



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS  
CIENCIAS AGRARIAS

# **Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.**

*Título: Efecto de ME-50 sobre la producción  
de cuatro cultivos hortícolas en  
Organopónicos del municipio de Cienfuegos.  
Cuba*

**Autor: Renso D. Mena Calzada**

**Tutor: MSc. José R. Mesa Reinaldo**

**Curso 2021**

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el efecto de ME-50 y otras alternativas naturales sobre la producción de hortalizas en el municipio Cienfuegos, se desarrolló este trabajo en los Organopónicos Cuatro Caminos y T-15, durante el período de marzo-julio de 2021. Se montaron experimentos en lechuga (*Lactuca sativa* L.), acelga china [*Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt], zanahoria (*Daucus carota* L.) y habichuela china [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.Cv.-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal] mediante un diseño experimental de bloques al azar, con tres tratamientos y cuatro réplicas. Se utilizó ME-50 y el Paquete tecnológico propuesto por LABIOFAM, compuesto por una formulación de biopreparados que aportan al cultivo efectos sobre la nutrición, crecimiento y protección vegetal. Se evaluaron variables morfológicas y componentes de rendimiento mediante el paquete estadístico SPSS para Windows versión 23 y se determinó la viabilidad económica. Tratamientos evaluados: Testigo (sin aplicación) y ME-50 (50 y 100 mL.L), en dos aplicaciones, con un intervalo de 7 días, a los 7 días después del trasplante. Se asperjó el área foliar y suelo en la periferia de las plantas. Al determinar el efecto de ME-50 sobre las variables morfológicas, no se obtienen diferencias entre tratamientos para lechuga, acelga, zanahoria y habichuela. En los componentes del rendimiento, se alcanzan diferencias para acelga, zanahoria y habichuela y resulta el mejor ME-50 100 mL.L. Con relación al rendimiento y la valoración económica realizada, todos los tratamientos a base de ME-50, superan al testigo en los cuatro cultivos y resulta el mejor ME-50 100 mL.L.

**Palabras clave:** microorganismos eficientes, organopónicos, cultivos, rendimiento.

**ABSTRACT:**

With the aim of evaluating the effect of ME-50 and other natural alternatives on vegetable production in the municipality of Cienfuegos, this work was developed in the Organoponic Cuatro Caminos and T-15, during the period of March-July 2021. Experiments were mounted on lettuce (*Lactuca sativa* L.), chard [*Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt], carrot (*Daucus carota* L.) and vean [*Vigna unguiculata* L.) Walp. Cv.-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal] using a random block experimental design, with three treatments and four replicates. ME-50 and the Technological Package proposed by LABIOFAM were used, composed of a formulation of biopreparates that provide the crop with effects on nutrition, growth and plant protection. Morphological variables and performance components were evaluated using the SPSS statistical package for Windows version 23 and economic feasibility was determined. Treatments evaluated: Control (without application) and ME-50 (50 and 100 mL.L), in two applications, with an interval of 7 days, at 7 days after transplantation. The leaf area and soil on the periphery of the plants were sprayed. When determining the effect of ME-50 on morphological variables, no differences are obtained between treatments for lettuce, chard, carrot and beans. In the performance components, differences are reached for chard, carrot and bean and it is the best ME-50 100 mL.L. Regarding the yield and the economic valuation carried out, the treatments based on ME-50, exceed the control in the four crops and is the best ME-50 100 mL.L.

**Key words:** efficient microorganisms, organoponic, cultures, yield.

*Pensamiento*



*El futuro de nuestra Patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, tiene que ser un futuro de hombres de Pensamiento...*

*Fidel Castro Ruz 15 de enero 1960*

*Agradecimientos*

Quiero agradecer a mis abuelos maternos Fidel Calzada Hugando y Ana María Días Padrón por la crianza dada a la cual le debo lo que soy hoy como persona, por inculcarme siempre la importancia de la superación personal y profesional gracias a lo cual estoy dando este paso tan importante.

Agradecer a mi madre Zarahí Calzada Días por su apoyo total a mis estudios y ser fuente de inspiración diaria, mi familia en general que siempre estuvieron pendientes de mi desarrollo esperando siempre este gran momento.

A mi tutor José Ramón Mesa Reinaldo por guiarme y mostrarme el camino

A mis amigos y compañeros de aula, quienes se han convertido en parte de mi familia y siempre de su parte no a faltado el ánimo y el aliento para cumplir este sueño que hoy se hace realidad.

Agradecido estaré siempre al claustro de profesores que desde mis primeros pasos como futuro Ingeniero Agrónomo brindaron sus conocimientos y llevo de cada uno enseñanzas para poner en práctica tanto en mi vida profesional como personal.

Gracias a la Universidad Carlos Rafael Rodríguez por ser mi casa durante cinco hermosos años de la cual me llevo grandes recuerdos.

## *Dedicatoria*

Dedico este trabajo a mi madre, mis abuelos, mi familia en general, a mis amigos, mi tutor, a todo el claustro de profesores, y a la Universidad Carlos Rafael Rodríguez.

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Microorganismos eficientes. Origen .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Microorganismos eficientes. Composición .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3. Microorganismos eficientes en Cuba. Tecnología .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.4 Efecto de los Microorganismos eficientes en los sistemas suelo-planta .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Las hortalizas y la alimentación. Importancia .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 La agricultura urbana. Antecedentes .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.1 El Programa de Agricultura Urbana en Cuba.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2 Conservación de la fertilidad en los sustratos en organopónicos. ....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.4 Aplicación de enmiendas orgánicas.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Montaje de los experimentos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1 Experimento 1: Lechuga.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Experimento 2: Acelga .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.3 Experimento 3: Zanahoria .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.4 Experimento 4: Habichuela .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Lechuga .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Diámetro de la roseta de hojas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3 Peso de las plantas .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.4 Rendimiento.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.0 Acelga.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1 Número de hojas por planta .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.2 Peso de las plantas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.3 Rendimientos .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.0 Zanahoria .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1 Altura de las hojas .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.2 Número de hojas .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.3 Peso de la raíz .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.4 Rendimiento.....</b>	<b>29</b>

<b>3.4.0 Habichuela.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1 Altura.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2 Peso de las vainas.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.3 Rendimiento.....</b>	<b>30</b>
<b>5: Experimento Ensayos biológicos .....</b>	<b>31</b>
<b>6. Validación económica de la propuesta .....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de hortalizas en condiciones de organopónicos implica una intensidad en el tiempo, para lograr altos rendimientos anuales, con buena calidad de la cosecha. Esta premisa indica que se debe mantener el sustrato con alta fertilidad y propiedades físicas de porosidad, retención de agua y aireación, capaces de mantener estables los rendimientos. Estas condiciones se logran en las mezclas cuando se preparan por primera vez, pero en la medida en que se desarrolla la explotación, las condiciones pueden variar (INIFAT, 2011).

El desarrollo de una tecnología basada en el uso de productos biológicos, favorece la conservación del medio ambiente y contribuye a restaurar el equilibrio ecológico que el exceso de agroquímicos tóxicos provocó durante decenios, por lo que en la búsqueda de vías para aumentar la producción de alimentos y mantener la calidad de los sustratos, son numerosos los trabajos realizados con el objetivo de mejorar o incrementar los rendimientos, que incluyen el aporte de fuentes de abonos orgánicos y la aplicación de diferentes tipos de biofertilizantes (Sánchez et al., 2011).

Otra alternativa la constituyen los microorganismos eficientes (ME); cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Mesa, 2020).

Los ME son una combinación de microorganismos beneficiosos que según Morocho y Leiva (2019), se componen de cinco grupos microbianos generales: bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa que como tecnología, pueden ser obtenidos a partir de cepas de colección, desarrollando productos como ME-50, biopreparado producido en Cuba mediante un proceso de fermentación controlada en planta y comercializado por LABIOFAM. Otra forma de obtención de los biopreparados es mediante un proceso de producción artesanal a partir de la fermentación anaeróbica de residuos extraídos de bosques, aplicando la tecnología desarrollada por Blanco et al., (2016) en la Estación

Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, para la producción del IHPLUS, o la desarrollada por Mesa et al. (2018) para la producción de ME-UCf, que no requieren medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento y que pretenden aprovechar la diversidad microbiana existente en las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego incorporarlos en las unidades de producción agrícola.

En Cuba, se han realizado numerosos trabajos para la producción, aplicación y generalización de ME-50 y otros biopreparados a base de microorganismos eficientes en diferentes cultivos, pero no se encontraron referencias de su empleo sistemático en condiciones de organoponía, por lo que se formula el siguiente problema:

### **Problema Científico**

¿Qué efecto tendrá el biopreparado ME-50, sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos lechuga (*Lactuca sativa* L.), acelga china [*Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt], zanahoria (*Daucus carota* L.) y habichuela china [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.Cv.-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal], ¿en condiciones de organoponía?

### **Hipótesis**

La aplicación de ME-50 puede constituir una alternativa factible para el incremento del crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos lechuga, acelga china, zanahoria, y habichuela china en condiciones de organoponía.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de ME-50 sobre la producción de los cultivos lechuga, acelga china, zanahoria, y habichuela china en Organopónicos del municipio de Cienfuegos. Cuba

### **Objetivos específicos**

- 1- Determinar el efecto de ME-50 sobre las variables morfológicas y componentes de rendimiento de los cultivos lechuga, acelga china, zanahoria, y habichuela china.
- 2- Evaluar el efecto de una dilución de ME-50 sobre la germinación en Habichuela arbustiva [*Vigna unguiculata* L.) Walp.Cv.-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal].
- 3- Validar la factibilidad económica de la propuesta.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Microorganismos eficientes. Origen

Como tecnología, los ME, surgen desde la década de los años 60, aunque los mayores avances comienzan con los estudios del profesor de horticultura Dr. Teruo Higa, de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa aproximadamente en 1970, el que se motivó por la búsqueda de alternativas naturales en la producción agrícola, al sufrir efectos tóxicos de plaguicidas químicos en los primeros años de ejercitar su profesión (Quispe & Chávez, 2017).

En sus ensayos y experimentos reunió unas 2000 especies de microorganismos de los cuales 80 mostraron efectos eficaces. Por accidente, el doctor colocó una mezcla de los ME en arbustos pequeños y al cabo del tiempo observó un estímulo importante en el crecimiento de los mismos. En el año 1982, el profesor presentó una formulación comercial para el acondicionamiento biológico de los suelos y dona al mundo la tecnología de los microorganismos eficientes, denominados por el como EM (siglas en ingles de Effective Microorganisms o Microorganismos eficaces, efectivos o eficientes) y crea a EMRO (Effective Microorganisms Research Organization), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación (Camones & Noemí, 2015).

Al estudiar las funciones individuales de diferentes microorganismos, el Dr. Higa encontró que el éxito de su efecto estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada en una multitud de usos agropecuarios y ambientales, y es utilizada en más de 80 países del mundo, entre ellos Cuba, que en los últimos años ha desarrollado una intensa investigación relacionada con la temática. (Ferral & Calderón, 2019).

El principio fundamental de la tecnología consiste en introducir un grupo de microorganismos benéficos, habitantes naturales de los suelos, sin manipulación genética, existentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles, los cuales, están presentes en los suelos del bosque y pueden ser explotados. Para ello, los microorganismos deberán ser capturados en suelo saludable, debajo de los árboles, en

la unidad agrícola, próximos al lugar donde vive la familia campesina o en un área cercana. (Alejo & Mesa, 2019).

De esta forma, los microorganismos de cada región, están más adaptados a las condiciones locales, facilitando el proceso de reconstrucción del suelo vivo y degradado. Estos microorganismos toman de la materia orgánica sus alimentos y en esta descomposición, la reducen, liberando compuestos menores al ambiente como: nutrientes, hormonas y vitaminas que alimentan la propia comunidad microbiana, así como a los animales y las plantas (Morocho & Leiva 2019)

### 1.1.2 Microorganismos eficientes. Composición

Los llamados Microorganismos eficientes (ME), benéficos o microorganismos de montaña (MM) están formados por una combinación de microorganismos beneficiosos que según Morocho y Leiva (2019), se componen de cinco grupos microbianos generales: bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. En relación con las diferentes especies presentes en los ME y su función, se expone lo siguiente: Las bacterias fotosintéticas o fototróficas, se pueden considerar como el núcleo de la actividad de los ME, ya que refuerzan las actividades de otros microorganismos. Constituyen un grupo de microorganismos representados por las especies *Rhodopseudomonas palustris* Van Niely y *Rhodobacter sphaeroides* Van Niely que utilizan la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía (Su et al., 2017).

Dentro de las Bacterias ácido-lácticas se incluyen *Lactobacillus plantarum* Krasil'nikov y *Lactobacillus casei* Orla-Jensen, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptococcus lactis* Lohnis y *Pediococcus*, las que pueden mostrar efecto antagónico frente a diferentes agentes fitopatógenos del suelo (Londoño et al., 2015).

Luna y Mesa (2016), plantean que el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte, que reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación-dispersión de microorganismos dañinos como *Fusarium*.

En la comunidad microbiana de levaduras, prevalecen las especies *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C.Hansen y *Candida utilis* Henneberg. Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento,

a partir de azúcares y aminoácidos secretados por las bacterias fotosintéticas, y la materia orgánica existente en el suelo (Meena & Meena, 2017).

Los Actinomicetos, *Streptomyces albus* Rossi Doria y *Streptomyces griseus* Krainsky, son las principales especies de actinomicetos informadas como componentes de los ME (Vurukonda, et al., 2018), son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento micelial de varios hongos fitopatógenos.

Dentro de los principales representantes de los Hongos de fermentación, encontramos las especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium sp*, *Trichoderma sp*, *Mucor hiemalis* Wehmer y *Rhizopus sp*. (Chaurasia, et al, 2018).

Producen además la desodorización de la materia orgánica en descomposición y previenen la infestación por insectos dañinos y vectores. Los ME consisten en el cultivo microbiano mixto de especies de microorganismos seleccionadas los cuales coexisten en un pH aproximado de 3,5. Al respecto, García y Bocurt (2014), señalan que una de las claves del desarrollo de los microorganismos eficientes como tecnología, está en la coexistencia de los mismos en un medio de cultivo apropiado. Esa coexistencia se basa, entre otros aspectos, en el hecho de que sustancias que generan unos, sirven de alimentos para otros. Así, por ejemplo, las levaduras y bacterias ácido lácticas generan entre otras sustancias, ácidos orgánicos que alimentan a las bacterias fototrópicas y estas a su vez producen azúcares que alimentan a las primeras, favoreciendo su supervivencia y reproducción.

Estos mismos autores refieren que la existencia de los microorganismos eficientes trae como consecuencia un efecto sinérgico entre todos, que explica su potente capacidad antioxidante y exponen que la capacidad antioxidativa significa capacidad de prevenir y revertir procesos degenerativos y de enfermedad típicamente oxidativo, estimulando procesos de regeneración en los organismos vivos. De ahí que tengan un amplio campo de aplicaciones en diversas áreas de la salud vegetal o animal, la producción, el medio ambiente y la vida humana por su característica central como antioxidante.

### 1.1.3. Microorganismos eficientes en Cuba. Tecnología

Como tecnología pueden ser obtenidos a partir de cepas de colección, desarrollando productos como ME-50 (Labiofam, 2013), biopreparado producido en Cuba mediante un proceso de fermentación controlada en planta y comercializado por el Grupo empresarial de Laboratorios de Producciones Biofarmacéuticas y Químicas (LABIOFAM). También son obtenidos mediante un proceso de producción artesanal a partir de la fermentación anaeróbica de residuos extraídos de bosques, mediante la tecnología desarrollada por Blanco et al. (2016) en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, pionera en el desarrollo e implementación de la tecnología en Cuba, para la producción del IHPLUS, que no requieren medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento y que pretende aprovechar la diversidad microbiana tanto taxonómica como funcional de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego ser incorporados en las unidades de producción agrícola, conocidos también como Microorganismos de Montaña (MM) o como Microorganismos autóctonos multipropósitos (MAM), denominación que le ha dado nacionalmente la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Entre los usuarios de este tipo de tecnología se acepta que la mejor fuente de inóculo son los bosques poco antropizados, cercanos a los sitios de producción agrícola, ya que presentan microorganismos adaptados a las condiciones de la zona (Luna & Mesa 2016).

La provincia de Sancti Spíritus ha sido la segunda en el país en desarrollar una tecnología propia y en extenderla a áreas de producción, trabajo liderado por la Universidad “José Martí” y la Unidad de lucha biológica de la agricultura en el territorio, lo que ha propiciado la realización de amplias convocatorias y espacios de difusión de los resultados con amplia participación de los campesinos espirituanos que son los principales protagonistas de la relación investigación-producción y el desarrollo de Talleres nacionales sobre la temática (Olivera, Ayala & Calero, 2014).

En la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos, se ha trabajado en el desarrollo y validación mediante experimentos de campo, de la tecnología de producción de un biopreparado a base de microorganismos eficientes (ME- UCf), obtenido a partir de su extracción de bosques primarios de la provincia, aplicando la tecnología propuesta por Mesa et al. (2018), la cual ha sido el resultado del trabajo del

Grupo de trabajo científico-estudiantil de Microorganismos eficientes de la facultad y se ha validado en la producción y protección vegetal de diversos cultivos, el composteo de residuos y la producción animal, con excelentes resultados, además de difundirse la tecnología de producción del biopreparado y experiencias de su empleo entre los productores de la provincia y en numerosos eventos nacionales y provinciales.

LABIOFAM Cienfuegos, también ha desarrollado un intenso trabajo en la producción, promoción y venta de ME-50 en el territorio, producto que hoy se aplica exitosamente en cultivos y la producción animal (Labiofam, 2013).

#### 1.1.4 Efecto de los Microorganismos eficientes en los sistemas suelo-planta

Numerosos autores se han referido al efecto de los microorganismos eficientes en los sistemas suelo-planta. García & Bocurt (2014), señalan que los Microorganismos Eficientes tienen dos funciones básicas: Exclusión competitiva de microorganismos patógenos, mediante la competencia por la materia orgánica que sirve de alimento y la producción de sustancias que controlan directamente estas poblaciones y Producción de sustancias benéficas como vitaminas, enzimas, aminoácidos y antioxidantes, a través de un proceso de descomposición anaeróbica parcial; de ahí que sus aplicaciones sean múltiples. En la Agricultura mejoran la microflora del suelo, promueven el crecimiento de las plantas y suprimen enfermedades.

Los microorganismos eficientes pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, evitando el uso de plaguicidas sintéticos, suprimir microorganismos patógenos indeseables por “exclusión competitiva o dominación absoluta” y de esta manera favorecer el crecimiento, rendimiento y protección de las plantas de cultivo.

Haney et al. (2015), plantean que los microorganismos eficientes incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas, así como que incrementan la capacidad de fotosíntesis a través de un mayor desarrollo foliar; inducen mecanismos de eliminación de insectos y enfermedades en las plantas, con lo que evitan la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades,

Con relación al efecto de los microorganismos eficientes en los sistemas suelo-planta, Luna & Mesa (2016), señalan que, 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 medio ambiente más sostenible y provocan el incremento de las variables productivas.

Por su parte, Schlatter et al. (2017), plantean que la utilización de consorcios microbianos ha demostrado ser eficiente en el control de fitonemátodos del suelo. Los microorganismos asociados con la rizosfera de las plantas facilitan el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de procesos vitales como la promoción del crecimiento de las plantas y protegen las plantas de los agentes fitoparasíticos. Los microorganismos eficientes pueden ocupar diferentes nichos en la zona de raíz y con ello pueden competir por espacio y nutrientes, limitando el desarrollo de especies fitopatógenas.

Morocho & Leiva (2019), resumen que en semilleros, los ME provocan el aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, provocan aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal e incrementan las probabilidades de supervivencia de las posturas. Plantean también que, desde el punto de vista agrícola, los ME favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalmente se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos.

## 1.2 Las hortalizas y la alimentación. Importancia

Según Prado (2013), “La ingestión de verduras y frutas es determinante en la prevención de enfermedades y un bajo consumo está entre los 10 principales factores de riesgo que contribuyen a la mortalidad atribuible”. Comer una variedad de frutas y verduras como parte de una dieta equilibrada puede ayudar a prevenir las principales enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebro-vasculares, ciertos tipos de cáncer, diabetes tipo 2 mellitus y el síndrome metabólico.

Este autor señala que “La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un consumo mínimo de 400 g diarios de frutas y vegetales, como óptimo para garantizar los

requerimientos nutricionales del ser humano, debiendo corresponder 250 g diarios per cápita a hortalizas.

Según Castelló (2021), uno de los puntos más llamativos de las hortalizas es su alto porcentaje de agua y bajo en hidratos de carbono, proteínas y grasas, por lo que a nivel energético y plástico no son muy importantes. Pero lo que resalta es su contenido en micronutrientes: vitaminas y minerales. La cantidad de agua que contiene este grupo de alimentos suele ser del 90%, lo que explica su bajo valor calórico.

El mismo autor plantea que el contenido principal a nivel proteico se centra en las enzimas, pero al ser proteínas de origen vegetal su valor biológico es bajo. Los hidratos de carbono que contienen son carbohidratos disponibles y fibra. La **fibra** viene representada por celulosa, hemicelulosa, lignina y pectinas. Un ejemplo de alimentos con mucha cantidad de pectina sería el tomate, este tipo de fibra aporta rigidez en los tejidos. Las hortalizas tienen una proporción inferior al 1% de grasa.

En el **contenido vitamínico** hay que destacar la presencia mayoritariamente de vitaminas hidrosolubles y sobresale la **vitamina C**, muy presente en coles, perejil o pimiento (más de 100mg por 100g). La vitamina B<sub>1</sub> destaca en alcachofas, pimientos, espárragos y coles; el ácido fólico sobresale en hojas verdes como espinacas y coles y el ácido nicotínico en coles, espárragos y espinacas (Castelló, 2021).

También contienen las hortalizas vitaminas liposolubles, son más escasas, pero destaca la **provitamina A (β-caroteno)**.

Dentro de los **minerales** destaca el **potasio**, siendo lo habitual encontrar niveles superiores a 100 mg por 100 g, hay hortalizas como la coliflor o la remolacha roja que pueden superar los 300 mg (Castelló, 2021),

El sodio está presente, pero en cantidades más pequeñas que el potasio y el calcio, aunque hay una excepción con el apio que contiene 100mg/100g, y el magnesio también aparece, aunque en cifras más pequeñas.

El **hierro** está presente en guisantes, lechugas, hinojo, coles y acelgas con un contenido superior a 2 mg/100g. En la espinaca esta cifra puede superar los 3 mg/100g y donde más destaca el contenido en hierro en el perejil con más de 6 mg/100g.

También encontramos ácidos orgánicos en la mayoría de las hortalizas, como el ácido oxálico o el málico. Destacan la coliflor y las coles de Bruselas en contenido de ácido málico y cítrico y en menor proporción la alcachofa, berenjena o cebolla. El ácido cítrico destaca en los tomates y coles, y el ácido tartárico en las ensaladas.

Los **pigmentos** que son los responsables **del color de las hortalizas** y son compuestos entre los que se destacan carotenos, clorofilas, xantofilas, antocianos y flavonas.

### 1.3 La agricultura urbana. Antecedentes

Los antecedentes de la producción de alimentos en las ciudades se remontan a las culturas Incas, Aztecas y Mayas en América, así como a los pueblos en los márgenes del Tigris y el Éufrates.

En Cuba, descubrimientos de enterramientos aborígenes en el Municipio de Banes, Holguín, dan idea de la existencia de asentamientos humanos fijos con siembras de cultivos alimenticios en sus alrededores.

Por otra parte, a partir de la fuerte inmigración china del siglo XIX, en Cuba se incrementaron pequeños huertos en las cercanías de las ciudades y poblados, los que tuvieron a su cargo un importante papel en cuanto al abastecimiento de vegetales, sobre todo los “de hoja”, incluyendo condimentos frescos. Estos huertos chinos se mantuvieron a lo largo del siglo XX hasta los años 60 (Sarria, 2014).

La necesidad de alimentos, como uno de los factores críticos de nuestros días, ha hecho extensiva la práctica agrícola a las ciudades. De esta forma surge la llamada Agricultura Urbana, la cual no es más que la producción de cultivos alimentarios y no alimentarios y la cría de animales en áreas urbanas y del perímetro urbano (INIFAT, 2011).

Según Peñalver (2015), a escala mundial la Agricultura Urbana ha pasado a ser una de las alternativas emergentes con un peso significativo en la producción de alimentos a escala local. No solo es una alternativa para los países subdesarrollados como una fuente de seguridad y soberanía alimentaria, sino también en países desarrollados constituye una práctica cada vez más en uso atendiendo a múltiples razones, entre las cuales no está ausente como modo de supervivencia y complemento de los individuos de menos ingreso y los excluidos.

En todas las regiones del mundo la Agricultura Urbana y Periurbana provee de grandes cantidades de alimentos a los mercados de las ciudades, una parte de los cuales entran a los canales formales de comercialización, mientras que otra parte es intercambiada, regalada o consumida por los productores. Bajo ciertas condiciones y entre grupos específicos, esta producción es extremadamente importante para el bienestar y la seguridad alimentaria de la población urbana.

La producción de vegetales en Cuba, ha constituido una constante preocupación de las más altas esferas del gobierno. Así tenemos que entre los años 60 y 80 del pasado siglo, se desarrollaron los “Huertos Escolares” para formar tempranos hábitos de consumo de estos importantes alimentos, a la vez que permitieron una adecuada vinculación entre el estudio y el trabajo y las llamadas “Áreas Especiales de hortalizas” dedicadas a la producción de una amplia gama de especies, algunas poco conocidas por el cubano (MINAG, 2020).

Estas producciones se desarrollaron sobre la base de una agricultura de altos insumos, tanto de fertilizantes químicos, como de plaguicidas y distantes generalmente de los principales centros poblacionales, lo que conspiró contra la calidad de las producciones.

Durante los años 1970 – 1980 se realizaron importantes inversiones en la construcción de Hidropónicos y Zeopónicos, para el cultivo fundamentalmente del tomate, pimiento, pepino y col, organizándose en 1981 el Grupo Nacional de Hidropónicos, coordinado por el INIFAT.

Se construyeron 113 ha de estas unidades en 3 polos principales, Ciudad de la Habana, Santiago de Cuba y Camagüey, estando la provincia de Cienfuegos incluida en este programa, pero los elevados costos constructivos y de explotación de esta tecnología y su dependencia de insumos químicos de importación, provocó su paulatina sustitución por Organopónicos durante el Período Especial (Peñalver, 2015).

En los años 80 se incrementó en Cuba la producción de medios biológicos para combatir las plagas, potenciándose mucho más al iniciarse el Período Especial.

Una experiencia trascendente en lo que respecta a la Agricultura Urbana es la que se ha desarrollado en Cuba. Luego de la gran crisis generada por el fin de la ayuda soviética, la Agricultura Urbana en este país tuvo una notable expansión en la década del 90 y fue

una importante palanca para lograr el autoabastecimiento alimentario y mejorar el nivel de vida de la población (MINAG, 2020)

El 27 de diciembre de 1987 el Segundo Secretario del Comité Central y Ministro de las FAR, General de Ejército Raúl Castro Ruz, dio la indicación de generalizar los organopónicos en el país, a partir de una experiencia desarrollada por HORTIFAR (La Lisa en Ciudad de la Habana), con el uso de sustratos orgánicos. (INIFAT, 2011). Paralelamente, en AGROFAR, Santo Domingo, Villa Clara, se desarrollaron iguales experiencias con el cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales en esas condiciones.

Como toda idea nueva, en los primeros años no se logró un desarrollo de la tecnología, excepto en algunas unidades de la FAR, MININT y unas pocas capitales de Provincias, entre ellas Camagüey, Las Tunas y Ciego de Ávila.

En 1994 se crea el Grupo Nacional de Organopónicos, por decisión del Ministro de Agricultura, encargando al INIFAT su rectoría y con un fuerte apoyo ministerial y otras 16 instituciones científicas y varios OACE, entre los que sobresale el INRE, en la persona del General de Brigada(r) Moisés Sio Wong.

A partir de esta fecha se organiza en todo el país este Movimiento, que en 1996 se denominó Grupo Nacional de Organopónicos y Huertos Intensivos, al añadirse esta última tecnología.

Al decursar el tiempo se fueron añadiendo otras modalidades productivas en el Subprograma de Hortalizas y Condimentos Frescos, como la producción en pequeñas parcelas semi intensivas y en los patios y la vez se fueron incorporando Subprogramas buscando una mayor integralidad y así en 1997 se adoptó el nombre actual de Movimiento Nacional de Agricultura Urbana (MAU), que cuenta con un Programa Nacional, un Grupo Nacional Interdisciplinario e Interinstitucional que lo rectorea, bajo la coordinación del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT), que es una institución del Ministerio de la Agricultura en su nivel central, y compuesto por Subprogramas, que buscan una producción agroecológica de alimentos en el perímetro urbano y periurbano con una fuerte interrelación “Hombre – Cultivos – Animales – Medio Ambiente”. (MINAG, 2020)

Rizo & Vuelta (2015), plantean que, en la agricultura cubana actual, hay tres grandes escenarios:

Por un lado, está la convencional que engloba a las grandes siembras con vista a garantizar, en la mayor medida posible, el suministro de los renglones fundamentales a las grandes ciudades y asentamientos poblacionales, basada en cinco formas productivas fundamentales: las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), las Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA), los productores individuales, las Granjas Estatales y las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC).

El segundo escenario es la agricultura suburbana, la cual persigue incrementar la producción de alimentos en torno a las ciudades y los poblados, empeño en el que se trabaja desde hace varios años. Lo que en otros países se conoce como agricultura familiar se parece bastante a la agricultura suburbana que desarrollamos en la isla.

Algunos especialistas latinoamericanos, han elogiado el modelo de gestión en dicha materia, porque a veces lo que falta es el cómo, un aspecto en el que Cuba acumula una experiencia de 15 años.

El tercer escenario es la agricultura urbana, orientada a producir alimentos dentro de las ciudades, aunque en Cuba también se extiende a la periferia inmediata de las mismas. Una gran parte de los vegetales que se producen hoy en el país, sobre todo los vegetales de hoja y los condimentos frescos, provienen de la agricultura urbana. Ese tema, al que cada vez se le presta más atención en el mundo, también es muy importante porque llega a la mayoría de las familias cubanas a partir de diferentes variantes desarrolladas y se ha logrado que la gran mayoría del pueblo cubano consuma más vegetales, incentivándose el consumo de algunos menos conocidos, pero que tienen muchas bondades nutricionales.

### [1.3.1 El Programa de Agricultura Urbana en Cuba.](#)

Los numerosos espacios vacíos existentes en zonas urbanas y su periferia, junto a la abundante fuerza de trabajo disponible, han permitido desarrollar un sistema productivo cuyos principales impactos se reflejan en: fuentes de empleo, diversidad de productos para la alimentación e incremento de la biodiversidad y de la belleza del entorno (MINAG, 2020).

Este Sistema (Productivo-Extensionista), con profundas bases agroecológicas se conoce como Programa Nacional de Agricultura Urbana.

MINAG (2020), define Agricultura Urbana como “La producción de alimentos, plantas medicinales, ornamentales y flores, la forestación y otras actividades agrícolas, sobre bases sustentables, dentro del área de las ciudades y poblados y su periferia inmediata, y la suburbana como la producción de alimentos, la forestación y otras actividades agropecuarias en la periferia de las ciudades con unos 10 km de radio en las cabeceras provinciales y Manzanillo, 5 km en torno a las cabeceras municipales y cerca de 2 km alrededor de los poblados de más de 1000 habitantes que no sean cabeceras municipales, ajustando estos parámetros a un proyecto municipal sobre bases agroecológicas y sustentables y un máximo ahorro de combustibles, amplio uso de la tracción animal y una comercialización lo más directa posible”, todo lo cual ha ampliado considerablemente, la esfera de acción de esta forma de hacer agricultura.

### 1.3.2 Conservación de la fertilidad en los sustratos en organopónicos.

El cultivo de hortalizas en condiciones de organopónicos implica una intensidad en el tiempo, para lograr altos rendimientos anuales, con buena calidad de la cosecha. Esta premisa indica que se debe mantener el sustrato con alta fertilidad y propiedades físicas de porosidad, retención de agua y aireación, capaces de mantener estables los regimientos. Estas condiciones se logran en las mezclas cuando se preparan por primera vez, pero en la medida en que se desarrolla la explotación, las condiciones pueden variar. Las investigaciones indican que, al cabo de 2 años de cultivo continuo, los valores de fósforo y potasio pueden bajar hasta la mitad, para el primero y hasta en tres veces, para el segundo. Igual ocurre con el contenido de materia orgánica fácilmente degradable, que puede variar desde 45 % al inicio, hasta 15 a 20 % después de 2 años sin aplicaciones sistemáticas. Este fenómeno se ve reflejado, directamente, en el rendimiento y se reportan disminuciones, en tomate, de 7,5 kg.m<sup>2</sup> hasta 3,5 kg.m<sup>2</sup> al cabo de tres siembras sin aplicación de materia orgánica adicional (INIFAT, 2011).

### 1.3.4 Aplicación de enmiendas orgánicas

La aplicación de enmiendas orgánicas constituye una buena opción para mantener estables los rendimientos de los cultivos y también para mejorar las condiciones de fertilidad y propiedades físicas de los suelos y sustratos; entre estas se encuentran, la aplicación de materia orgánica, Cenizas, Humus de lombriz y la aplicación de biofertilizantes y estimuladores no contaminantes (MINAG, 2020).

**Materia orgánica.** Las aplicaciones se pueden hacer una vez en el año, en cantidad aproximada de 10 kg.m<sup>2</sup> equivalente a una capa de 2 cm de grosor. También se pueden hacer fraccionadas, es decir la cantidad total, distribuirla entre todas las rotaciones de cultivos durante el año. En fin, lo importante está en mantener permanentemente el sustrato con materia orgánica suficiente para garantizar los nutrientes a las plantas (INIFAT, 2011).

**Cenizas.** Las cenizas procedentes de la combustión lenta de la cascarilla de arroz u otras materias orgánicas mezcladas con 0,6 kg.m<sup>2</sup> de humus de lombriz, aplicadas después de tres cosechas sucesivas, son una buena opción.

**Humus de lombriz.** Constituye una fuente de materia orgánica de alto contenido de nutrientes y portador de sustancias bioestimuladoras, que favorecen el crecimiento vegetal, y proporcionan mejores rendimientos. En dosis de 0,6 kg.m<sup>2</sup> al año resulta una buena opción.

**Aplicación de biofertilizantes y estimuladores no contaminantes.** Los biofertilizantes o bioestimuladores son preparados biodinámicos o biopreparados elaborados a base de suspensiones celulares con una alta población (entre 10<sup>9</sup>-10<sup>11</sup> UFC/ml), que se pueden presentar en forma líquida o sobre sustrato sólido como es el caso de la turba, cachaza o algún otro material (INIFAT, 2011) y entre los principales productos se encuentra: Micorrizas, Azotobacter, Biobras-16 y los Microorganismos eficientes.

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Montaje de los experimentos

El trabajo se desarrolló en los organopónicos Cuatro Caminos y T-15, Granja urbana Cienfuegos, municipio Cienfuegos, durante el período comprendido de marzo a julio de 2021, sobre canteros rellenos con una mezcla de suelo y materia orgánica.

Para cumplimentar la investigación, se montaron cuatro experimentos en los cultivos Lechuga (*Lactuca sativa* L.), **Acelga china** [*Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt], Zanahoria (*Daucus carota* L.) y Habichuela china [*Vigna unguiculata* L.) Walp.Cv.-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal].

Para el montaje de cada experimento se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro replicas, un área de 12 m<sup>2</sup> por experimento y un área total de la investigación de 48 m<sup>2</sup>. Se dejó un espacio de borde de 1,0 m entre réplicas y los bordes laterales estuvieron conformados por las guarderas de los canteros, los cuales tiene un ancho aproximado de 1,20 m. En todos los casos, las plantas que se evaluaron se tomaron del centro de la parcela experimental, para eliminar el posible efecto de borde en esta dirección.

Se evaluaron los tratamientos siguientes:

1. Testigo (sin aplicación)
2. ME-50 en dosis de 50 mL.L
3. ME-50 en dosis de 100 mL.L

Como material biológico, se utilizó semilla certificada de los cultivos en estudio. Como fuente de microorganismos eficientes, se utilizó ME-50 (biopreparado producido y comercializado por el Grupo empresarial de Laboratorios de Producciones Biofarmacéuticas y Químicas (Labiofam, 2013).

Se realizaron a todos los cultivos, las actividades agrotécnicas previstas en el Manual de Organopónicos y Huertos intensivos (Inifat, 2011).

Para la protección de los cultivos, se utilizó el Paquete tecnológico propuesto por Labiofam, el cual estuvo compuesto por una formulación de diferentes biofertilizantes,

bioestimuladores y bioplaguicidas, que le aportan a las plantas sustancias con efecto sobre la nutrición, el crecimiento y protección vegetal específicos para los principales problemas que presentaron los cultivos, y se aplicaron a todos los tratamientos con las dosis, frecuencia y momento de aplicación establecidas en el Anexo 1.

Se evaluaron variables morfológicas y componentes de rendimiento.

En cada experimento se realizó la determinación de la viabilidad económica de las alternativas en estudio, para lo cual se aplicó la metodología que se muestra en el Anexo 2 y se utilizó el precio actual de venta del cultivo en peso cubano (Cup), multiplicado por la producción por tratamiento para calcular los ingresos.

A los resultados obtenidos en las evaluaciones se le aplicaron los análisis estadísticos de varianza, empleando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 23. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey con una probabilidad de error del 5%.

### 2.1.1 Experimento 1: Lechuga

El experimento se realizó en el organopónico Cuatro Caminos, cultivo lechuga, variedad Black Sade Simpson.

Para el montaje del mismo se utilizó el diseño experimental, tratamientos, arreglos espaciales, valoración económica y análisis estadísticos expuestos en el epígrafe 2.1.

Se realizaron tres aplicaciones del biopreparado, con un intervalo de 7 días, a partir de los 7 días después del trasplante, asperjándose el área foliar y el suelo en la periferia de las plantas, utilizando un pulverizador manual de dieciséis litros de capacidad, con boquilla de cono hueco a presión constante en el horario comprendido entre las 6:00 y 7:00 am, con una solución final de 320 L.ha<sup>-1</sup>.

#### **Evaluaciones:**

Se evaluaron las variables morfológicas y componentes de rendimiento del cultivo que se describen a continuación:

#### **Altura de la planta**

Se realizó un muestreo inicial a los 7 días después del trasplante y se realizaron evaluaciones semanales hasta los 35 días (muestreo final). Se tomaron medidas con una

cinta métrica desde la base del tallo hasta el extremo de las hojas y se expresó en centímetros.

### **Diámetro de la roseta de hojas**

Se realizó un muestreo inicial a los 7 días después del trasplante y se realizaron evaluaciones semanales hasta el momento de la cosecha. Se midió con una cinta métrica y se expresó en centímetros.

### **Peso de la roseta de hojas (g)**

Se determinó por pesaje en una balanza de analítica de 10 plantas tomadas al azar de las parcelas en estudio, al momento de la cosecha y se promediaron los valores obtenidos en gramos.

### **Rendimiento (kg.m<sup>2</sup>)**

Se determinó contabilizando en kg la producción obtenida en las parcelas en estudio y dividiendo por el área experimental de la parcela.

## **2.1.2 Experimento 2: Acelga**

El experimento se realizó en el Organopónico T-15, cultivo acelga, variedad Pak Choi. Para el montaje del mismo se utilizaron el diseño experimental, tratamientos, arreglos espaciales, valoración económica y análisis estadísticos expuestos en el epígrafe 2.1.

Se emplearon las dosis y frecuencias de aplicación planteadas en el experimento anterior.

### **Evaluaciones:**

Se evaluaron las variables morfológicas y componentes de rendimiento del cultivo siguientes:

#### **Número de hojas**

Se realizó un muestreo inicial a los 7 días después de la germinación y se realizaron evaluaciones semanales hasta los 28 días (muestreo final). Se contó el número de hojas al momento de la evaluación y se anotaron los resultados.

#### **Producción por planta**

Se determinó por pesaje en una balanza analítica de las seis plantas en estudio al momento de la cosecha y se promediaron los valores obtenidos en gramos.

### **Rendimiento (kg.m<sup>2</sup>)**

Se determinó al contabilizar en kg la producción obtenida en las parcelas en estudio, dividida por el área de la parcela.

### 2.1.3 Experimento 3: Zanahoria

El experimento se realizó en el cultivo zanahoria, variedad New Kuroda, en el Organopónico Cuatro Caminos. Para montar este experimento, fueron empleados el diseño experimental, tratamientos, arreglos espaciales, valoración económica y análisis estadísticos expuestos en el epígrafe 2.1.

Se empleó las mismas dosis y frecuencias de aplicación de los experimentos anteriores.

### **Evaluaciones:**

Se evaluaron las variables morfológicas y componentes de rendimiento del cultivo que se describen a continuación:

#### **Altura de la planta**

Se realizó un muestreo inicial a los 7 días después de la germinación y se realizaron evaluaciones semanales hasta los 42 días (muestreo final). Se midió con una cinta métrica desde la superficie del sustrato hasta el extremo de las hojas, la altura de seis plantas por réplica y se expresó en centímetros.

#### **Diámetro y longitud de la raíz carnosa**

Se determinó con el auxilio de un Pié de Rey, el diámetro en mm de la raíz carnosa de seis plantas por réplica al momento de la cosecha y se midió con cinta la longitud en cm, promediando los valores

#### **Peso de la raíz carnosa (g)**

Se determinó pesando en una balanza analítica (al momento de la cosecha) las plantas evaluadas y se promediaron los valores obtenidos en gramos.

#### **Relación Masa fresca aérea/ Masa fresca de la raíz carnosa**

Se determinó pesando por separado en una balanza analítica, el follaje y la raíz carnosa de las plantas en estudio al momento de la cosecha y se promediaron los valores obtenidos en gramos.

### **Rendimiento (kg.m<sup>2</sup>)**

Se determinó contabilizando en kg la producción obtenida en las parcelas en estudio, dividida por el área de la parcela.

### 2.1.4 Experimento 4: Habichuela

El experimento se realizó en el Organopónico T-15, cultivo habichuela, variedad Escambray 8-5. Para montar este experimento, se utilizaron el diseño experimental, tratamientos, arreglos espaciales, valoración económica y análisis estadísticos expuestos en el epígrafe 2.1.

Se emplearon las mismas dosis y frecuencias de los experimentos anteriores.

### **Evaluaciones:**

Se evaluaron las variables morfológicas y componentes de rendimiento siguientes:

#### **Altura de la planta**

Se realizó un muestreo inicial a los 7 días después de la germinación y se realizaron evaluaciones semanales hasta los 28 días (muestreo final). Se midió con una cinta métrica desde la superficie del sustrato hasta el extremo de las hojas, la altura de seis plantas por réplica y se expresó en centímetros.

#### **Peso de las vainas (g)**

Se determinó pesando en una balanza analítica 20 vainas tomadas al azar de las parcelas en estudio al momento de la cosecha y se promediaron los valores obtenidos en gramos. Esta evaluación se realizó en cada cosecha.

### **Rendimiento (kg.m<sup>2</sup>)**

Se determinó contabilizando en kg la producción obtenida en las parcelas en estudio y dividiendo por el área de la parcela experimental.

## **Experimento 5: Ensayo biológico**

Se realizó la prueba de germinación en habichuela, cultivo considerado susceptible a bajos valores de pH, para evaluar los posibles efectos fitotóxicos o positivos en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento.

Se utilizó una dilución de cada tratamiento a la dosis establecida, que fue introducida en una placa Petri, donde se colocaron semillas del cultivo, humedecidas con 5 mL de extracto acuoso diariamente. Se montaron seis réplicas de 50 semillas y se evaluó hasta los 7 días.

Al finalizar el período de exposición, se procedió a registrar el número de semillas que germinaron normalmente y se consideró como criterio de germinación, la aparición visible de la radícula sin alteraciones.

**Evaluaciones:** Determinación del % de germinación, velocidad de germinación y % de plantas afectadas.

### **Procesamiento Estadístico**

A los resultados obtenidos en las evaluaciones se le aplicaron los análisis estadísticos de varianza, empleando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 23. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey con una probabilidad de error del 5%.

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Lechuga

#### 3.1.1 Altura de la planta

Al analizar el efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (Tabla 1), no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, resultado que se atribuye al efecto que provoca la combinación iluminación-temperatura, al estar el cultivo fuera de la época óptima, con lo cual se produce un alargamiento excesivo de los entrenudos, según reportan Huerres & Carballo (1991), con valores que superan lo reportado por Inifat (2011) para la variedad.

**Tabla 1. Evaluaciones de la altura de la lechuga en cm.**

Tratamientos	Altura 1	Altura 2	Altura 3
I – Testigo	13,833 a	18,604 a	19,041 a
II – 50 mL.L	14,479 ab	17,541 a	18,416 a
III – 100 mL.L	15,986 b	19,083 a	19,166 a
ES±	2,464 **	2,464 NS	2,192 NS

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

#### 3.1.2 Diámetro de la roseta de hojas

El análisis del diámetro de la roseta de las hojas (Tabla 2), demostró que el tratamiento III supera estadísticamente a los restantes tratamientos, que a su vez no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos y alcanzan valores inferiores a los reportados para la variedad BBS-13 por Inifat (2011), mientras en el tratamiento III, se obtienen resultados superiores, los cuales son atribuibles al efecto que provocan los microorganismos eficientes sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas, reportados por Haney et al. (2015), al estudiar el efecto que provocan los microorganismos eficientes en la rizosfera de las plantas.

Resultados similares fueron reportados por Guanilo et al. (2021), al evaluar el efecto del agua subterránea tratada con ME sobre las características morfológicas en plantas de lechuga variedad Great Lakes 366 en hidroponía; por su parte, Nieblas (2016) al evaluar el efecto de la combinación de diferentes dosis de FitoMas E y Microorganismos eficientes en lechuga, variedad BSS- 13 en condiciones de organoponía en Holguín, encontró respuesta similar de los ME a los parámetros del crecimiento de las plantas.

**Tabla 2. Evaluación del diámetro de la roseta (cm)**

Tratamientos	Diámetro
I – Testigo	18,1250 a
II – 50 mL.L	18,2083 a
III – 100 mL.L	24,5833 b
ES±	3,13840**

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.1.3 Peso de las plantas

El análisis del peso de las plantas (Tabla 3), determinó que no se presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el peso de las plantas, aunque se obtuvo que los tratamientos a base de microorganismos eficientes, alcanzan valores que superan lo reportado por Inifat (2011) para la variedad BBS-13, lo que coincide con lo obtenido para esta variedad por Mesa et al. (2018) al evaluar el efecto de ME-UCF en la producción de lechuga en organopónicos de Cienfuegos.

Tabla 3. Peso de las plantas (kg)

Tratamientos	Diámetro
I – Testigo	0,33120a
II – 50 mL.L	0,37375a
III – 100 mL.L	0,48250a

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.1.4 Rendimiento

Con relación a los rendimientos del cultivo obtenidos en la investigación (Tabla 4), los tratamientos con ME-50 evaluados, alcanzan resultados superiores al testigo, con valores por encima de lo reportado por Inifat (2011) para la variedad, y resulta el mejor ME-50: 100 mL.L. Nieblas (2016) al evaluar el efecto de la combinación de diferentes dosis de FitoMas E y Microorganismos eficientes en lechuga, variedad BSS– 13 en condiciones de organopónicos en Holguín, obtuvo para los tratamientos a base de ME, resultados similares a los de esta investigación.

Por su parte, Guanilo et al. (2021), al estudiar el efecto del agua subterránea tratada con ME sobre las características morfológicas y productivas en plantas de lechuga variedad Great Lakes 366 en hidroponía, alcanzó resultados análogos.

Tabla 4. Rendimiento de la lechuga (kg/m<sup>2</sup>)

Tratamientos	Rendimiento
I – Testigo	1,99
II – 50 mL.L	2,24
III – 100 mL.L	2,90

Fuente: Los autores a partir de los resultados de investigación

### 3.2.0 Acelga

#### 3.2.1 Número de hojas por planta

Al evaluar el efecto de los tratamientos sobre el número de hojas por planta (Tabla 5), no se presentan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, resultado que coincide con los obtenidos para la acelga por León et al. (2016) al estudiar la combinación de materia orgánica y microorganismos eficientes en el comportamiento productivo de la acelga.

Se observó un mayor desarrollo foliar en los tratamientos a base de ME evaluados, resultado que coincide con lo obtenido por Medina et al. (2017), al evaluar el área foliar en la producción de acelgas mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis* en Bolivia.

**Tabla 5. Numero de hojas por planta**

Tratamientos	Hojas 1	Hojas 2
I – Testigo	6,7222 a	9,6667 a
II – 50 mL.L	7,4444 a	9,8889 a
III – 100 mL.L	6,4444 a	9,7222 a
ES±	1,31818 NS	1,90268 NS

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

#### 3.2.2 Peso de las plantas

Al analizar los resultados del peso de las plantas (Tabla 6), se observa una diferencia estadística significativa con relación al testigo de los tratamientos a base del biopreparado, que a su vez, no difieren entre ellos, lo que demuestra el efecto de los ME sobre el peso de las plantas, reportado por León et al. (2016) al estudiar el efecto de la combinación de materia orgánica y microorganismos eficientes en el comportamiento productivo de la acelga en Ecuador, así como por Medina et al. (2017) en Bolivia, que plantean que el uso de microorganismos en el suelo favorece la producción de acelgas

ya que al establecerse como microorganismos que habitan la rizosfera, estimulan el crecimiento y desarrollo del cultivo mediante mecanismos de síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal en conjunto de una nutrición foliar equilibrada.

Por su parte, Campo et al. (2017), al evaluar el empleo de microorganismos de montaña en la producción de acelga en la Meseta de Popayán, obtuvo para el peso de las plantas, resultados similares a los de esta investigación.

**Tabla 6. Peso de las plantas (kg)**

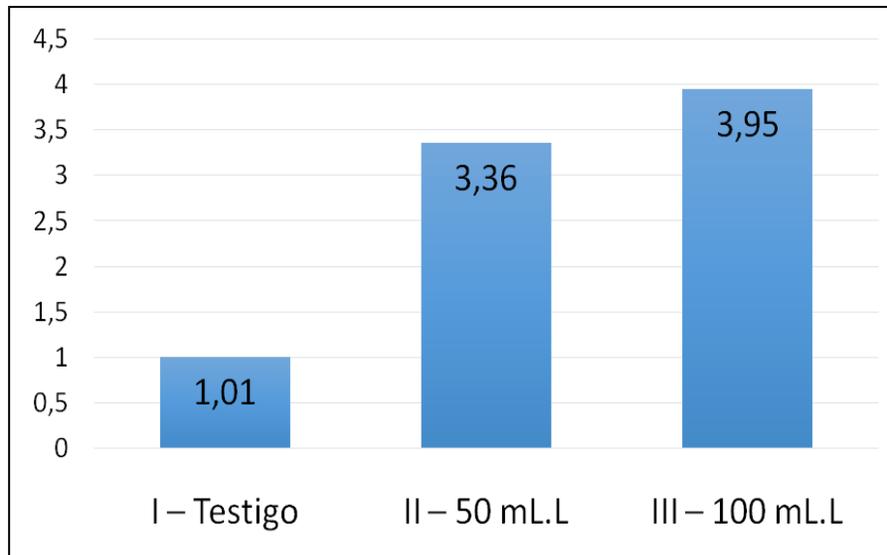
Tratamientos	Peso
I – Testigo	0,1267a
II – 50 mL.L	0,4200b
III – 100 mL.L	0,4933b

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.2.3 Rendimientos

Los rendimientos obtenidos en este trabajo (Figura 1), son superiores para los tratamientos a base de ME, a los reportados por Inifat (2011) para la variedad en estudio, lo que pone de manifiesto, el efecto de los ME en el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento en los cultivos y coinciden con los resultados para la acelga de León et al. (2016) al estudiar la combinación de materia orgánica y microorganismos eficientes en el comportamiento productivo de la acelga, así como los de Medina et al. (2017) en Bolivia y Campo et al. (2017), en la Meseta de Popayán al evaluar ambos, el efecto de diferentes dosis de ME sobre los rendimientos del cultivo, y demuestran la factibilidad del empleo de ME-50 en hortalizas.



Fuente: Los autores a partir de los resultados de investigación

Figura 1. Rendimiento de la acelga en kg.m<sup>2</sup>

### 3.3.0 Zanahoria

#### 3.3.1 Altura de las hojas

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable altura de las hojas en los diferentes momentos de la evaluación, con valores similares a los alcanzados en la investigación de Zamora (2017) al evaluar el efecto de la mezcla de un abono orgánico y microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de zanahoria en el distrito y provincia de Barranca – Lima en Perú.

**Tabla 5. Evaluaciones de la altura de las hojas (cm)**

Tratamientos	Altura 1	Altura 2
I – Testigo	37,6250 a	38,9583 a
II – 50 mL.L	36,5833 a	38,7083 a
III – 100 mL.L	38,5833 a	40,5417 a
ES±	3,19180 NS	3,45049 NS

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.3.2 Número de hojas

Con relación al número de hojas (Tabla 6), se observó que partir de la segunda evaluación, el tratamiento III supera al testigo con diferencia estadística significativa sobre el, resultado atribuible al efecto que provocan los microorganismos eficientes sobre el crecimiento y desarrollo foliar, reportados por Haney et al. (2015).

**Tabla 6. Evaluación del número de hojas**

Tratamientos	Hojas 1	Hojas 2	Hojas 3	Hojas 4	Hojas 5
I	6,0417 a	6,2917 a	6,6250 a	7,3333 a	7,7500 a
II	6,5000 a	7,0417 ab	7,3333 ab	7,6667 a	8,1667 a
III	6,6250 a	7,1667 b	7,9583 b	8,5833 b	9,5000 b
ES±	1,28431 NS	1,28917	1,33890	1,29251	1,46290

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.3.3 Peso de la raíz

Al analizar el peso de la raíz (Tabla 7), se obtuvo diferencia estadística significativa entre el testigo y el tratamiento III, resultado que supera los presentados por Nuñez et al. (2017) al analizar la respuesta de la zanahoria a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico en Matanzas.

**Tabla 7. Peso de la raíz (kg).**

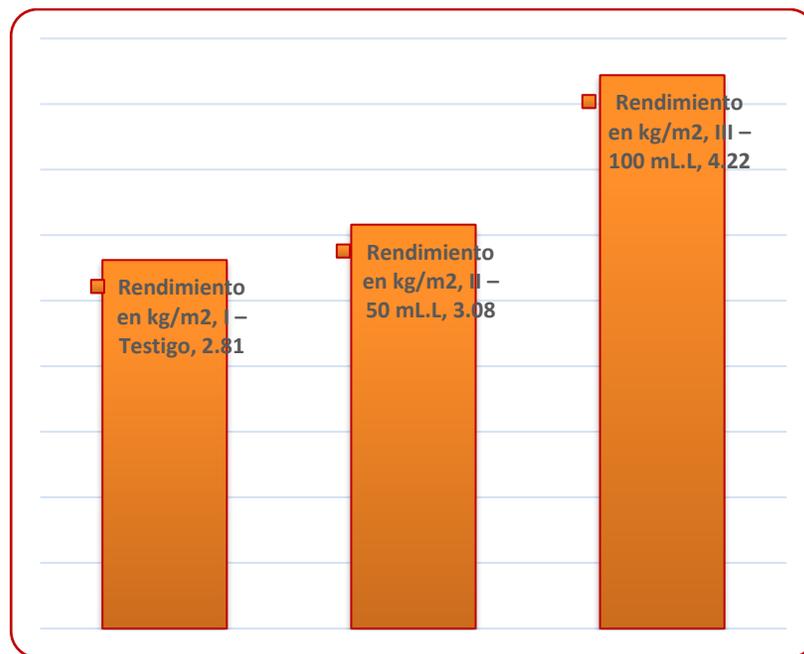
Tratamientos	Peso
I – Testigo	0,2963a
II – 50 mL.L	0,3238ab
III – 100 mL.L	0,4438c

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.3.4 Rendimiento

Al calcular los rendimientos del cultivo (Figura 2), se determinó que estos fueron superiores a los reportados por Inifat (2011) para la variedad New Kuroda y que el tratamiento III alcanza los mejores resultados con valores de 4,22 kg.m<sup>2</sup>, similar al obtenido por Villanueva (2019) al evaluar el efecto de diferentes niveles de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de zanahoria variedad Chantenay en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna en Perú.



Fuente: Los autores a partir de los resultados de investigación

Figura 2. Rendimiento de la zanahoria en kg.m<sup>2</sup>.

### 3.4.0 Habichuela

#### 3.4.1 Altura

Al evaluar la altura de las plantas (Tabla 8), no se observó diferencia estadística significativa en la altura, resultado que el autor atribuye a que al trabajarse con una variedad de crecimiento indeterminado que no fue tutorada, con el desarrollo vegetativo de las plantas, se puede encubrir los resultados del efecto de los ME sobre el crecimiento y desarrollo que se alcanza en los restantes indicadores evaluados.

**Tabla 8. Altura de la planta de habichuela en cm.**

Tratamientos	Altura 1	Altura 2	Altura 3
I – Testigo	8,3125 b	12,0313 a	27,0313 a
II – 50 mL.L	7,1563 a	11,3750 a	24,8750 a
III – 100 mL.L	6,5938 a	12,3438 a	27,4688 a
ES±	1,22021**	1,25619 NS	4,50748 NS

Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.4.2 Peso de las vainas

Con relación al peso de las vainas (Tabla 9), se obtiene, diferencia estadística significativa con relación al testigo para todos los tratamientos con ME-50 evaluados y que el tratamiento III, alcanza los mejores resultados. Moreira et al. (2016), al estudiar la combinación de dos cepas de micorrizas con microorganismos eficientes en el cultivo de la habichuela, obtuvieron efectos similares a los de esta investigación, pero con valores inferiores para el peso de las vainas.

**Tabla 9. Peso de las vainas de habichuela en kg.**

Tratamientos	Peso Total
I – Testigo	1,9150 a
II – 50 mL.L	2,6625 b
III – 100 mL.L	4,4525 c
ES±	1,16211

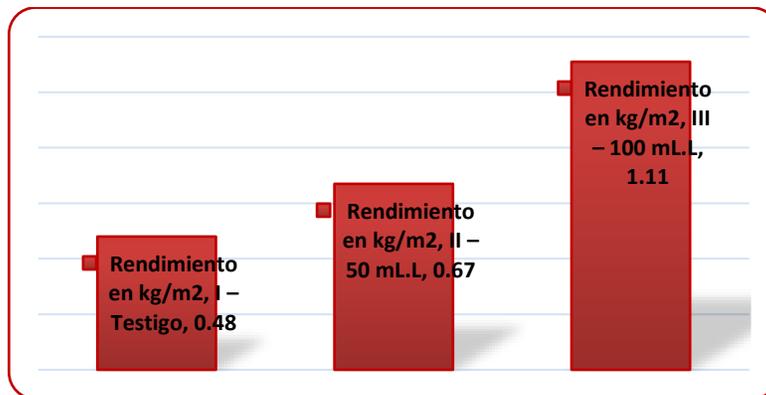
Medias con letras diferentes en las columnas difieren para

NS-No significativo, \* P<0,05, \*\* P<0,01 (Tukey)

### 3.4.3 Rendimiento

Al calcular el rendimiento (Figura 3), se obtienen resultados inferiores a los reportados por Inifat (2011), para la variedad Escambray 8-5, lo que se atribuye a la fuerte infestación de Trips palmi Karny que afectó al cultivo, y motivó que se realizaron varias aplicaciones

de Nicosave para controlar esta plaga. No obstante, lo anterior, los tratamientos con ME evaluados, superan al testigo, resultando el mejor, el tratamiento III.



Fuente: Los autores a partir de los resultados de investigación

Figura 3. Rendimiento de la habichuela en kg.m<sup>2</sup>.

## 5: Experimento Ensayos biológicos

Se realizó la prueba de germinación en habichuela (Tabla 10), cultivo considerado susceptible a bajos valores de pH, para evaluar los posibles efectos fitotóxicos en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas, durante los primeros días de crecimiento.

Los resultados permiten afirmar que se produce un efecto positivo de ME-50 sobre la germinación del cultivo y que los mejores resultados se obtienen con el Tratamiento 3 (ME-50:100 mL.L), que presenta a partir del segundo conteo, diferencias estadísticas significativas con el testigo (Tabla 10).

Al respecto, Schlatter et al. (2017), plantean que los microorganismos asociados con la rizosfera de las plantas facilitan el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de procesos vitales como la promoción del crecimiento, mientras que Morocho y Leyva (2019), exponen que al utilizar ME en semilleros, existe 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, lo que explica los resultados obtenidos en esta investigación.

**Tabla 10. Análisis de la Germinación**

Tratamiento	Conteo 1	Conteo 2	Conteo 3	% Germinación
T-I	15,17 a	25,33 a	35,33 a	70,7
T-II	19,17 a	27,17 a	41,66 b	83,3
T-III	12,67 a	41,67 b	43,83 b	87,7
ES±	2,5144	2,10687	1,44338	

Fuente: Los autores a partir de los resultados de investigación

En la Figura 4, se muestran los resultados del análisis de las semillas germinadas, que permitieron determinar que se obtiene un incremento en el número de semillas germinadas en los tratamientos a base de ME-50 evaluados con relación al testigo, y que este efecto se produce a partir de la segunda evaluación. No se observaron afectaciones en las semillas germinadas, lo que corrobora la inocuidad de ME-50.

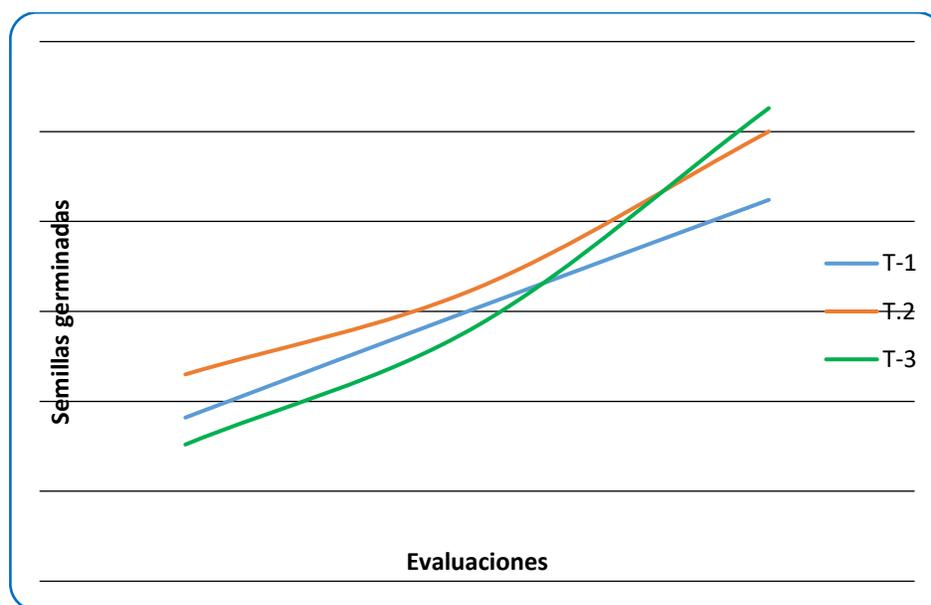


Figura 4. Prueba de germinación en habichuela

## 6. Validación económica de la propuesta

Se realizaron varias evaluaciones por los diferentes cultivos, y los resultados obtenidos se complementaron con una valoración económica para determinar la viabilidad de las alternativas en estudio; para ello se procedió a calcular la Utilidad o Ganancia obtenida,

que básicamente se calcula Ingresos menos Gastos; primeramente se determinó la Utilidad Bruta en Ventas que representa cuánto se ganó en el acto de comercializar o vender, y después de deducir los gastos y tributos correspondientes (Anexo 3), se calculó la Utilidad Neta; este proceder se realizó para cada uno de los cultivos del experimentos, y se detalló para el testigo y los dos tratamientos realizados (Tablas 11, 12, 13 y 14).

En el caso de la lechuga (Tabla 11), se alcanza una Utilidad Neta superior en los tratamientos a base de ME, con relación al testigo. Nieblas (2016) al realizar la evaluación del efecto de diferentes dosis de FitoMas E y Microorganismos eficientes en lechuga en el Organopónico Villa Nueva, municipio Holguín, obtuvo que los mejores resultados económicos y la mayor eficiencia económica, se lograron con la aplicación de los Microorganismos eficientes, resultado que coincide con los de esta investigación.

**Tabla 11. Utilidad en Lechuga**

Cultivo: Lechuga	Testigo	ME-50 (50 mL.L)	ME-50 (100 mL.L)
Ventas	\$78.82	\$92.15	\$94.58
Menos: Costo de Ventas	36.04	33.82	37.66
Utilidad Bruta en Ventas	\$42.77	\$58.33	\$56.92
Menos: Tributos y otros	5.26	5.31	5.42
Gastos de Dirección	0.84	0.84	0.84
Utilidad Neta	\$36.67	\$52.18	\$50.66
Diferencia VS Testigo	--	15,51	13,99

Al analizar la Utilidad Neta de la acelga (Tabla 11), se obtuvo que el testigo produjo pérdidas mientras los tratamientos a base de ME, alcanzan ganancias superiores a los 26,00 Cup respecto al testigo y resulta el mejor, el tratamiento 3 (ME-50 (100 mL.L) con una utilidad de 39,58 Cup con relación al testigo, lo que demuestra el efecto beneficioso de los ME, reportado por varios autores consultados.

**Tabla 12. Utilidad en Acelga**

Cultivo: Acelga	Testigo	ME-50 (50 mL.L)	ME-50 (100 mL.L)
Ventas	\$44.38	\$73.97	\$88.76
Menos: Costo de Ventas	41.90	44.19	46.21
Utilidad Bruta en Ventas	\$2.48	\$29.77	\$42.55
Menos: Tributos y otros	6.01	6.35	6.49
Gastos de Dirección	1.33	1.33	1.33
Utilidad Neta	-\$4.86	\$22.10	\$34.72
Diferencia VS Testigo	--	26,96	39,58

En el cultivo de la zanahoria (Tabla 13), se alcanza una Utilidad Neta superior al testigo en los tratamientos a base de ME evaluados, resultado que coincide con lo obtenido por Zamora (2017), al estudiar el efecto de la mezcla de un abono orgánico y microorganismos eficaces sobre el rendimiento del cultivo de zanahoria, donde se alcanzan resultados económicos superiores al testigo en todos los tratamientos que combinan diferentes dosis de materia orgánica con ME.

**Tabla 13. Utilidad en Zanahoria**

Cultivo: Zanahoria	Testigo	ME-50 (50 mL.L)	ME-50 (100 mL.L )
Ventas	\$73.97	\$81.36	\$103.55
Menos: Costo de Ventas	37.88	40.10	41.71
Utilidad Bruta en Ventas	\$36.09	\$41.26	\$61.84
Menos: Tributos y otros	5.70	5.86	6.08
Gastos de Dirección	1.32	1.32	1.32
Utilidad Neta	\$29.06	\$34.08	\$54.43
Diferencia VS Testigo	--	5,02	25,37

Los resultados de la Utilidad Neta obtenidos en habichuela (Tabla 14) son similares a los alcanzados en el análisis económico del trabajo de Moreira et al. (2016) al evaluar la combinación de dos cepas de micorrizas con microorganismos eficientes en el cultivo de la Habichuela, donde se aprecia una tendencia favorable en las variables evaluadas, con aumento de las utilidades y reducción del costo por peso para los tratamientos en que se combinaron los biofertilizantes.

**Tabla 14. Utilidad en Habichuela**

Cultivo: Habichuela	Testigo	ME-50 (50 L.L)	ME-50 (100 mL.L)
Ventas	\$105.43	\$143.22	\$239.51
Menos: Costo de Ventas	21.82	23.21	24.42
Utilidad Bruta en Ventas	\$83.61	\$120.01	\$215.09
Menos: Tributos y otros	3.79	4.19	5.16
Gastos de Dirección	0.72	0.72	0.72
Utilidad Neta	\$79.10	\$115.09	\$209.21
Diferencia vs Testigo	--	35,99	130,11

Como se observa en estas tablas, todos los tratamientos a base de ME-50 estudiados, superan al testigo, lo que demuestra la factibilidad del empleo y de la inclusión de ME-50 en los Paquetes tecnológicos aprobados para los cultivos por el MINAG.

## CONCLUSIONES

Al determinar el efecto de ME-50 sobre las variables morfológicas, no se observan diferencias entre tratamientos para lechuga, acelga, zanahoria y habichuela.

Con relación a los componentes del rendimiento, se alcanzan diferencias para a zanahoria y habichuela y resulta el mejor, en los cuatro cultivos, tratamiento III (ME-50: 100 mL.L).

Al analizar el cálculo de los rendimientos, todos los tratamientos a base de ME evaluados, superan al testigo en los cuatro cultivos en estudio, lo que demuestra la factibilidad del empleo de los ME.

Se produce un efecto positivo de ME-50 sobre la germinación del cultivo y los mejores resultados se obtienen con el Tratamiento 3 (ME-50:100 mL.L)

Al calcular la factibilidad económica de la propuesta, se obtuvo que todos los tratamientos a base de ME-50 evaluados alcanzan resultados económicos superiores al testigo y que los mayores valores se obtienen con el tratamiento III (100mL.L).

## RECOMENDACIONES:

Repetir esta investigación usando otras dosis en busca de un mayor rendimiento en los cultivos a estudiar.

Socializar los resultados de esta investigación entre los productores de la Agricultura urbana de Cienfuegos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejo, L. O., & Mesa, J. R. (2019). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Científica Agroecosistemas*, 7(2), 111-118.
- Barreto, G., Rodríguez, H. De La C., Bertot, J.A., & Delgado, R. (2015). «Microorganismos autóctonos multipropósitos para el tratamiento de la colibacilosis neonatal porcina». *Producción animal*, 27, (2), 2015.
- Blanco, D., Suárez, J., Donis, F., & González, O. (2016). Biodigestores y Microorganismos Nativos. En, F. Funes Aguilar, y L. L. Vázquez Moreno, *Avances de la Agroecología en Cuba*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 109
- Camones, C. & 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 Marcar, Carhuaz. UNASAM, Huaraz, Perú. <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1062>
- Campo, A. D., Acosta, R. L., Morales, S., & Alonso, F. (2014). Evaluación de Microorganismos de montaña (Mm) en la producción de acelga en la Meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12 (1), 79-87.
- Castelló, T. G. (2021). Hortalizas: Tipos, propiedades y conservación. <https://www.naturalcastello.com/es/>
- Ferral, C., Fuentes, P. F., & Calderón, D. M. (2019). Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *Centro Agrícola*, 46(4).
- García, Y., & Bocourt, R. (2014). Los probióticos como alimento funcional. <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10233/articulos-nutricion-archivo/losprobioticos-como-alimento-funcional.html>
- Guanilo, R., Cornejo, J., Zamora, C., Quevedo, T., & García, R. (2021). Microorganismos eficientes en la descontaminación de agua subterránea y su implicancia en la

producción y calidad de lechuga hidropónica. Manglar 18(1): 77-82, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.010>

Haney, C. H., Samuel, B. S., Bush, J., & Ausubel, F. M. (2015). Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nat. Plants*, 1(6), 1-9.

Huerres, C., & Carballo, N. (1991). *Horticultura. Pueblo y Educación*.

Inifat. (2011). *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida*. Instituto de Investigaciones fundamentales en agricultura tropical.

Labiofam. (2013). *Procedimiento para la producción de ME-50 (Microorganismos Eficientes Autóctonos) Grupo Labiofam Matanzas*.

León, R., Torres, A., Peñarrieta, S., Mero, J., & Fosado, O. (2016). Efecto de la materia orgánica y microorganismos eficientes en el comportamiento productivo de la acelga. *ESPAMCIENCIA* 7(2): 127-134.

Londoño, N. A., Taborda, M. T., López, C. A., & Acosta, L. V. (2015). Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos Hoy*, 23(36), 186-205.

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

Medina, T., Arroyo, G., García, M. Isabel., & Dzul-Cauich, J. G. (2017). Producción de acelgas (*Beta vulgaris* var. *cycla*) mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* Marzo, 3 (10), 36-42.

Meena, S. K., & Meena, V. S. (2017). Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. En, V.S., Meena, P.K., Mishra, J.K., Bisht, y A. Pattanayak (Eds.) *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. 3-23.

Mesa Reinaldo, J. R. (2020). Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102-109.

- Mesa, J. R., Almogoea, M. García, C., González, J., Carvajal, R., Cárdenas, Y., Cueto, L. M., Riveron, R., Sotolongo, J., Alejo, L. O., Martínez, J.A., Terrero, W., Pentón, E., & García, J. M. (2018). Tecnología de producción de un biopreparado a base de microorganismos eficientes, a partir de recursos locales. Premio Anual a la Investigación Científica. CITMA. Cienfuegos.
- Ministerio de la agricultura (MINAG). (2020). Lineamientos de la agricultura urbana, suburbana y familiar para el año.
- Moreira, Y., López, Y., Lescaille, J., & Osorio, J. (2016). Combinación de dos cepas de micorrizas con microorganismos eficientes en el cultivo de la Habichuela. *Hombre, Ciencia y Tecnología* ISSN: 1028-0871. 20, (2), 89-98.
- Morocho, M. T., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2).
- Nieblas, L. (2016). Evaluación del efecto de diferentes dosis de FitoMas E y Microorganismos eficientes en *Lactuca sativa* L. (lechuga) en el Organopónico Villa Nueva, municipio Holguín. (Trabajo de Diploma). Universidad de Holguín.
- Núñez, D.B., Liriano, R., Pérez, Y., Placeres, I., & Sianeh, G. (2017). Respuesta de *Daucus carota* L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico Ctro. Agr.44. (2). ISSN 2072-2001 versión On-line ISSN 0253-5785
- Olivera, D., Ayala, J. L., & Calero, A. (2014). Prácticas agroecológicas en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. Microorganismos eficientes (EM), una tecnología apropiada sobre bases agroecológicas. *Logos Ciencia & Tecnología*, 1(7).
- Peñalver, E. (2015). Factores limitantes de la producción de hortalizas en la Unidad Hidropónico. Granja urbana Cienfuegos. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos.
- Prado, B. (2013). Importancia de incluir frutas y vegetales en su dieta. <http://www.bodybuildinglatino.com/articulos/nutricion-dietas/importancia-de-incluir-frutas-y-vegetales-en-su-dieta.html>.

- Quispe, Y. C., & Chávez, C. M. F. (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.
- Rizo, M., & Vuelta, D.R. (2015). La agricultura familiar, una contribución al desarrollo local, la seguridad y la soberanía alimentaria en los municipios Guama y Santiago de Cuba. *Agrotecnia de Cuba*. 39, (3).
- Sánchez, S., Hernández, M., & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 375-392. <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269121519001.pdf>
- Sarría, O. (2014). Determinación de los factores limitantes en la producción de hortalizas en el organóponico “Pueblo Griffó Viejo”. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos.
- Schlatter, D., Kinkel, L., Thomashow, L., Weller, D., & Paulitz, T. (2017). Disease suppressive soils: new insights from the soil microbiome. *Phytopathology*, 107(11), 1284-1297.
- Su, P., Tan, X., Li, C., Zhang, D., Cheng, J., Zhang, S., Zhou, X., Yang, Q., Peng, J., Zhang, Z., Liu, Y., & Lu. X. (2017). Photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22, induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*, 10(3), 612-624.
- Villanueva, J.D. (2019). Niveles de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de Zanahoria (*Daucus carota* L) variedad Chantenay en condiciones Edafoclimaticas de Cayhuayna – 2016; *Investigación Agraria* ,1 (1), 55 -60.
- Vurukonda, P., Giovanardi, D., & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4).
- Zamora, W. L. (2017). Efecto de la mezcla de un abono orgánico y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de Zanahoria (*Daucus Carota* L.) en el distrito y provincia de Barranca – Lima. (Tesis de Diploma). Universidad Nacional “Santiago Antunez De Mayolo.



## Anexos

### Anexo 1. Paquete Tecnológico de Labiofam Cienfuegos

El Paquete tecnológico propuesto por Labiofam, está compuesto por una formulación de diferentes biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas, que les aportan a las plantas sustancias con efecto sobre la nutrición, el crecimiento y protección vegetal específicos para los principales problemas que presentan los cultivos, el cual será aplicado a todos los tratamientos con las dosis, frecuencia y momento de aplicación establecidas en la siguiente tabla:

Producto	Nº aplicaciones	Dosis	Como utilizarlo
<b>BIOPLAGUICIDAS</b>			
Thurisave 24 o 26	3	5 L.ha	Al observar las primeras mariposas o larvas. El resto de las aplicaciones cada 7 u 8 días
Nicosave	4	10 L.ha	Contra pulgón, mosca blanca y Trips. 1ª aplicación con los primeros síntomas de las plagas. Repetir cada 6-7 días.
Tricosave	2	4 L.ha Sólida: 8-10 kg.ha 10-20 g.m <sup>2</sup>	1ª Pelletización de la semilla o remojo de las posturas. 2ª Asperjada al surco a los 13-15 días de plantado el cultivo.
<b>BIOESTIMULADORES</b>			
Quitomax	1	50 mL.ha	A partir de los 10 días de emergencia del cultivo
Fitomas E	2-3	2 L.ha	1ª aplicación a partir de los 10-15 días trasplante o emergencia del cultivo, las restantes a los 30 días de la anterior en dependencia del cultivo.
<b>BIOFERTILIZANTES</b>			
ME-50	3	7-10 L.ha	1ª 7-10 días después de trasplante o emergencia. 2ª y 3ª cada 7 días de la anterior. Asperjar el área alrededor de la planta y el follaje.

Ecomic	1	1 kg/ 200 mazos o 46 kg semilla	Humedecer los mazos con la dilución. Pelletizar la semilla con la dilución, dejar secar y sembrar.
--------	---	---------------------------------	---

## Anexo 2. Valoración económica del trabajo

### Metodología

El trabajo se desarrollará en la Unidad docente de la Facultad de Ciencias Agrarias “Organopónico Cuatro Caminos”, Granja urbana Cienfuegos, municipio Cienfuegos, durante el período comprendido de marzo a julio de 2021, sobre canteros rellenos con una mezcla de suelo y materia orgánica.

Para el análisis de la factibilidad económica de los cuatro experimentos que se desarrollarán con los cultivos: lechuga, acelga, zanahoria y habichuela; se calculará el Costo de la producción para poder determinar a partir de los ingresos obtenidos la utilidad o ganancia para cada cultivo, de acuerdo a las aplicaciones realizadas; para ello es necesario delimitar los diferentes momentos por los que transita cada experimento, de acuerdo a las peculiaridades de cada cultivo.

Una vez que se definan los momentos y actividades que se realizan en cada uno de ellos, se podrán identificar los costos directos e indirectos incurridos de acuerdo a la cantidad producida de cada cultivo, según el experimento.

### Momentos que se proponen:

**Preparación de la tierra:** son las actividades que se realizarán al área de 12 m<sup>2</sup> para cada experimento; y a partir de estas definir los costos siguientes:

- Materiales empleados
- Anticipos o salarios pagados
- Otros

**Siembra:** se relaciona con las actividades siembra de la semilla certificada adquirida a la Empresa de Semillas de Cienfuegos, de acuerdo a las peculiaridades de cada cultivo, se deben definir los costos siguientes:

- Semillas adquiridas
- Anticipos o salarios pagados
- Otros

**Atenciones culturales:** incluye las propias de cada cultivo, y específicamente la aplicación de los tratamientos ME-UCf en dosis de 60 L.ha<sup>-1</sup> ME-50 en dosis de 10 L.ha<sup>-1</sup>

1

Se debe definir:

- Costo de adquisición de ME-50
- Costo de producción de ME-UCf (Se debe calcular su costo de producción)
- Otros materiales utilizados
- Anticipos o salarios pagados
- Otros

**Cosecha:** abarca actividades relacionadas con la cosecha; esta actividad es el final del proceso productivo.

- Anticipos o salarios pagados
- Otros

De incurrirse en algún gasto fuera del proceso productivo será considerado para determinar la utilidad o ganancia de los experimentos realizados.

Para el cálculo de los costos incurridos se utilizarán libros de Excel para cada cultivo; y se habilitarán hojas para el testigo, y para cada tratamiento. La unidad de medida a utilizar es el kilogramo (kg) y se calculará el costo total y el costo unitario de cada cultivo del experimento.

Evaluación final:

- Se presentará en una tabla la utilidad obtenida para cada cultivo según el experimento diseñado
- Con el fin de seleccionar qué tratamiento es el óptimo; se propone un análisis para cada cultivo con el comportamiento de los parámetros siguientes:
  - a. Control de las plagas
  - b. Rendimientos de los cultivos
- c. Utilidad obtenida en cada experimento