

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y FITOMAS-E® SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL PEPINO EN ORGANOPÓNICO



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL**

Autor: Ing. Lisandra Padrón González.

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano González.

**Matanzas
2022**

PENSAMIENTO

... "el único camino abierto a la prosperidad constante y fácil es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos inagotables e infalibles de la naturaleza."

José Martí



DEDICATORIA

- A mi madre Tarsila González Medina que me ha guiado en el camino por el estudio y la superación por entregarme todo su ejemplo y apoyo incondicional.
- A mi esposo Frank David Sánchez Herrera por ser mi compañero incondicional y estar siempre a mi lado apoyándome y dando fuerzas.
- A mi hijo Fabian David Sánchez Padrón por ser mi motor impulsor para salir adelante y seguir superándome.
- A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González por su guía y paciencia durante todos estos años.

AGRADECIMIENTOS

- A mí querido país por haberme dado la oportunidad de estudiar y superarme.
- A todo el inmenso claustro de profesores que nos han acompañado durante este tiempo brindándonos su tiempo, dedicación y paciencia.
- A mi madre Tarsila González por ser una madre ejemplar y estar siempre conmigo apoyándome.
- A mi esposo Frank David Sánchez Herrera por ser mi compañero de vida y darme todo su apoyo.
- A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González por su ayuda, enseñanzas, consejos y en especial por todo su cariño.
- A mis suegros Arelis Herrera Coello y Daniel Sánchez Fundora por todo su cariño, ayuda y apoyo en todo.
- A mis amigas Yudith García Garaboa y Yanet Martínez García por todo cariño, ayuda, consejos y comprensión.
- A todos los trabajadores de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” que me brindaron su ayuda para hacer posible este trabajo.
- A todos aquellos que hicieron posible la realización de este trabajo y que de una manera u otra estuvieron, ayudarme y aconsejarme.

A todos,

Muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en el rendimiento y calidad del fruto de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de organopónico, para lo cual se desarrolló un experimento en áreas del organopónico San José de Marcos, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Granja Urbana, municipio de Jagüey Grande, provincia Matanzas. Se estudiaron cuatro tratamientos (Control sin aplicación de producto, Microorganismos eficientes a 4 mL.m⁻², FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻² y Microorganismos eficientes a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar y los datos obtenidos procesados utilizando el programa STATGRAPHICS Plus 5.1, mediante un ANOVA de clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$. Se evaluó el rendimiento en Kg.m⁻², firmeza del fruto, sólidos solubles totales, el pH, ácido ascórbico y acidez titulable. El tratamiento 4 (Microorganismos eficientes a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²) mostró la mayor respuesta del rendimiento con 3,6 Kg.m⁻². La aplicación simple y combinada de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® ejerció un efecto positivo en la calidad de los frutos de pepino, expresado en la firmeza, sólidos solubles totales (°Brix), pH, ácido ascórbico y acidez titulable.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1 El cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).	3
2.1.1 Origen.	3
2.1.2 Importancia alimenticia.	3
2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica.	4
2.1.3.1 Taxonomía.	4
2.1.3.2 Descripción morfológica.	4
2.1.4 Requerimientos climáticos.	5
2.1.4.1 Temperatura.	5
2.1.4.2 Humedad.	6
2.1.4.3 Luminosidad.	6
2.1.5 Variedades comerciales.	6
2.1.6 Fisiología.	7
2.1.7 Cosecha.	8
2.1.8 Poscosecha y calidad del fruto.	8
2.2 Microorganismos Eficientes (ME).	9
2.2.1 Antecedentes. Definición.	9
2.2.2 Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.	10
2.2.3 Efectos de los Microorganismos Eficientes (ME).	12
2.3 FitoMas-E®.	13
2.3.1 Composición.	13
2.3.2 Dosis y formas de aplicación.	14
2.3.3 Efectos de la aplicación del FitoMas-E®.	15
2.3.4 Resultados de la aplicación del FitoMas-E®.	15
3. MATERIALES Y METODOS.	17
3.1 Condiciones experimentales	17
3.2 Caracterización del clima	17

3.3 Tratamientos estudiados	18
3.4 Evaluaciones realizadas	19
3.5 Diseño experimental y procesamiento estadístico	22
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	24
4.1 Análisis del rendimiento.	24
4.2 Influencia de la aplicación de ME y FitoMas-E® en la calidad de los frutos	26
5. CONCLUSIONES.	34
6. RECOMENDACIONES.	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUCCION

La producción y conservación de alimentos es un importante problema social de creciente preocupación en los países en vías de desarrollo que ha obligado a la asignación de esfuerzos para investigar la preservación de frutos frescos (Cortez *et al.*, 2011).

Cuba es un país en vías de desarrollo donde la agricultura tiene un importante papel dentro de la economía, por lo que es necesario buscar alternativas y métodos para acelerar la misma; de manera tal que se obtengan rendimientos satisfactorios, con la calidad requerida, que permita dar respuesta a las crecientes necesidades de su población.

Las hortalizas ocupan un lugar importante en el aporte de vitaminas, ácidos orgánicos asimilables y minerales para la alimentación humana (Arroyo *et al.*, 2018).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) dentro de las cucurbitáceas, ocupa un lugar destacado, siendo sus frutos de amplia aceptación popular. Su importancia se ha incrementado en los últimos años, como una opción altamente rentable, al ser un cultivo de ciclo corto, muy productivo y de relativo fácil manejo por lo que las áreas cultivadas se encuentran en crecimiento.

Existen características que dependen de las condiciones de manejo dadas al cultivo, como la uniformidad de la forma, firmeza, color verde oscuro del exocarpo, tamaño y ausencia de defectos de crecimiento o manejo, así como de pudriciones y amarillamiento, que caracteriza al buena calidad de los frutos de pepino (Suslov y Cantwell, 2012).

En la actualidad, y dentro de una tendencia hacia una agricultura sostenible, son varios los productos naturales que se han obtenido para desarrollar un manejo agroecológico de los ecosistemas, entre los que se encuentran los microorganismos eficientes y el bionutriente FitoMas-E®.

En la práctica agrícola se ha comprobado el efecto agrobiológico y agroecológico producido por los biofertilizantes sobre diferentes cultivos, lográndose incrementos de la productividad, en calidad y cantidad, así como una mayor resistencia de las plantas a condiciones adversas (Copetta *et al.*, 2011)

Por otro lado, estudios previos han reportado que el uso de biofertilizantes puede incrementar la calidad y vida de poscosecha de hortalizas y especies florales (Mena y Olalde, 2007).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se definió como problema de la investigación:

¿Cómo incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de los frutos para la comercialización del cultivo del pepino?

Para dar solución al problema se asumió la siguiente hipótesis:

La aplicación de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® pudiera bioestimular el crecimiento vegetal e incrementar el rendimiento y calidad de los frutos de pepino en condiciones de organopónico.

Objetivos.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en el rendimiento y la calidad del fruto de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de organopónico.

Objetivos específicos.

1. Determinar la respuesta en el rendimiento del pepino a la aplicación simple y combinada de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E®.
2. Evaluar el efecto de la aplicación simple y combinada de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® sobre la calidad de los frutos de pepino en condiciones de organopónico.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

2.1 El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)

2.1.1 Origen

El pepino es una especie originaria del sudeste de Asia, que se extendió hacia el cercano Oriente; conocida por los griegos y romanos, que lo introdujeron hacia el este de China y después a Europa (Maroto *et al.*, 2010).

Sebastian *et al.* (2010) confirman el origen asiático del pepino al estudiar las relaciones evolutivas y el origen geográfico del melón y pepino, a la vez que aseveran la presencia de numerosas especies silvestres relacionadas con estos cultivos en Australia y alrededor del océano Índico.

Otros autores coinciden con el origen asiático del cultivo del pepino, Cormillot (2014) sitúa el origen del pepino en las regiones tropicales del sur de Asia. En India se viene realizando su cultivo desde hace más de 3 000 años. Más reciente Kapuriya *et al.* (2017) manifiestan que el pepino es una especie nativa del norte de India que se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo.

2.1.2 Importancia alimenticia

El pepino es uno de los cultivos hortícolas de mayor consumo a nivel mundial por su valor nutrimental (Waris *et al.*, 2014).

El pepino es un fruto que el 96,7% está compuesto por agua, su contenido de proteínas, grasas, carbohidratos es relativamente bajo; pero en lo que refiere a vitamina A, calcio, fósforo, y ácido ascórbico, los posee en altos niveles, razón por la cual se los utiliza para consumo en fresco y conservas (Ortiz y Moran, 2010).

El pepino a pesar de ser poco nutritivo con el casi 100% de agua, es rico en vitamina A y C, además contiene azufre, por lo que se utiliza bastante en la industria cosmética y es muy consumido por su buena combinación con ensaladas (Jaime *et al.*, 2012).

En tal sentido Kazemi (2013) afirman que en 100 g de parte comestible, los pepinos poseen alto contenido de agua (96,7%) y pocas calorías (9); además contienen vitamina A (20 UI), vitamina B1 (0,02 mg), vitamina B2 (0,02 mg), vitamina B3 (0,1 mg), vitamina C (8 mg), y minerales como calcio (7 mg), potasio (147 mg), hierro (0,3 mg), fósforo (30 mg) y magnesio (13 mg).

Sus frutos de acuerdo con Sarhan e Ismael (2014) se consideran una buena fuente de minerales y vitaminas.

2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica

2.1.3.1 Taxonomía

Según Mendoza (2016) la clasificación taxonómica del pepino es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitáceae

Subfamilia: Cucurbitoidae

Tribu: Melothrieae

Subtribu: Cucumerinae

Género: Cucumis

Especie: sativus

Nombre científico: Cucumis sativus L.

2.1.3.2 Descripción morfológica

La mayoría de los caracteres morfológicos según Pandey *et al.* (2013) dependen de los factores ambientales y del estado de desarrollo de la planta.

El pepino posee un extenso y potente sistema radical de rápido crecimiento formado por una raíz pivotante que puede alcanzar el metro de profundidad y raíces secundarias muy finas capaces de extenderse superficialmente. Además, posee la capacidad de emitir raíces adventicias por encima del cuello (Valcárcel, 2017).

La planta es herbácea, anual, de hábito rastrero o trepador cuando se le proporciona un tutorado, y de crecimiento indeterminado (Reche, 2011).

Las hojas disponen de un largo peciolo y son simples, palminervias, con el limbo dividido en tres a cinco lóbulos angulados de los que el central es el más apuntado. Están recubiertas de una vellosoidad fina y su borde presenta un dentado suave (Valcárcel, 2017).

Las flores pueden ser hermafroditas, en la mayoría de los casos son unisexuales. Son gamopétalas y con peciolo corto, con corola de 3 a 4 cm de diámetro que presenta simetría radial y cinco pétalos de color amarillo. El cáliz es dialisépalo y deciduo, formado por cinco sépalos puntiagudos. Las flores femeninas se presentan en muchos casos solitarias y dispuestas sobre ramas secundarias, aunque en ocasiones pueden aparecer agrupadas u observarse en el tallo principal. Las flores masculinas poseen pedúnculos muy delgados. Los estambres, que no se aprecian con claridad, tienen soldadas sus anteras (sinentéreos) y están integrados en la base de la corola. Aparecen solitarias o en grupos de dos a tres flores, surgiendo inicialmente en el tallo principal y más tarde, a medida que se desarrolla la planta, en las ramificaciones (Reche, 2011).

El fruto es una pepónide de sección circular que dependiendo del cultivar puede presentar distintas formas (cilíndrica, oblonga, globular) y colores (verde, blanco o amarillo). El tipo de fruto más habitual en las variedades comerciales es alargado y cilíndrico, de color verde en estado de inmadurez, que vira a amarillo, anaranjado o marrón al alcanzar la madurez fisiológica (Valcárcel, 2017).

Las semillas de pepino son ovales, inmaduras, aplastadas, lisas y de color amarillento blanquecino, terminadas en un extremo más agudo. Un gramo contiene unas 30 a 45 semillas, dependiendo del tipo de pepino y de la variedad, menor de 10 mm de largas y 0,3 a 0,5 cm de ancho. Su facultad germinativa dura aproximadamente cuatro a cinco años (Reché, 2011).

2.1.4 Requerimientos climáticos

2.1.4.1 Temperatura

El pepino es una hortaliza que se cultiva en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Kapuriya *et al.*, 2017) y por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una humedad relativa alta.

La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de las plantas oscila entre 25 °C y 30 °C. En caso que sobrepase los 30 °C el balance nutricional y de humedad se alteran, disminuyendo la productividad. Temperatura de 40 °C detiene el crecimiento (Santa Cruz *et al.*, 2011).

Altas temperaturas (> 30°C) durante la producción de pepino provoca desequilibrios en las plantas, dando lugar a malformaciones de hojas y frutos defectuosos (Grijalva *et al.*, 2011).

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2017) declara que para el desarrollo óptimo del cultivo del pepino se requiere temperaturas de 20 °C a 30 °C.

2.1.4.2 Humedad

Santa Cruz *et al.* (2011) informan que para el desarrollo y fructificación normal de las plantas de pepino, la humedad del suelo debe ser de un 70% a 80% de la capacidad de campo y la humedad relativa del aire de 80% a 90%.

Sin embargo, otros autores como el IICA (2017) reportan una humedad relativa de 50% a 70% para el desarrollo óptimo del cultivo del pepino y el Servicio de Medio Ambiente (2014) comunica que valores excesivos de humedad ambiental pueden repercutir negativamente en el cultivo, al propiciar el desarrollo de enfermedades fúngicas.

2.1.4.3 Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Casilimas *et al.*, 2012).

Una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (Zamudio y Félix, 2014).

2.1.5 Variedades comerciales

El pepino es un cultivo del que se han desarrollado numerosos cultivares en todo el mundo (Ojo, 2016).

Algunos autores identifican cinco grupos: pepino para ensalada, el tipo caipira, el tipo japonés, el tipo holandés y el tipo industrial [para conserva] (Sediyama *et al.*, 2014). Otros investigadores informan que los tipos más comunes de pepino son el americano, europeo, del este medio, holandés y oriental (López *et al.*, 2015).

En Cuba para la siembra en organopónicos y huertos intensivos Rodríguez *et al.* (2011) recomiendan las siguientes variedades: Hatuey-1, Tropical SS-5, H x S y Su Yi Sung La Gaceta Oficial de la República de Cuba (2019) como parte de la lista oficial de variedades comerciales que pueden utilizarse a escala comercial en Cuba, declara entre otras las siguientes variedades de pepino:

- Hatuey-1
- H x S
- INIVIT P-2000
- INIVIT P-2007
- Japonés
- Poinsett
- Puerto Padre
- SS-5
- Trinidad
- YA 2005

2.1.6 Fisiología

Las fases fenológicas del ciclo de vida del pepino se han determinado de acuerdo con Huerres y Caraballo (1996) a partir de investigaciones realizadas y las mismas están en dependencia de la variedad, época estudiada y edad de la planta. Estas fases son:

- Desde la siembra hasta la germinación de las semillas. De 3 a 5 días.
- De la germinación hasta la formación de las primeras protuberancias que formaran los órganos generativos. Esto ocurre entre los 9 - 16 días después de la germinación y aparición de algunas flores, las que generalmente son masculinas.
- Crecimiento de la guía principal y comienzo de la formación de las guías secundarias, en las cuales aparecen las primeras flores femeninas.
- Floración y fructificación. En esta fase la planta va a tener ciclo ininterrumpido de formación de flores y frutos.
- Fructificación ha estado de cosecha.

Esta especie tiene en común con otras que el crecimiento cumple la clásica curva sigmoideal. En las primeras fases, de germinación a formación de los primeros órganos generativos el crecimiento es lento, posteriormente hay un gran periodo de crecimiento y desarrollo donde la guía principal crece, aparecen las ramillas de segundo y tercer orden, flores masculinas y femeninas así como los primeros frutos, posterior a la formación de los frutos el crecimiento vuelve a ser pequeño. En la fase de máximo crecimiento se entremezclan el crecimiento, la floración y fructificación.

2.1.7 Cosecha

La cosecha de pepino se realiza teniendo en cuenta el destino de la producción, para industria comienza cuando los frutos alcanzan un tamaño entre 5 y 12 cm, con un intervalo de dos a tres días. Para consumo fresco, la cosecha se efectuará con un intervalo de cada cuatro días, cuando los frutos hayan alcanzado un tamaño acorde a las características de la variedad y las envolturas de las semillas estén tiernas, lo cual debe ocurrir a los 45 - 50 días de la siembra (Santa Cruz *et al.*, 2011). Destacan además que la recogida debe ejecutarse por la mañana después de la caída del rocío, debiendo tener el cuidado de no dañar las guías.

Al respecto IICA (2017) informa que la cosecha se puede iniciar a partir de los 45 días después de la siembra, dependiendo de la variedad o el híbrido cultivado. El fruto estará listo cuando tenga una coloración verde oscuro, sin arrugas, y haya botado todas sus pequeñas espinas blancas. Su tamaño puede oscilar entre 20 y 30 cm de largo y entre 3 y 5 cm de diámetro. El corte del fruto se hace en las horas frescas de la mañana y de la tarde.

2.1.8 Poscosecha y calidad del fruto

Las frutas y hortalizas durante la poscosecha, muestran diversas variaciones en su calidad, se presentan cambios en la textura, sabor y color, como el reblandecimiento, debido a la pérdida de turgencia, la degradación del almidón y las modificaciones químicas en la pared celular (Chen *et al.*, 2011).

El pepino una vez recolectado en madurez comercial, empieza a experimentar cambios metabólicos tendientes a la senescencia y muerte de los tejidos (Moreno *et al.*, 2013). Estos autores refieren que el principal problema poscosecha de este cultivo es la pérdida de turgencia, causada por la pérdida de agua a través de la transpiración y respiración del fruto; en consecuencia ocurre marchitamiento y pérdida de consistencia del fruto.

El manejo poscosecha coadyuva al mantenimiento de la calidad del producto hasta el consumidor final, mediante métodos que alteran los procesos fisiológicos conduciendo a la eventual senescencia y descomposición de los productos; tales métodos incluyen el

uso de la refrigeración, la alteración externa de las condiciones atmosféricas de almacenamiento y el uso de envases y recubrimientos (Moreno *et al.*, 2013).

Las temperaturas óptimas de conservación según Suslow y Cantwell (2012) fluctúan de 10,0 °C a 12,5 °C y una humedad relativa de 95%; a su vez, recomiendan almacenar el pepino por menos de 14 días ya que pierde calidad visual y sensorial rápidamente. Destacan que después de dos semanas se pueden incrementar las pudriciones, el amarillamiento y la deshidratación.

La buena calidad de los frutos de pepino está dada por la uniformidad de la forma, firmeza, color verde oscuro del exocarpo, tamaño y ausencia de defectos de crecimiento o manejo, así como de pudriciones y amarillamientos (Suslov y Cantwell, 2012) que son características que dependen de las condiciones de manejo dadas al cultivo.

Los caracteres relativos al aspecto exterior del fruto, como color y tamaño de las espinas, verrugas, dureza, ausencia de moteado, etc., están estrechamente relacionados según Yang *et al.* (2014) con el valor comercial del pepino.

2.2 Microorganismos Eficientes (ME)

2.2.1 Antecedentes. Definición

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. Este investigador se motivó por la búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola, el mismo había sufrido efectos tóxicos de plaguicidas químicos en sus primeros años de ejercitar su profesión (Callisaya y Fernández, 2017).

Los ME han mostrado efectos beneficiosos para el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores, en la producción de alimentos libres de agroquímicos, el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros (Feijoo, 2016).

El uso de los ME ha tenido mayor espontaneidad en pequeñas y medianas fincas, donde los predios además de frutales tienen otros cultivos. Los productores utilizan en

muchas ocasiones extracciones de suelos no perturbados y llenos de hojarasca de áreas naturales cercanas a sus fincas. Estos están compuestos por un complejo de bacterias entre las que se encuentran aquellas que son promotoras del crecimiento vegetal, las cuales son multiplicadas por procesos fermentativos y luego son asperjados a los cultivos, obteniendo resultados muy notables en cuanto rendimiento y calidad de la fruta (Cueto y Otero, 2015).

Tradicionalmente los ME se han utilizado para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (Changas *et al.*, 2015), para el control de enfermedades presentes en el suelo (Grosu *et al.*, 2015) y se han empleado de manera exitosa en la reducción de contaminantes orgánicos como resultado de la actividad industrial (Khatab *et al.*, 2015) así como en la industria alimenticia donde Santillán y Paredes (2018) al estudiar la remoción de ácido sulfhídrico por microorganismos sobre lodos activados en aguas residuales de la industria alimenticia observaron que el lodo utilizado como sustrato para los ME, redujo la cantidad de patógenos y aumentó el contenido de nutrientes presentes al inicio del tratamiento, concluyendo que el lodo residual por sus características puede ser reutilizado para abonar el suelo en la agricultura.

2.2.2 Principales especies de microorganismos contenidas en el ME

Los ME de acuerdo con Morocho y Leiva (2019) se componen de cinco grupos microbianos generales:

- a) Bacterias ácido lácticas.
- b) Bacterias fotosintéticas.
- c) Levaduras.
- d) Actinomicetes.
- e) Hongos filamentosos con capacidad fermentativa.

Las bacterias ácido lácticas según Torres *et al.* (2015) son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogur, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, bebidas y cervezas, entre otros. Anguiano *et al.* (2017) manifiestan que son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles,

anaeróbicos, microaerófilicos 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.

Las bacterias fotosintéticas, son un grupo de microorganismos representados 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).

Las levaduras son un grupo microbiano 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 prevalecen 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 (Fayemi y Ojokoh, 2014). Otros nutrientes requeridos son el fósforo que se puede administrar en forma de ácido fosfórico, magnesio (sulfato de magnesio), calcio, hierro, cobre, zinc, vitaminas del complejo B. 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. Como parte de su metabolismo fermentativo producen etanol el cual en elevadas concentraciones puede tener actividad antifúngica (Meena y Meena, 2017).

Los actinomicetos son bacterias filamentosas con cierta similitud con los hongos. Muchos son de vida libre, particularmente en el suelo. Se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos, de aquí su importancia en el compostaje y en la formación de suelos. Algunas especies pueden ser endófitos en tejidos vegetales. *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son las principales especies de actinomicetes informadas como componentes de ME (Vurukonda *et al.*, 2018). Varias especies de actinomicetos, principalmente las que pertenecen al género *Streptomyces*, son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos

que inhiben el crecimiento micelial de varios hongos fitopatógenos (Chaurasia *et al.*, 2018).

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además una gran cantidad de los hongos son antagónicos de especies fitopatógenas. Poseen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la asexual les permite multiplicarse de forma rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo condiciones desfavorables. Los hongos poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera (Yang *et al.*, 2017). Dentro de los principales representantes de estos hongos encontramos a las especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer (EL-Gendy *et al.*, 2017). Varios autores han evidenciado la actividad positiva que tienen estos hongos en el crecimiento de distintos cultivos como *Hordeum vulgare* cv. Arna (Ignatova *et al.*, 2015) y *Glycine max* (Saxena *et al.*, 2016).

2.2.3 Efectos de los Microorganismos Eficientes (ME)

La aplicación de los ME en la fase de semillero origina un aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, así como un incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Morocho y Leiva, 2019).

En plantas de acuerdo con Haney *et al.* (2015) inducen mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades en las plantas, 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. Incrementa la capacidad de fotosíntesis a través de un mayor desarrollo foliar.

Bisen *et al.* (2015) al inocular mezclas de microorganismos en el cultivo de la fresa logró reducir las demandas de productos químicos e incrementó el número de flores, el número de frutos y la calidad de los mismos (mayor cantidad de azúcares solubles, ácidos orgánicos, vitaminas (ácido ascórbico y ácido fólico).

López *et al.* (2017) afirman que los ME desarrollan efectos beneficiosos, aumentan la calidad y la salud de los suelos y plantas, los que a su vez incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos. Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas. Además, mejora física, química y biológica el ambiente de los suelos, y suprime los patógenos y plagas que promueven enfermedades.

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

2.3 FitoMas-E®

2.3.1 Composición

FitoMas-E® producto derivado de la caña de azúcar, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), que presenta 85% de suspensión líquida, 150 g.L⁻¹ de extracto orgánico, 80 g.L⁻¹ de aminoácidos libres, de los cuales 50% son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos. Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos, además de una fracción mineral de 6,5% de N total, 2,7% de P₂O₅ y 5,24% K₂O. Es un producto que una vez aplicado a la planta puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir de manera positiva en el crecimiento de diferentes órganos vegetales (Montano *et al.*, 2007).

Montano (2008) plantea que el FitoMas-E® es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo. En la tabla 1 se presenta la composición del FitoMas-E®.

Tabla 1. Composición del FitoMas-E®.

Componente	g.L ⁻¹
Extracto orgánico	150
N total	55
K ₂ O	60
P ₂ O ₅	31

El propio autor refiere que este bionutriente no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticas o asociados, de ninguna clase. Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal.

Viñals *et al.* (2011) señalan como principales componentes del FitoMas-E® los aminoácidos que influyen en el metabolismo de las plantas dentro los que se encuentran prolina, glicina, el ácido glutámico y el triptófano, este último es precursor del ácido indolacético (AIA), regulador del crecimiento que interviene en el proceso de enraizamiento de las plantas.

Álvarez *et al.* (2015) manifiestan que el FitoMas-E® es una mezcla de sustancias orgánicas como aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono bioactivos; sustancias naturales propias del metabolismo vegetal y al estar disponibles, las plantas reducen el consumo de energía adicional para sintetizarlas y responden más rápido ante condiciones estresantes.

2.3.2 Dosis y formas de aplicación

Puede aplicarse directamente al área foliar de la planta, así como en sistemas de fertirriego durante cualquier fase fenológica de un cultivo, independiente de la parte del vegetal que constituya el interés económico de la cosecha. Se aplica en dosis de 0,1 a 2 L.ha⁻¹, según el cultivo, por vía foliar, siempre disuelto en agua hasta completar de 200 a 300 L.ha⁻¹ de volumen final. Montano (2008) reporta que cuando se aplica por riego las dosis pueden ser del orden de los 5 L.ha⁻¹. La frecuencia es variable, aunque una sola aplicación durante el ciclo suele ser muy efectiva.

MINAG (2020) informa para caña de azúcar, una aplicación foliar en dosis de 2 - 4 L.ha⁻¹ y en retoños de este cultivo, una aplicación a los 45-60 días después del corte a igual dosis. También declara dosis de 1 a 4 L.ha⁻¹ en otros cultivos en los que pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante su ciclo, remojar las semillas en una solución acuosa de 1 a 2 % de cuatro a doce horas antes de llevar al semillero y dosis de 5 L.ha⁻¹.día en agua de regadío.

2.3.3 Efectos de la aplicación del FitoMas-E®

Entre los efectos más significativos Montano (2008) señala que aumenta y acelera la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas, estimula el desarrollo de raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y cuajado de los frutos, reduce el ciclo del cultivo, potencia la acción de los herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir la dosis recomendada, acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha, ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades y plagas.

Viñals *et al.* (2011) afirman que los efectos principales del FitoMas-E® son incrementar y acelerar la germinación de las semillas, estimular el desarrollo de las raíces, tallos, hojas y mejorar la nutrición, entre otras cualidades.

El bioestimulante Fitomas-E®, ha demostrado su efectividad en más de 40 cultivos, al contrarrestar el déficit nutricional de las plantas, así como los efectos de la sequía, el exceso de humedad, ataques de plagas y la fitotoxicidad por agroquímicos e incrementa entre un seis y hasta un 70% el rendimiento, en dependencia del cultivo y las condiciones de empleo (Terry *et al.*, 2013).

2.3.4 Resultados de la aplicación del FitoMas-E®

Algunos de los resultados obtenidos en las investigaciones con el producto FitoMas-E® en cultivos de interés agrícola se reflejan a continuación:

Zaldivar (2012) al estudiar algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E® en la respuesta agroproductiva del pepino reportó que la dosis de aplicación tuvo en efecto positivo en el crecimiento de las plantas. Estos resultados coinciden con Hernández *et al.* (2015) quienes lograron un efecto positivo en la altura de la planta de

pepino, con la aplicación de 1 L.ha⁻¹ de FitoMas-E® a los 15 días y a los 20 días después de efectuada la siembra de manera fraccionada.

Rosell *et al.* (2019) al evaluar el FitoMas-E® en el cultivo del pepino en producción de parcela, obtienen con una dosis de 0,6 L.ha⁻¹ el mejor resultado en la germinación con un 100% de plantas a las 72 horas y 8,1 flores femeninas a los 25 días después del brote del cultivo del pepino variedad SS-5 en un suelo fersialítico pardo rojizo típico y los mayores rendimientos productivos con 5,35 Kg.m⁻².

La respuesta agronómica del cultivo del garbanzo resultó favorable cuando las plantas estuvieron bajo condiciones de estrés hídrico y recibieron la aplicación del FitoMas-E®, siendo el rendimiento por área y los componentes del rendimiento número de granos por legumbre, número de legumbres por planta y masa de 100 semillas, los que mejores resultados mostraron antes estas condiciones (Meriño *et al.*, 2018).

Méndez *et al.* (2020) reportan en plantas de tomate, un incremento en crecimiento, acumulación de sólidos solubles y rendimientos superiores al aplicar los fitoestimulantes Ecomic® y FitoMas-E® como alternativas biológicas combinado a la reducción del 50% de la fertilización química.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Condiciones experimentales

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento en el organopónico San José de Marcos situado en la comunidad del mismo nombre, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Granja Urbana del municipio de Jagüey Grande, provincia Matanzas, durante los meses de noviembre 2020 a febrero 2021, en el cultivo de la pepino, variedad INIVIT P-2007 obtenida en el Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT).

La siembra se realizó de forma directa, el día 24 de noviembre del 2020 a doble hilera y una distancia entre plantas de 0,25 m, en canteros organopónicos con un sustrato conformado por 50% de suelo y 50% de materia orgánica (cachaza).

El manejo agrotécnico se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones de Companioni *et al.* (2020) en el manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida.

3.2 Caracterización del clima

Los valores de las variables climáticas en el periodo experimental (noviembre 2020-febrero 2021), según los datos ofrecidos por la estación meteorológica de Jagüey Grande, la cual tiene como coordenadas geográficas 22,32^o de latitud norte y 81,08^o de longitud oeste, a una altura de 11 m sobre el nivel medio del mar, se presentan en la figura 1.

La temperatura osciló entre 22,1 °C y 25,0 °C. La temperatura media mensual más baja se registró en el mes de enero 2021, mientras noviembre 2020 resultó el más cálido.

Las precipitaciones resultaron escasas, con un acumulado de 31,8 mm en el mes de noviembre 2020 y un marcado descenso en el resto de los meses del periodo experimental.

La humedad relativa media fluctuó entre 73,6 y 83,3%; los valores más altos durante los meses de noviembre y diciembre 2020, para luego experimentar un ligero descenso en enero y febrero 2021.

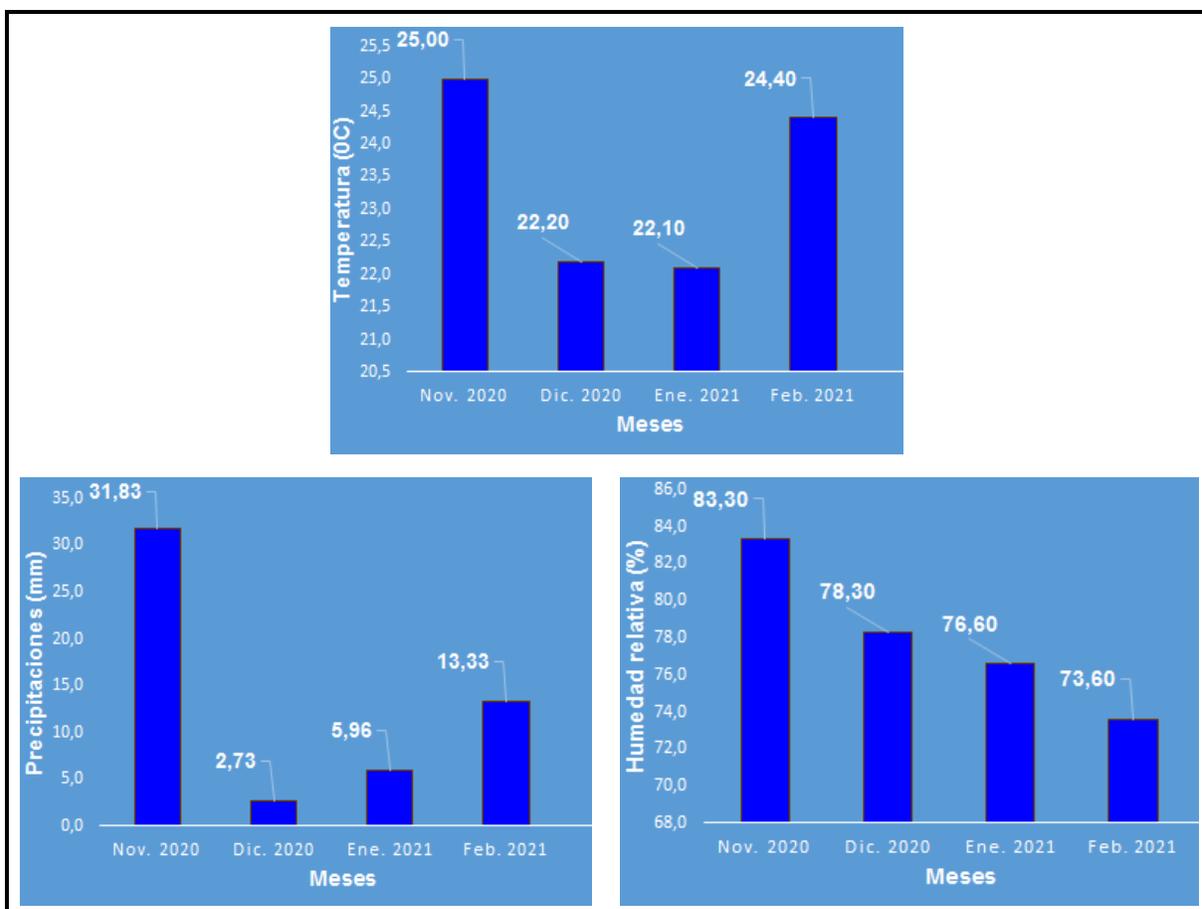


Figura 1. Comportamiento variables climáticas.
Fuente: Estación meteorológica de Jagüey Grande (2021).

3.3 Tratamientos estudiados

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = Microorganismos eficientes a 4 mL.m^{-2} .

T3 = FitoMas-E® a $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$

T4 = Microorganismos eficientes a 4 mL.m^{-2} + FitoMas-E® a $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$

Las aplicaciones se realizaron de forma foliar a los 10, 30 y 50 días de germinadas las semillas con una mochila de fumigación MATABI de 16 litros de capacidad en horas tempranas de la mañana.

3.4 Evaluaciones realizadas

1. Rendimiento total ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Se determinó considerando el peso de los frutos acumulados en cada cosecha realizada, para lo cual se utilizó una balanza de gancho marca POCKET.

En el momento de la última cosecha, se escogieron 12 frutos por tratamientos considerando uniformidad en tamaño, madurez fisiológica e integridad (sin daños físicos, fisiológicos o patológicos) a los que se le determinaron en el laboratorio de la Unidad Empresarial de Base (UEB) de Mercadotecnia y Ventas de la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón" las siguientes variables de calidad del fruto:

2. Firmeza. La firmeza fue medida mediante la resistencia a la penetración del mesocarpio, para ello se retiró el epicarpio en la parte ecuatorial, base y ápice, donde posteriormente se aplicó presión utilizando un penetrómetro manual EFFEGI (modelo FT 327, Italia) (3-27 lb) con punzón de 0,8 mm de diámetro y un área de $0,5 \text{ mm}^2$ (Figura 2).



Figura 2. Penetrómetro manual EFFEGI (modelo FT 327, Italia)

3. Sólidos solubles totales. Se determinaron de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (1994). Para la obtención de la muestra, se molera el fruto sin epicarpio durante aproximadamente dos minutos, después se coloca en el prisma de medición una o dos gotas de la porción del ensayo y se procede a efectuar la lectura en el refractómetro manual RFM 390 (Figura 3), la lectura se obtendrá como grados Brix ($^{\circ}\text{Brix}$).



Figura 3. Refractómetro manual RFM 390

4. pH. El pH de las muestras de los frutos se determinó según lo describe el método de la AOAC (1994). Utilizando el pH-metro (pH 50 + DSH, pH/m/V/Temp) (Figura 4). Se homogenizó la muestra invirtiendo varias veces el frasco, posteriormente se tomó la porción de ensayo en la cual se introdujeron los electrodos limpios y secos, determinando el pH según PNO AM/4 pH –metros, dando así la lectura directa el valor.

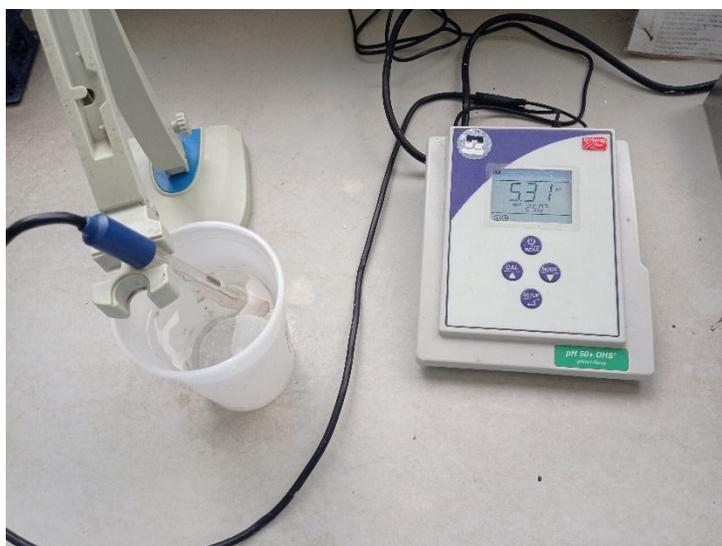


Figura 4. pH-metro (pH 50 + DSH, pH/m/V/Temp)

5. Ácido ascórbico. El ácido ascórbico es extraído de la muestra con solución de ácido oxálico y el contenido se determina mediante valoración con solución acida valorada con 2,6 diclorofenol-indofenol, el cual posteriormente se reduce en presencia del ácido.

Se utilizó una microbureta de 10 mL con un valor de división de 0,05 mL y una balanza analítica con valor de división de 0,1 mg.

Se prepara una solución de referencia de ácido ascórbico, 1 mg/mL. Se pesa 100 mg de ácido ascórbico. Se transfiere a un volumétrico de 100 mL preferiblemente de color ámbar y se enrasa con solución de ácido oxálico. La solución se utiliza después de su preparación, en la valoración.

Solución de 2,6 diclorofenol-indofenol (D.I), 0,5% (m/v).

Se pesa la muestra 125 mg de 2,6 diclorobencenona-indofenol de sodio y 105 mg de carbonato ácido de sodio, se disuelve en 150 mL de agua caliente añadidos a intervalos con agitación. Se filtra y se lleva a 250 mL. Se conserva en un frasco oscuro en refrigeración. La solución es valorada cada vez que se vaya a realizar el análisis de la forma siguiente: se diluye 1 mL de la solución de referencia de ácido ascórbico en 9 mL de ácido oxálico, se valora la solución D.I. hasta la permanencia del color rosado por 15 segundos.

Para la determinación se refiere cuantitativamente 10 mL de la porción de ensayo a un frasco erlenmeyer pequeño. Se valora con solución de D.I. hasta viraje de color ligeramente rosado, establece durante 5s, se anotan los milímetros consumidos (V_1).

Para el ensayo en blanco, se transfiere cuantitativamente 10 mL de la solución de ácido oxálico a un frasco erlenmeyer pequeño. Se valora con solución D.I. hasta viraje de color y se anotan los mL consumidos (V_2). El contenido de ácido ascórbico se expresó en mg de ácido ascórbico por litros de muestra y se calculó a través de la siguiente expresión:

$$C = V \times T \times 500$$

Donde:

V: diferencia entre los mL de la solución de D.I. consumidos en la valoración de la porción de ensayo (V_1) y los consumidos en la valoración del blanco (V_2).

T: Relación entre la solución de referencia de ácido ascórbico y a solución valorada de D.I mg/MI 500: factor de disolución y conservación.

F. Tinte = 0.1640

6. Acidez titulable. Para su determinación se utilizaron el pH-metro con precisión 0,1 unidades de pH, balanza técnica con precisión 0,1 g y valorador automático o bureta digital. Se pesaron 10 g de la muestra y se determinó la acidez titulable de acuerdo al método del AOAC (2000) utilizando una muestra diluida 1:1 de la pulpa de pepino y agua destilada, a la cual se añadieron cuatro gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) a 0,1N hasta el vire de color.

La acidez titulable se expresó como porcentaje de ácido cítrico y se calculó a través de la siguiente expresión:

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{g ácido} \times \text{X}}{10 \text{ ml muestra}}$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * \text{meq ácido} \times \text{X} * 100}{V}$$

Donde:

V_{NaOH} = volumen de NaOH usado para la titulación.

N_{NaOH} = normalidad del NaOH.

Meq ácido X = miliequivalentes de ácido. Los valores equivalentes de base a ácido para el ácido cítrico es: 0,064.

3.5 Diseño experimental y procesamiento estadístico

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar (Figura 5) y los datos obtenidos procesados utilizando el programa STATGRAPHICS Plus 5.1, mediante un ANOVA de clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$.

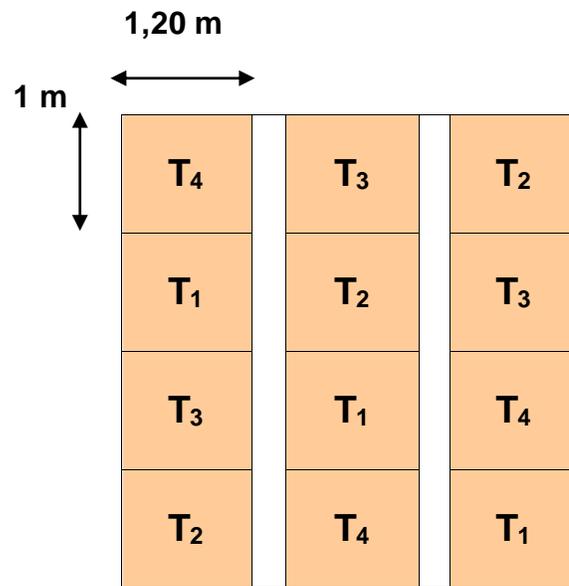


Figura 5. Diseño experimental Bloque al azar.

Legenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻².

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis del rendimiento.

Al analizar los resultados de la influencia de los ME y FitoMas-E® en el rendimiento (Figura 6), se pudo comprobar que existieron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento 4 (ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²) con 3,6 Kg.m⁻² manifiesta el mayor rendimiento y no difiere de la aplicación de FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Los tratamientos 2 y 3 no difieren entre ellos, pero si del tratamiento control, el cual manifestó el menor valor con 2,3 Kg.m⁻².

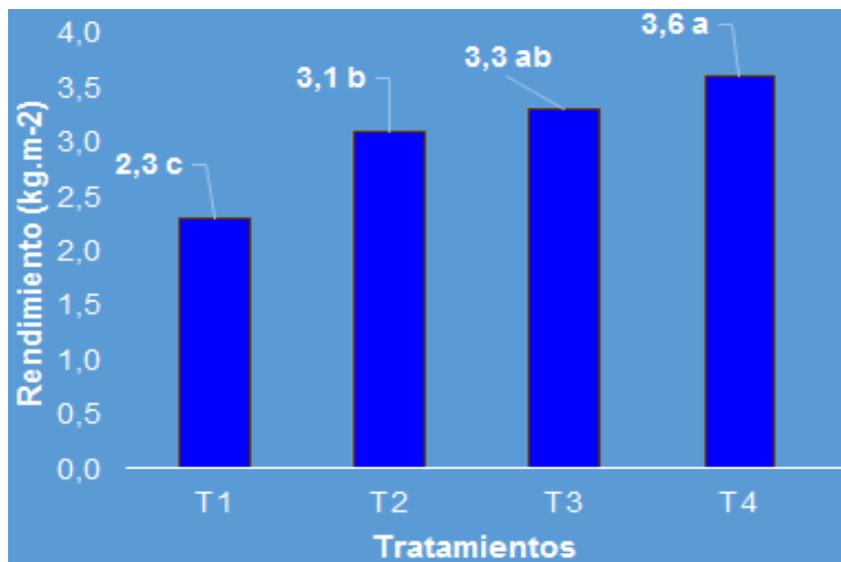


Figura 6. Rendimiento (kg.m⁻²).

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,11

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2011) los valores de rendimiento en dependencia de la variedad en pepino, fluctúan entre 1,9 y 3,0 Kg.m⁻² en condiciones de organopónico, como se puede apreciar los valores obtenidos con la aplicación simple y combinada de ME y FitoMas-E® superan los reportados por estos autores.

Zamora *et al.* (2014) al estudiar la respuesta del pepino a un manejo variable del riego, reporta rendimientos de 1,09 a 2,25 kg.m⁻², valores inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

Según Haney *et al.* (2015), los ME incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

Por otra parte los resultados obtenidos con la aplicación de FitoMas-E® pueden estar dados por la activación de varios procesos fisiológicos en la planta, dentro de ellos la fotosíntesis y de diferentes hormonas como las auxinas que actúan en la activación de diferentes procesos fisiológicos, lo que incrementan el rendimiento.

Son varios los autores que refieren una respuesta positiva en el rendimiento de diferentes cultivos con la utilización de ME y FitoMas-E®. Álvarez *et al.* (2012) señalan que la aplicación de microorganismos eficientes en dosis de 4 mL.m⁻² mostró los mejores resultados en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. Ávila (2014) señalan que el incremento de las dosis de microorganismos benéficos, repercutieron directamente en el incremento del rendimiento en kg.ha⁻¹ y por ende en el incremento de la rentabilidad del cultivo de rábano. Liriano *et al.* (2015) reportan un efecto positivo sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la cebolla variedad Texas Early Grano, donde la dosis de 2 mL.m⁻² en el momento del trasplante y a los 20 días de efectuado el mismo, manifestó resultados superiores en las variables: altura de la planta, diámetro del falso tallo y rendimiento total (t.ha⁻¹), a la vez que incrementó la proporción de bulbos grandes (75 a 90 mm). Nuñez *et al.* (2017) reportan un efecto positivo sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria, con la aplicación de microorganismos nativos.

Respecto al FitoMas-E®, Viñals *et al.* (2011) demostró que este bionutriente resulta efectivo para aumentar el rendimiento agronómico de 16 cultivos básicos de alimentos, al alcanzarse incrementos que van desde 5% en col hasta valores de 77% en pepino, también Hernández *et al.* (2015) reporta un incremento de los rendimientos de pepino frente a un control sin aplicar, con dos aplicaciones de FitoMas-E® a razón de 1,5 L.ha⁻¹ en condiciones de organopónico. En tal sentido Rosell *et al.* (2019) al evaluar el FitoMas-E® en el cultivo del pepino en producción de parcela, obtienen con una dosis de 0,6 L.ha⁻¹ los mayores rendimientos productivos con 5,35 Kg.m⁻².

4.2 Influencia de la aplicación de ME y FitoMas-E® en la calidad de los frutos

La firmeza en las frutas y vegetales es un atributo relacionado con el punto de cosecha, la calidad para la comercialización y para su procesamiento, que debe mantenerse posterior a la cosecha para que resistan los procesos de transporte y manipulación (Vuarant *et al.*, 2010). En tal sentido Urrestarazu *et al.* (2002) señalan que valores elevados de firmeza son deseables para productos que tienen que viajar largas distancias antes de llegar a los consumidores.

La firmeza fue mayor en los tratamientos en que se aplicaron de forma simple y combinada los bioproductos estudiados, con diferencias significativas entre tratamientos, el tratamiento control muestra la menor firmeza (tabla 2).

Tabla 2. Determinación de la firmeza del fruto

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Firmeza del fruto	7,65 ^d	8,53 ^c	8,90 ^b	9,69 ^a
Ex	0,07			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,07

La firmeza de los frutos está relacionada con el estado de madurez de los frutos y puede estar influenciada por la variedad, la región de producción y las condiciones de cultivo (Kader, 2007).

Este comportamiento pudiera estar dado, de acuerdo con Carrari *et al.* (2007) y Taiz y Zeiger (2010) a que la mayoría de los frutos que son sometidos a los efectos de la biofertilización o aplicación de bioestimulantes del crecimiento vegetal y abonos orgánicos presentan un contenido de humedad menor y una mayor firmeza, problemamente por una producción más limitada de etileno.

Barraza (2015) al evaluar la calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales, reporta un incremento a través del tiempo y

mayores valores con el aumento de la concentración de la solución nutritiva, de manera que con el 175% la firmeza de los frutos fue superior en grado significativo con respecto a los tratamientos al 25%, 75% y 125%. Al respecto Kazemi (2013) plantea que la mayor aplicación de nutrientes minerales favorece características de calidad en las que son exigentes las hortalizas, ya que en términos generales dichas plantas demandan intensivamente la mayoría de nutrientes.

En la figura 7 se presentan los resultados de sólidos solubles totales medidos en grados Brix, de los frutos de pepino. El tratamiento 4 (ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²) alcanzó el máximo valor (3,61 °Brix), el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos, la aplicación simple de los bioproductos estudiados no difieren entre sí, en tanto el tratamiento control manifestó el menos valor con 3,20 °Brix.

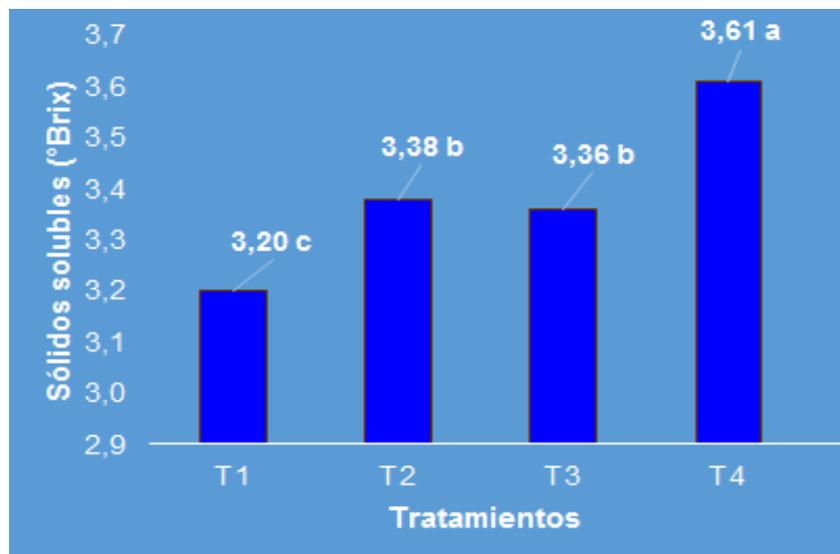


Figura 7. Contenido de sólidos solubles (°Brix).

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,03

De acuerdo con Suslow y Catwell (1997) los pepinos son frutos no climatéricos que se caracterizan por presentar según Musmade y Desai (1998) valores bajos de SST, por lo que la acumulación de azúcares durante la etapa de crecimiento y maduración no experimenta cambios significativos (Azcón y Talón, 2003).

Valores de sólidos solubles totales son citados por varios autores, Cortés *et al.* (2011) reportaron valores de 3,3 en pepino Cohombro. Galindo *et al.* (2014) encontraron para esta variable un valor de 2,5 °Brix. Moreno *et al.* 2015 presentaron valores en el rango de 2,8 a 3,7 en el pepino Sanson. Callisaya (2015) refiere valores de grados Brix, entre 2,23 y 2,79; Méndez (2016) obtuvo un porcentaje de sólidos solubles totales de 3,20 a 3,60 °Brix y Cruz *et al.* (2020) de 3,03 a 3,22 (°Brix). Cruz y Monge (2020) al evaluar la producción de siete genotipos de pepino cultivados en ambiente protegido declaran que los genotipos Macario y Paraíso alcanzaron los mayores valores para con 3,16 y 3,22 °Brix, respectivamente, mientras que el Modan y el 22-20-782 obtuvieron los valores más bajos (entre 2,89 y 2,90 °Brix). Los valores obtenidos en el presente trabajo se encuentran en el rango y en otros casos superan los citados anteriormente.

Naranjo de los Reyes *et al.* (2014) al evaluar la respuesta agronómica del cultivo del maracuyá (*Passiflora edullis* L.) a la aplicación del FitoMas-E® determinó que todas las cifras alcanzadas en los tratamientos en que se aplicó FitoMas-E® en dosis de 0,5; 1,0 y 1,5 L.ha⁻¹ superaron al control con valores que van desde el 1 hasta 5,1%. Díaz (2019) obtuvo valores de 9,7 y 10,0 °Brix con la aplicación de 3L de ME (0,18%) y 5L de ME (0,31%) respectivamente. En tal sentido Díaz (1995) señaló que los bioestimulantes contienen principios activos que actúan sobre la fisiología de las plantas, aumentan el desarrollo de las mismas, mejoran la productividad y la calidad de los frutos.

Méndez *et al.* (2020) en plantas de tomate tratadas con diferentes alternativas biológicas (Ecomic® y FitoMas-E®) y aplicación del 50% del fertilizante químico reporta al tratamiento testigo como el de peor comportamiento con un contenido de sólido soluble de 4,5% difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos, lo que de acuerdo con este autor, puede deberse a que estas plantas al no contar con alternativas biológicas en un caso y una adecuada disponibilidad de nutrientes en el otro, no suplieron sus necesidades nutritivas por lo que su metabolismo se vio afectado de alguna manera, reduciendo en gran medida la síntesis de fotosintatos, lo que redundaría en menor acumulación de sólidos en los órganos de reservas.

En tal sentido Gianinazzi *et al.* (2010) atribuyen la diferencia en el contenido de sólidos solubles totales entre los frutos de las plantas micorrizadas y los controles (no micorrizadas), al efecto biofertilizante que producen las micorrizas sobre la planta

hospedante, lo que permite la mejor apertura de los estomas y en consecuencia hay una mayor captación y concentración de CO₂ a nivel de cloroplastos, una mayor eficiencia fotosintética y como resultado una mayor concentración de azúcares.

Por otra parte Monge (2015) comunica que una alta concentración de sólidos solubles totales en el fruto de algunas hortalizas es una característica que le confiere calidad al mismo, sin embargo, es necesario evaluar la preferencia de los consumidores de pepino con respecto a esta característica, para determinar su importancia como criterio de calidad en esta hortaliza.

Los valores de pH no muestran diferencia significativa entre los tratamientos en que se aplicó de forma simple y combinada de los bioproductos estudiados, pero si entre estos y la no aplicación de los mismos (Tabla 3).

Tabla 3. pH

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
pH	5,96 ^b	6,17 ^a	6,15 ^a	6,16 ^a
Ex	0,005			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,005

La disminución o aumento del pH de los frutos, se atribuye de acuerdo con Salisbury y Ross (1994) al menor o mayor contenido de ácidos orgánicos presentes en forma ionizada en el tejido vegetal. Al respecto Kader (2007) plantea que el incremento del pH en los productos hortícolas, es debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de los vegetales son transformados por las propias células hasta azúcares simples, que más tarde son utilizados en la respiración celular para obtener energía, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH.

Cortez *et al.* (2011) reportan valores de pH en pepino de 5,7 a 6,0; inferiores a los obtenidos con la aplicación simple y combinada de ME y FitoMas-E® en la presente investigación.

En el análisis realizado por Naranjo de los Reyes *et al.* (2014) a los frutos de maracuyá se manifiesta un incremento del pH entre los tratamientos en que se aplicó FitoMas-E® en dosis de 0,5; 1,0 y 1,5 L.ha⁻¹ En el tratamiento 3 (1,5 L.ha⁻¹) se obtiene los mayores valores de pH con diferencia significativa respecto al control.

La vitamina C (ácido ascórbico) se produce en los tejidos vegetales a partir de la glucosa y su concentración aumenta durante la maduración y el proceso respiratorio de los frutos, lo que va asociado a un incremento de los niveles de etileno, que estimulan la actividad de la enzima L-gulono-1,4-lactona oxidasa, encargada de la conversión del ácido L-gulónico en vitamina C (Smirnov, 2000)

El ácido ascórbico es uno de los nutrientes más relacionado con las hortalizas y frutas. Esta vitamina es sensible a la oxidación química y enzimática, así como soluble en agua, por lo que es utilizada como indicador en el control de la calidad (Arroqui *et al.*, 2001).

Los resultados del contenido de ácido ascórbico de los frutos de pepino al momento de la cosecha (Figura 8) muestran diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, existiendo una tendencia a su incremento con la aplicación simple y combinada de los bioproductos estudiados, donde el tratamiento 4 (ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²) manifestó el mayor valor con 39,28 mg.100g⁻¹

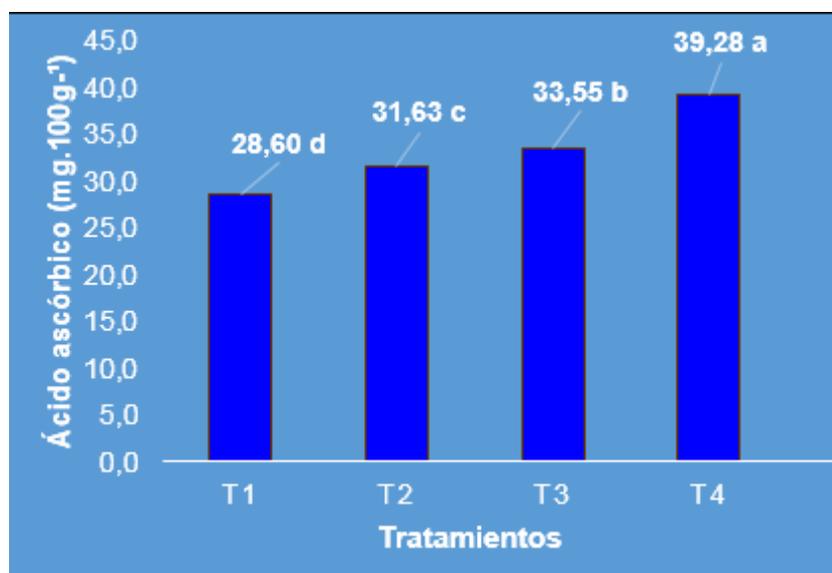


Figura 8. Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹).

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,07

Bashyal (2011) obtuvo un incremento del contenido de vitamina C de la col (*Brassica olearacea* L. var. Bostrytis) con la aplicación individual y combinada de *Azotobacter* + *Azospirillum* (2 kg.ha⁻¹) y 60 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con valores de 105,86 y 111,80 mg.kg⁻¹ de vitamina C respectivamente. Asimismo, demostró que los frutos orgánicos contienen significativamente mayor cantidad de vitamina C, Fe, Mg y P; y menores porcentajes de metales pesados y de nitritos (NO²⁻) que los convencionales.

Bisen *et al.* (2015) al inocular mezclas de microorganismos en el cultivo de la fresa lograron reducir las demandas de productos químicos, a la vez que se incrementó el número de flores, el número de frutos y la calidad de los mismos (mayor cantidad de azúcares solubles, ácidos orgánicos, vitaminas (ácido ascórbico y ácido fólico).

FUNDASES (2014) manifiesta que los microorganismos benéficos aumentan la diversidad microbiana del suelo, sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas de modo que se incrementan el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Aguayo *et al.* (2006) señalan que durante el proceso de maduración de los frutos, se intensifica la respiración celular, lo que estimula la síntesis de etileno e incrementa la actividad de las enzimas poligalacturonasa y pectin-metilesterasa, que catalizan la degradación de los carbohidratos de la pared celular de los frutos, lo que trae como resultado un incremento del contenido de sólidos solubles totales, azúcares simples (glucosa y fructosa) y vitamina C.

En la tabla 4 se presentan los resultados de la acides titulable (%), donde se aprecia diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento control con 0,055% presenta la menor acides y con 0,088% el tratamiento 4 (ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²) manifestó el mayor valor.

Tabla 4. Acides titulable (%)

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Acides titulable	0,055 ^d	0,068 ^c	0,071 ^b	0,088 ^a
Ex	0,0005			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: ME a 4 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: ME a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,0005

Azarmi *et al.* (2009) lograron reducir la acidez total y la acidez titulable de los frutos de pepino al aplicar diferentes dosis de vermicompost, obtenido a partir del estiércol ovino.

Cortez *et al.* (2011) sugiere una acidez titulable que debería encontrarse alrededor de 0,04% al 0,06% para el pepino.

Díaz (2019) reporta valores de 0,74; 0,87 y 0,89% con la aplicación de 1L de ME (0,06%); 3L de ME (0,18%) y 5L de ME (0,31%) respectivamente. Según este autor la acidez de los frutos de naranjo valencia en todas las variantes resultó inferior al 1,0% y superior al 0,5% que es el rango establecido como criterio de calidad para la cosecha, sin embargo, el tratamiento con ME a 0,06% y el testigo mostraron una acidez estadísticamente inferior con respecto al resto de las variantes.

Investigaciones realizadas demuestran que la inoculación de cultivos con ME pueden mejorar la calidad del suelo, el crecimiento, producción y calidad de los cultivos (Navia *et al.*, 2013; Campo *et al.*, 2014).

El incremento en las variables evaluadas en los tratamientos en que se aplicó con FitoMas-E® puede estar influenciado de acuerdo con Campo *et al.* (2015) por el contenido de aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas, el FitoMas-E® contiene ácido aspártico a 0,17%, que interviene en casi todos los procesos fisiológicos de las plantas, potenciándolos en su desarrollo lo que hace que se encuentre en mejores condiciones para la etapa reproductiva y en respuesta a esto produzca más frutos por plantas y de mejor calidad.

5. CONCLUSIONES

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

1. El tratamiento 4 (Microorganismos eficientes a 4 mL.m^{-2} + FitoMas-E® a $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$) mostró la mayor respuesta del rendimiento con $3,6 \text{ Kg.m}^{-2}$
2. La aplicación simple y combinada de Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® ejerció un efecto positivo en la calidad de los frutos de pepino, expresado en la firmeza, sólidos solubles totales (°Brix), pH, ácido ascórbico y acidez titulable.

6. RECOMENDACIONES

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

1. Continuar los estudios en otras variedades y especies hortícolas en condiciones de organopónicos que permita profundizar y generalizar los resultados.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, E.; Escalona, V. H. y Artés, F. 2006. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 39: 169-177.

Álvarez, A.; Campo, A.; Batista, E y Morales, A. 2015. Evaluación del efecto de diferentes dosis del bionutriente Fitomas-E® como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 49(1): 3-9.

Álvarez, J. L.; Núñez, D. B.; Liriano, R. y Terence, G. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*. 39(4): 27-30.

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.

AOAC. 1994. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists Washington D.C., USA.

AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.

Arroyo, U.; Mazquiaran, B.; Rodríguez, A.; Valero, G.; Ruiz, M.; Ávila, M. y Varela M. 2018. Informe de estado sobre situación de frutas y hortalizas [en línea]. Disponible en: <https://www.fesnad.org/resources/files/Noticias/frutasYHortalizas.pdf> [Consulta: enero, 19 2021].

Arroqui, C.; Rumsey, R.; Lopez, A.; Virseda, P. 2001. Effect of different soluble solids in the water on the ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *Journal of Food Engineering*. 47(2): 123-126.

Avila. L. 2014. Dosis de fertilizante con microorganismo benéficos (FERTI ME) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.), en la provincia de Lamas. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional De San Martín.

Azarmi, R.; Giglou, M. T. y Hajieghrari, B. 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in the greenhouse. African Journal of Biotechnology. 8(19): 4953-4957.

Azcón, B. J. y Talón, M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill. 2ª (Ed.). México. 651 p.

Barraza, F. V. 2015. Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. Colombiana de Ciencias Hortícolas. 9(1): 60-71.

Bashyal, L. N. 2011. Response of cauliflower to nitrogen fixing biofertilizer and graded levels of nitrogen. Journal of Agriculture and Environment. 12: 41-50.

Bisen, K.; Keswani, C.; Mishra, S.; Saxena, A., Rakshit, A. y Singh, H. B. 2015. Unrealized potential of seed biopriming for versatile agriculture. En: Rakshit, A.; Singh, H. B. y Sen, A. (eds) Nutrient Use Efficiency: from Basics to Advances. Springer, New Delhi, India. p. 193-206.

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.; Pérez, Y.; González, Y. y González, T. N. 2019b. Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica. 22(2): 1-9.

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

Callizaya, S. 2015. Efecto de la aplicación de biol sobre el comportamiento productivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de carpa solar. Tesina de grado en opción al título de Técnico Superior en Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés.

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.

Campo, A.; Álvarez, A.; Batista, E. y Morales, A. 2015. Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el cultivo *Solanum lycopersicum* L. (tomate). ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 49(2): 37-41

Campo, A. D.; Acosta, R. L.; Morales, S. y Prado, F. A. 2014. Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Bio Agro*. 12 : 79-87.

Carrari, F.; Asis, R. y Fernie, A. R. 2007. The metabolic shifts underlying tomato fruit development. *Plant Biotechnology*. 24(1): 45-55.

Casilimas, H.; Monsalve, O.; Bojacá, C. R.; Gil, R.; Villagrán, E.; Arias, L. A. y Fuentes, L. S. 2012. Manual de producción de pepino bajo invernadero. Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Bogotá, Colombia. 208 p.

Changas, A. F.; De Oliveira, A. G.; De Oliveira, L. A.; Dos Santos, G. R.; Changas, L. F.; 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.

Chaurasia, A.; Meena, B. R.; Tripathi, A. N.; Pandey, K. K.; Rai, A. B. y Singh, B. 2018. Actinomycetes: an unexplored microorganism for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 34: 132.

Chen, F.; Liu, H.; Yang, H.; Lai, S.; Cheng, X.; Xin, Y.; Yang, B.; Hou, H.; Yao, Y.; Zhang, S.; Bu, G. y Deng, Y. 2011. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria annanassa* Duch.) under calcium chloride treatment. Food Chemistry. 126(2): 450-459.

Companioni, N.; Peña, E.; Carrión, M. V.; González, R.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Cañet, F.; Rey, R.; Fernández, E.; Vásquez, L. L.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; Pozo, J. L.; Cun, R. y Martínez, F. 2020. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Octava Edición. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 126 p.

Copetta, A. B.; Bertolone, E. y Berta, G. 2011. Fruit production and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) are affected by green compost and arbuscular mycorrhizal fungi. Journal of the Science of Food and Agriculture. 101(3): 106-115.

Cormillot, A. 2014. Reseña histórica y origen del pepino [en línea]. Disponible en: www.drcormillot.com [Consulta: septiembre, 15 2021].

Cortez, G. Y.; Valdez, L. A.; Lira, R. H. y Peralta, R. D. 2011. Polyvinyl acetate as an edible coating for fruits. Effect on selected physiological and quality characteristics of tomato. Chapingo. Serie Horticultura. 17(1): 15-22.

Cortés, M.; Johan, Y. y Rodríguez, E. 2011. Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 9(1): 24-34.

Cruz, J. A.; Monge, J. E. y Loría, M. 2020. Comparación agronómica entre tipos de pepino (*Cucumis sativus*). UNED Research Journal. 12(1): e2842.

Cruz, J. A. y Monge, J. E. 2020. Producción de siete genotipos de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivados en ambiente protegido. Tecnología en Marcha. 33(2): 102-118.

Cueto, J. R. y Otero, L. 2015. Fruticultura y Agroecología. Avances de la Agroecología en Cuba. Estación Experimental "Indio Hatuey". p. 293-310.

Díaz, G. 1995. Efecto de un análogo de brasinoesteroides DAA-6 en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Cultivos Tropicales. 16(3): 53-55.

Díaz, Y. 2019. Resultados de la aplicación de microorganismos eficientes en plantas de naranjo valencia [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] en Jagüey Grande. Matanzas. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.

El-Gendy, M. 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.

Fayemi, O. E. y Ojokoh, A O. 2014. The effect of different fermentation techniques on the nutritional quality of the cassava product (fufu). Journal of food processing and preservation. 38(1): 183-192.

FUNDASES (Fundación de Asesorías para el Sector Rural). 2014. Microorganismos Eficaces [en línea]. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. [Consulta: junio, 21 2021].

Gaceta Oficial de la República de Cuba. 2019. Resolución 421/2019 (GOC-2019-1058-O92). Año CXVII. No. 92 Edición Ordinaria de 25 de noviembre de 2019. Ministerio de Justicia. República de Cuba. p. 2048.

Galindo, F. V.; Fortis, M.; Preciado, P.; Trejo, R.; Segura, M. A. y Orozco, J. A. 2014. Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. Mex. Cienc. Agríc. 5(7): 1219-1232.

Gianinazzi, S.; Gollotte, A.; Binet M. N.; Van-Tuinen, D.; Redecker, D. y Wipf, D. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza. 20(8): 519-530.

Grijalva, R. L.; Macías, R.; Grijalva, S. A. y Robles, F. 2011. Evaluación del efecto de la fecha de siembra en la productividad y calidad de híbridos de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora. Biotecnia. 13(1): 29-36.

Grosu, A. I.; Siciua, O. A.; Dobre, A.; Voaides, C. and Cornea, C. 2015. Evaluation of some *Bacillus* spp. Strains for the biocontrol of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in wheat. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 6: 559-566.

Haney, C. H.; Samuel, B. S.; Bush, J. y Ausubel, F. M. 2015. Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. Nature Plants. 1(6): 15051.

Hernández, Y.; Batista, R. y Rodríguez, N. 2015. Efecto de momentos de aplicación de FitoMas-E, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad poinset en organopónico. Granma Ciencia. 19(1): 1-8.

Huerres, C. y Caraballo, N. 1996. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p 70 - 85.

Ignatova, L.; Brazhnikova, Y.; Berzhanova, R. y Mukasheva, T. 2015. The effect of application of micromycetes on plant growth, as well as soybean and barley yields. *Acta Biochimica Polonica*. 62(4): 669-675.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2017. Guías Técnicas para el cultivo de hortalizas: Pepino, Tomate y Chile dulce. Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo. Programa Mundial de Alimentos (PMA). San Salvador, El Salvador. p. 6-16.

Jaime, M.; Lucero, J. M. y Snche, C. 2012. Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo. Inteligencia de mercado de pepino. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 85 p.

Kader, A. A. 2007. Biología y Tecnología Postcosecha: Un panorama. En: Kader, A.A. (Ed.). Tecnología Poscosecha de cultivos Hortofrutícolas. Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha. División de Agricultura y Recursos Naturales. Universidad de California Davis, California, EE.UU. p. 157-168.

Kapuriya, V. K.; Ameta, K. D.; Teli, S. K.; Chittora, A.; Gathala, S. y Yadav, S. 2017. Effect of spacing and training on growth and yield of polyhouse grown cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(8): 299-304.

Kazemi, M. 2013. Response of cucumber plants to foliar application of calcium chloride and paclobutrazol under greenhouse conditions. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2(11): 15-18.

Khatab, O. H.; Nasib, M. A.; Ghoneimy, E. A.; Abo-Elnasr, A. A.; Hassan, H. A.; Hassan, M. Y. and Attitalla, I. H. 2015. Role of Microorganisms in our life's as ecofriendly and replacement for chemical methods. *Int. J. Pharm. Life Sci.* 6(2): 4221-4229.

Liriano, R.; Núñez, Dania B.; Ibáñez, Dianela y García, P. 2015. Evaluación de la aplicación de biopreparados a base de Microorganismos Nativos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola.* 42(2): 5-10.

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.

López, E.; Calero, A.; Gómez, Y.; Gil, Z.; Henderson, D. y Jiménez, J. 2017. Efecto agronómico del biosólido en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L): control biológico de *Rhizoctonia solani*. *Cultivos Tropicales.* 38(1): 13-23.

López, J.; Garza, S.; Huez, M. A.; Jiménez, J.; Rueda, E. O. y Murillo, B. 2015. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal.* 11(24): 25-36.

Maroto, J.; Miguel, A. y Pomares, F. 2010. El cultivo de pepino. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 322 p.

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.* Springer, Singapore. p. 3-23.

Mena, H. G. y Olalde, V. 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae.* 113(1): 103-106.

Méndez, A. 2016. Evaluación de la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Méndez, M.; Quintero, N. y La O, A. L. 2020. Alternativas biológicas en el cultivo del tomate: su contribución al desarrollo agrario sostenible. *Pedagogía y Sociedad*. 23(59): 200-217.

Mendoza, H. A. 2016. Respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos en la productividad del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

Meriño, Y.; Boicet, T. y Boudet, A. 2018. Efectividad del FitoMas-E en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo. *Centro Agrícola*. 45(1): 62-68.

Ministerio de la Agricultura (MINAG). 2020. Manual Práctico para uso de Bioproductos y Fertilizantes Líquidos. Departamento de Suelos y Fertilizantes. La Habana, Cuba. p. 11-12.

Monge, J. E. 2015. Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes*. 16(33): 84-122.

Montano, R. 2008. Fitomas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). p. 3-9.

Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, J. 2007. Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de azúcar*. 41(3): 14-21.

Moreno, D.; Cruz, W.; García, E. Ibáñez, A.; Barrios, J. M. y Barrios, B. 2013. Cambios fisicoquímicos pos-cosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. *Mexicana Ciencias Agrícolas*. 4(6): 909-920.

Moreno, D.; Hernández, B. N.; Barrios, J. M.; Ibáñez, A.; Cruz, W. y Berdeja, R. 2015. Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(3): 637-643.

Morocho, M. T. y Leiva, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*. 46(2): 93-103.

Musmade, A. M. y Desai, U. T. 1998. Cucumber and melon. In: handbook of vegetables science and technology. Salunke, B. K. and Kadam, S. S. (Eds.). Marcel Dekker, Inc. New York. 245-253 p.

Naranjo de los Reyes, A.; Roselló, R.; José Garrote, J. y Rodríguez, P. 2014. Respuesta agronómica del cultivo del maracuyá (*Passiflora edullis* L.) a la aplicación del FitoMAS-E. *Centro Agrícola*. 41(3): 79-84.

Navia, C. A.; Zemanate, Y.; Morales, S.; Prado, F. A. y Albán, N. 2013. Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Edición Especial (2) : 165-173.

Núñez, D. B.; Liriano, R.; Pérez, Y.; Placeres, I. y Sianeh, G. 2017. Respuesta de *Daucus carota*, L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola*. 44(2): 29-35.

Ojo, D. 2016. Cucurbits importance, botany, uses, cultivation, nutrition, genetic resources, diseases, and pests, en: Pessaraki, M. (Ed.), *Handbook of Cucurbits*:

Growth, Cultural Practices, and Physiology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. p. 23-61.

Ortiz, D. y Moran, J. 2010. Estudio comparativo de dos distancias de siembra en pepino (*Cucumis sativus* L.) alzado en huertos organopónicos [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/972> [Consulta: octubre, 25 2021].

Pandey, S.; Akhter W.; Kumar, V.; Kumar, A. y Singh, M. 2013. Genetic diversity in Indian cucumber based on microsatellite and morphological markers. *Biochemical Systematics and Ecology*. 51: 19-27.

Reche, J. 2011. Cultivo del pepino en invernadero. Ministerio De Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid, España. 50 p.

Rodríguez, A.; Companioni, N.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Cañet, F.; Rey, R.; Fernández, E.; Vásquez, L. L.; Peña, E.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; González, R.; Pozo, J. L.; Cun, R.; Martínez, F.; Moya, C.; Gómez, O.; Alvarez, M.; Shagarodsky, T.; González, P. L.; Castellanos, J. J. y Hernández, J. C. 2011. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Séptima Edición. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT). La Habana, Cuba. p. 78-79.

Rosell, R.; Ramírez, A. G.; Dorado, M.; Peña, J. B. y Pacheco, M. 2019. Evaluación de FitoMas-E® en el cultivo del pepino en producción de parcela. *REDEL. Granmense de Desarrollo Local*. 3(2): 135-148.

Salisbury, F. B y Ross, C. W. 1994. Fisiología vegetal. Cuarta edición. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. México. S. F. 759 p.

Santa Cruz, G.; Sabala, M. I. y Ventura, J. 2011. Compendio de Agronomía 3er año. Primera parte. Tercera edición. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p. 255-267.

Santillán, L. M. y Paredes, L. P. 2018. Remoción de ácido sulfhídrico por microorganismos sobre lodos activados en aguas residuales de la industria alimenticia. *Ciencias de la Vida*. 27(1): 112-123.

Sarhan, T. Z. y Ismael, S. F. 2014. Effect of low temperature and seaweed extracts on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Agricultural and Food Research*. 3(1): 41-54.

Saxena, J.; Rawat, J. y Sanwal, P. 2016. Enhancement of Growth and Yield of *Glycine max* Plants with Inoculation of Phosphate Solubilizing Fungus *Aspergillus niger* K7 and Biochar Amendment in Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 47(20): 2334-2347.

Sebastian, P.; Schaefer, H.; Telford, I. R. H. y Renner, S. S. 2010. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107(32): 14269-14273.

Sediyama, M. A. N.; Nascimento, J. L. M.; Lopes, I. P. C.; Lima, P. C. y Vidigal, S. M. 2014. Tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonés e caipira. *Horticultura Brasileira*. 32(4): 491-496.

Servicio de Medio Ambiente. 2014. Guía de cultivo para huertos urbanos. Valencia, España. p. 68-69.

Smirnov, N. 2000. Ascorbate biosynthesis and function in photoprotection. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 355: 1455-1464.

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 *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*. 10(3): 612-624.

Suslow, T. y Cantwell, M. 1997. Cucumber. Producer facts. Perishables Handling No. 90. University of California, Davis. USA. 21-22 p.

Suslow, T. y Cantwell, M. 2012. Cucumber: Recommendations for maintaining postharvest quality [en línea]. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/CucumberPhotos/> [Consulta: noviembre, 17 2021].

Taiz, L. y Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology, Fifth Edition*. Sinauer Associates Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA. 782 p.

Terry, E.; Padrón, J. R.; Tejeda, T. y Díaz de Armas, M. M. 2013. Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili.) a la aplicación de diferentes bioproductos. *Cultivos Tropicales*. 34(3): 5-10.

Torres, A.; Quipuzco, L. y Meza, V. 2015. Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo Batch. *Anales Científicos*. 76(2): 269-274.

Urrestarazu, M.; Castillo, J.E.; Salas, M. C. 2002. Técnicas Culturales y calidad del pimiento. Una poda adecuada y la forma correcta de colocar los tutores influye en la calidad y en la cantidad del producto. *Horticultura*. (159): 18-26.

Valcárcel, J. V. 2017. Racionalización de la colección de pepino (*Cucumis sativus* L.) del banco de germoplasma del COMAV. Valencia. Tesis en opción al grado científico de Doctor. Universitat Politècnica de València.

Viñals, M.; García, A.; Montano, R. L.; Villar, J. C.; García, T. y Ramil, M. 2011. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas, resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar. 45(3): 1-23.

Vuarant, C. O.; Lesa, C.; Zapata L. M.; Montti M. T.; Paz J. M. y Carbonell, J. V. 2010. Estudios de parámetros de calidad en pasas de arándanos en un proceso de deshidratado por infrarrojos. En: Arándanos, Avances Científicos-Tecnológicos en la región de Salto Grande”. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos. Compilación: Vuarant C. O.

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.

Waris, M. H. I.; Khan, A.; Ahmad, F.; Iqbal, M.; Shoaib, M.; Ullah, Z. 2014. Screening of cucumber varieties against downy mildew ¿*Pseudoperonospora cubensis*? and its chemical management. Pak. J. Phytopathology. 29: 321-329.

Yang, X.; Li, Y.; Zhang, W.; He, H.; Pan, J. y Cai, R. 2014. Fine mapping of the uniform immature fruit color gene *u* in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica. 196: 341-348.

Yang, Z.; Jiang, Z.; Hse, C. Y. y Liu, R. 2017. Assessing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non-destructive testing. International Biodeterioration and Biodegradation. 117: 123-127.

Zaldívar, P. 2012. Evaluación de algunos extractos de plantas y el bioestimulante Fitomás-E en la respuesta agroproductiva del pepino (*Cucumis sativus*, L) var. Poinset en área específica del municipio Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Zamora, M.; Peña, R. y Verdecía, M. 2014. Respuesta del pepino a un manejo variable del riego. Centro Agrícola. 41(1): 5-11.

Zamudio, B. y Felix, A. 2014. Producción de pepino bajo invernadero en Valles Altos del Estado de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico. Sitio Experimental Metepec. 56 p.