (*Morus alba* L.). *Pastos y Forrajes*. 36 (1): 22-27.

Qin, S.; Zhous, W.; Li, Z. y Lyu, D. 2016. Effects of rhizobacteria on the respiration and growth of *Cerasus sachalinensis* Kom. *Span. J. Agric. Res.* 14(2): 1-13.

Quiñones, E. E.; López, L.; Ferrera, E. y Rincón, G. 2014. Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. *Interciencia*. 39(3): 198-204.

Ríos, J. O. 2017. Dosis nutricional a base de microorganismos eficaces (Ferti EM) en la productividad del cultivo de caigua (*Cyclanthera pedata*) en la localidad de Lamas. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Martín, J. R.; Fernández, K. 2003. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible: Estudio de caso El Caribe. Ediciones INCA, La Habana, Cuba. 166 p.

Rivera, R. A.; Fernández, F.; Ruiz, L.; González, P. J.; Rodríguez, Y.; Pérez, E.; Fernández, K.; Martín, G.; Simó, J.; Sánchez, C.; Riera, M.; de la Noval, B.; Ruiz, M.; Hernández, A.; Hernández, A.; Plana, R.; Ramírez, J.; Bustamante, C.; Espinosa, A.; García, M.; Terry, E.; Joao, J. P.; Pentón, G.; Ojeda, L.; Cabrera, A.; dell Amico, J., Pérez, A.; Calderón, A.; Fundora, L. R.; Corbera, J.; Martín, J. V.; Mederos, J. D. y Lara, D. 2020. Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Red “Manejo de la simbiosis micorrízica arbuscular en agrosistemas”. Mayabeque, Cuba. 151 p.

Rodríguez, C. G.; Caravaca, F.; Fernández, G. A. J.; Alguacil, M. M.; Fernández, L. M. y Roldán, A. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation mediated changes in rhizosphere bacterial community structure while promoting revegetation in a semiarid ecosystem. *Sci. Total Environ.* 584(585): 838-848.

Rodríguez, Y.; Riera, M.; Álvarez, P.; y Telo, L. 2011. Comportamiento del cafeto de la aplicación de productos biológicos a la especie *Albizzia cubana* en condiciones de vivero. *Forestal Baracoa.* 30(2): 43-50.

Ruiz, J. M.; Porcel, R.; Bárzana, G.; Azcón, R.; Aroca, R. 2012. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant drought tolerance. State of the art. In: *Plant*

Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features. Ed. R. Aroca. Springer–Verlag, Heidelberg, Germany, p. 335-362.

Ruiz, L. A.; Carvajal, D. y Espinosa, A. 2016. Efecto de las micorrizas y otros biofertilizantes en papaya, guayaba y aguacate en suelos ferralíticos rojos y pardos mullidos carbonatados. *Agricultura Tropical*. 2(2): 21 - 30.

Säle, V.; Aguilera, P.; Laczko, E.; Mäder, P.; Berner, A.; Zihlmann, U.; Van der Heijden, M. G. A. y Oehl, F. 2015. Impact of conservation tillage and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol. Biochem.* 84: 38-52.

Santana, Y.; del Busto, A.; González, Y.; Aguiar, I.; Carrodegua, S.; Páez, P. L. y Díaz, Geilsys. 2016. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro Agrícola*. 43(3): 5-12.

Schlatter, D.; Kinkel, L.; Thomashow, L.; Weller, D. y Paulitz, T. 2017. Disease suppressive soils: new insights from the soil microbiome. *Phytopathology*. 107(11): 1284-1297.

Shuichi, O. 2009. Red de Agricultura Natural para la Región Asia/Pacífico. (APNAN). Manual de Aplicación. Traducción del manual editado por EM technologies Inc [en línea] Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/apnan/apnan.html> [Consulta: noviembre, 21 2023].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Acciones y programas: Cierre de la producción agrícola [en línea]. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consulta: junio, 29 2023].

Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza in Tropical Agrosystem. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, Federal Republic of Germany. 371 p.

Silva L. C. y Siqueira, J. O. 1991. Growth and nutrient contents of avocado, mango and papaya seedlings under the influence of different vesicular-arbuscular mycorrhiza fungal species. *Brasileira de Ciencia do Solo* 15: 283-288.

Smith, S. E. y Read, D. J. 2008. *Micorrhizal Symbiosis*. Academic Press 605. San Diego CA, USA. 800 p.

STATSOFT. 2023. Statistica Data analysis software system [CD-ROM]. Inc, 23 mayo 2003.

Su, P.; Tan, X.; Li, C.; Zhang, D.; Cheng, J.; Zhang, S.; Zhou, X.; Yan, Q.; Peng, J.; Zhang, Z.; Liu, Y. y Lu, X. 2017. Photosynthetic bacterium *Rhodopseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*. 10(3): 612-624.

Surukite, O.; Kafeelah, Y.; Olusegun, F. y Damola, O. 2013. Qualitative studies on proximate analysis and characterization of oil from *Persea americana* (Avocado Pear). *Journal of Natural Sciences Research*. 3(2): 68-74.

Talaat, N. B. 2015. Effective microorganisms modify protein and polyamine pools in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 190: 1-10.

Tellez, T. y Orberá, T. 2018. Efecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (*Beta vulgaris* L.). *Cubana de Química*. 30(3): 483-494.

Toalombo, R. M. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autoctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato.

Ullah, F.; Bano, A. y Nosheen, A. 2012. Effects of plant growth regulators on growth and oil quality of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. *Journal of Botany*. 44(6): 1873 – 1880.

Vasallo, D. C.; Montejó, J. L.; López, P.; Morgado, A. I.; Robinson, M. y Piñeiro, D. 2018. Microorganismos eficientes como bioestimuladores en la producción de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Delicia rojo 364. *Agrisost*. 24(3): 169-177.

Vásquez, J. A.; Ramírez, M. y Monsalve, Z. I. 2016. Actualización en caracterización molecular de levaduras de interés industria. *Colombiana de Biotecnología*. 18(2): 129-139.

Vurukonda, S. S. K. P.; Giovanardi, D. y Stefani, E. 2018. Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as Endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*. 19(4): 952.

Zhou, Q.; Kangmin; Jun, X. y Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*. 100(16): 3780-3786.