



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

## ***TRABAJO DE DIPLOMA***

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME) EN LA  
ASOCIACIÓN DE CULTIVOS LECHUGA (*Lactuca  
sativa* L.) - RÁBANO (*Raphanus sativus* L.) EN  
CONDICIONES DE ORGANOPÓNICO.**



**Autor: Daniela Peña Alonso.**

**Tutores: Dr. C. Ramón Liriano González.**

**Ing. Jovana Pérez Ramos.**

**CURSO: 2017 - 2018**

## **PENSAMIENTO.**

En la tierra hacen falta personas que trabajen más  
y critiquen menos, que construyan más y destruyan  
menos, que prometan menos y resuelvan más  
que esperen recibir menos y dar más que digan  
mejor ahora que mañana.

**Ernesto Che Guevara**



**NOTA DE ACEPTACIÓN.**

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Tribunal

---

Firma

---

Miembro del Tribunal

---

Firma

---

Miembro del Tribunal

---

Firma

---

Miembro del Tribunal

---

Firma

Dado en Matanzas, el día \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año 2018.

“Año 60 de la Revolución”

## **DECLARACION DE AUTORIDAD.**

Declaro que yo, Daniela Peña Alonso soy la única autora de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA.**

- A mis padres que siempre estuvieron dándome su apoyo y comprensión en todo momento.
- A todos los profesores que de una manera u otra han contribuido a mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS.**

- A mis padres, por su apoyo constante y por exhortarme a la superación cada día.
- A mi esposo por apoyarme y estar a mi lado en todo momento.
- A mis tutores Dr. C. Ramón Liriano González y Ing. Jovana Pérez Ramos por su gran contribución, apoyo y entrega total a nuestra formación como Ingenieros Agrónomos.
- A mi tío Osvaldo González por cada uno de sus consejos y por brindarme sus conocimientos durante el transcurso de la carrera.
- A los profesores que hicieron posible mi formación profesional.

**A todos,  
Muchas gracias.**

## RESUMEN.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) sobre el rendimiento y sus componentes en la asociación de cultivos lechuga - rábano en condiciones de organopónico, para lo cual se desarrolló un experimento en el organopónico “La Dignidad” perteneciente al Consejo Popular “Peñas Altas” en el municipio de Matanzas, durante los meses de diciembre del 2017 a enero del 2018, en los cultivos de lechuga variedad Riza-15 y rábano variedad PS-9 en asociación. Se estudiaron cinco tratamientos (Control, ME a 8 y 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, ME a 8 y 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar y los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para  $p \leq 0,05$  utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 6.0 para WINDOWS. Se evaluó en el cultivo de la lechuga: número de hojas totales, número de hojas comerciales, diámetro de la roseta de hojas y rendimiento en kg.m<sup>-2</sup>; en el cultivo del rábano: diámetro y peso de la raíz carnosa y rendimiento en Kg.m lineal. Los resultados obtenidos con la aplicación de microorganismos eficientes (ME) en la asociación de cultivos lechuga - rábano en condiciones de organopónico sugieren una respuesta positiva a la aplicación de este bioproducto, considerándola una alternativa promisoría para la producción de hortalizas en condiciones de organopónico. El tratamiento 5 (ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo) manifestó los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas en ambos cultivos. El análisis económico de la aplicación de microorganismos eficientes mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia en todos los tratamientos evaluados.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.	4
2.1. El cultivo de la lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).	4
2.1.1. Importancia económica y alimenticia.	4
2.1.2. Taxonomía y descripción morfológica.	4
2.1.2.1. Taxonomía.	4
2.1.2.2. Descripción morfológica.	4
2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos.	5
2.1.4. Variedades comerciales.	6
2.1.5. Fitotecnia.	7
2.1.6. Atenciones culturales.	7
2.1.7. Cosecha y manipulación.	8
2.2. El cultivo del rábano ( <i>Raphanus sativus</i> L.).	8
2.2.1. Importancia económica y alimenticia.	8
2.2.2. Taxonomía y descripción morfológica.	8
2.2.2.1. Taxonomía.	8
2.2.2.2. Descripción morfológica.	9
2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos.	10
2.2.4. Variedades comerciales.	10
2.2.5. Fitotecnia.	11
2.2.6. Atenciones culturales.	12
2.2.7. Cosecha y manipulación.	12
2.3. Biofertilizantes.	13
2.4. Microorganismos Eficientes (ME).	14
2.4.1 Antecedentes. Definición.	14
2.4.2. Mecanismo de acción.	17
2.4.3. Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.	17
2.4.4. Efectos de los Microorganismos Eficientes.	18

3. MATERIALES Y METODOS.	21
3.1. Material de siembra utilizado.	21
3.2. Determinación de la respuesta productiva de los cultivos lechuga y rábano en asociación a la aplicación de microorganismos eficientes.	21
3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.	23
3.4. Evaluación Económica.	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	25
4.1. Análisis del rendimiento y sus componentes en el cultivo de la lechuga.	25
4.2. Análisis del rendimiento y sus componentes en el cultivo del rábano.	28
4.3. Evaluación económica.	31
5. CONCLUSIONES.	33
6. RECOMENDACIONES.	34
7. BIBLIOGRAFIA.	35
ANEXOS.	48

## **1. INTRODUCCION.**

En todo el mundo las ciudades han crecido y siguen creciendo, en el 2000, cerca de dos mil millones de personas vivían en las ciudades; en el año 2005, más de la mitad de la población mundial y para el 2030 esta cifra se habrá duplicado. La urbanización acelerada ha traído implicaciones notables en las condiciones de vida de la población, tales como: aumento de la pobreza, inseguridad alimentaria y nutricional, exclusión social y territorial, inadecuada planificación territorial y deficiente gestión ambiental en aras del desarrollo, entre otras.

Por otra parte la utilización desmedida de productos químicos a partir de la revolución verde, ha provocado una disminución de la capacidad productiva de los suelos motivado por la manifestación de diferentes procesos degradativos como son: compactación, salinización, desertificación, contaminación del suelo, del agua y los propios cultivos, por lo tanto la pérdida de la biodiversidad, entre otros trastornos ecológicos hacen peligrar la propia existencia del hombre.

De lo anteriormente expuesto, se razona que la producción industrial de fertilizantes no puede satisfacer las necesidades de alimentos de una población mundial en creciente aumento, por lo que es necesario el desarrollo de una agricultura sustentable, que ayude a solucionar la problemática productiva del sector agrícola y propicie la búsqueda de alternativas que permitan compensar en gran medida las necesidades nutrimentales de los cultivos para obtener rendimientos económicamente aceptables sin agotar las reservas del suelo.

En Cuba a finales de la década de los años 80, comenzó a desarrollarse en gran escala la producción de hortalizas en zonas urbanas, la cual ha crecido cada año, reportándose 4 200 t en 1994, así como 480 000 t en 1998 y en el 2015 se reporta poco más de 1 158 452 t sin considerar la producción de patios y parcelas destinadas fundamentalmente al autoconsumo familiar (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, 2015).

Esta forma de producir hortalizas de manera intensiva sobre sustratos orgánicos, favorece la obtención de altos rendimientos en los cultivos, pero a su vez requiere de una adecuada disciplina tecnológica; donde la explotación y manejo de los sustratos resulta un aspecto de vital importancia pues los mismos se van degradando a través del

tiempo, lo que depende de la riqueza original en nutrientes que posean las diferentes fuentes de materia orgánica para garantizar altos rendimientos y múltiples cosechas al menos durante un año y medio o dos años. Posteriormente los nutrientes escasean y el rendimiento y la calidad de las cosechas decrecerán.

Los organopónicos, como parte de la Agricultura Urbana han experimentado avances, sin embargo, cuenta con retos y dificultades que según Casimiro (2016), debemos enfrentar con innovaciones locales que permitan dar respuestas a las difíciles situaciones que enfrentamos en el día a día, con el fin de obtener producciones estables, resistentes a los embates económicos y climáticos, que no atente contra la salud humana ni el medio ambiente, que sean sanas y en armonía con la naturaleza.

En este contexto la fertilización orgánica, debe complementarse con productos biológicos los cuales estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas y constituyen una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo y no contamina el ambiente, por lo que resulta necesario profundizar en el conocimiento del efecto de los mismos sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas.

### **Problema.**

La disminución de la fertilidad de los sustratos y el rendimiento de los cultivos en los canteros organopónicos, producto de las limitaciones existentes con el ingreso anual de materia orgánica en relación a los niveles recomendados.

### **Hipótesis.**

La aplicación de microorganismos eficientes en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en asociación, pudiera estimular el crecimiento de los cultivos e incrementar los rendimientos agrícolas.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) sobre el rendimiento y sus componentes en la asociación de cultivos lechuga - rábano en condiciones de organopónico.

### **Objetivos específicos.**

1. Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) sobre el rendimiento y sus componentes en los cultivos lechuga y rábano en asociación.
2. Evaluar la efectividad económica de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) en la asociación de cultivos lechuga – rábano.

## 2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.).

#### 2.1.1. Importancia económica y alimenticia.

Las hojas de la lechuga contienen un porcentaje bastante alto de agua (92-95,5%), son ricas en vitamina C, hierro, fósforo y calcio. Las vitaminas C y A son más abundantes en las hojas verdes exteriores que en las interiores del repollo. Sus valores nutritivos aparecen reflejados en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química de la lechuga.

Agua (g)	Calorías (cal)	Proteínas (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Vit. A (mg)	Vit. B <sub>1</sub> (mg)	Vit. B <sub>2</sub> (mg)	Niacina (mg)	Vit. C (mg)
95,4	0,29	1,01	54,4	24,7	2,12	0,95	0,06	0,08	0,39	24,4

Nota: Los resultados corresponden a 100g de parte comestible de la muestra analizada.

Según Márquez (2009) la lechuga es una planta con muy poco valor nutritivo y un alto contenido el agua (entre el 90% y 95%). Contiene muchas vitaminas A, B1, B2, B3 y C, junto con minerales como P, Fe, Ca y K.

#### 2.1.2. Taxonomía y descripción morfológica.

##### 2.1.2.1. Taxonomía.

División: *Macrophyllphyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Paeonopsida*

Orden: *Asterales*

Familia: *Asteraceae*

Género: *Lactuca*

Especie: *Lactuca sativa*, L.

##### 2.1.2.2. Descripción morfológica.

Presenta una raíz principal que puede alcanzar hasta 180 cm de longitud. Las raíces laterales, en las primeras fases de su desarrollo, crecen horizontalmente y se sitúan

superficialmente en el suelo y es por ello las grandes exigencias a la humedad en estas fases. Cuando la planta ha desarrollado completamente puede alcanzar una profundidad de 60 cm (Huerrez y Caraballo, 1996).

El tallo es corto y no ramificado en las primeras fases de su desarrollo. Después de formada la roseta de hojas y los repollos, si las condiciones ecológicas le son favorables, el tallo se alarga y ramifica dando lugar finalmente a la inflorescencia.

Las hojas son generalmente sésiles, algunas lisas y otras rugosas, de bordes rizados en algunos casos. Su color varía del verde claro hasta el morado, de acuerdo a las variedades.

La inflorescencia es racimosa compuesta. Las flores son hermafroditas, con pétalos amarillos, generalmente se autopolinizan, pero puede ocurrir la fecundación cruzada en no más de un 6% (Huerrez y Caraballo, 1996).

Las semillas son alargadas, muy pequeñas, notablemente aguzadas en uno de sus extremos. De acuerdo a las variedades, pueden ser de color blanco, pardo oscuro o negro.

### **2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos.**

La lechuga es una planta que responde en sus diferentes fases del crecimiento y desarrollo a la interacción de la luz y la temperatura. Poca iluminación y temperatura relativamente alta, el balance nutricional se altera, las hojas son más delgadas y los repollos no se forman o toman una estructura más suelta. La germinación de las semillas se inicia con dos o tres °C siendo la óptima de 20-25 °C. La temperatura óptima para el crecimiento de las hojas y formación del repollo está entre 16 y 21 °C y para el tallo floral y los órganos generativos alrededor de 20-22 °C.

Goites (2008) plantea que la temperatura alta, principalmente aquella que supera los 30 °C, es el factor más importante que gravita negativamente en la germinación y el posterior desarrollo del cultivo, condicionando el crecimiento.

La lechuga está considerada como una planta de día largo, además es exigente a la intensidad de la luz. Con poca iluminación las hojas son delgadas y la roseta de hojas y el repollo, si es que se forma, son muy sueltas y las plantas no alcanzan su peso normal.

Es muy exigente a la humedad del suelo debido al desarrollo del sistema radical que está situado superficialmente y tiene poca capacidad de absorción. Se ha demostrado que la humedad más adecuada para las plantas de lechuga es de 60% a 70% de la capacidad de campo (Huerrez y Caraballo, 1996).

#### **2.1.4. Variedades comerciales.**

Companioni (2003) afirma que para aspirar a buenos resultados en la producción orgánica de hortalizas, resulta decisivo la correcta ubicación en tiempo y espacio de cada especie a sembrar, observando una estricta disciplina en la estructura varietal de cada cultivo para cada época del año. El uso correcto de las variedades según la época del año nos permite no solo optar por mayores rendimientos sino además prolongar el período de oferta de vegetales frescos a la población al contar con variedades adaptadas a distintas épocas del año.

El Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007a) plantea que las variedades de lechuga se agrupan en dos grupos principales:

- De repollo, tipo Iceberg conocida como lechuga americana. La variedad más popular en Cuba es la Great Lake, la cual se puede sembrar de octubre a enero. Estas lechugas tienen un ciclo más largo (80 a 90 días) que las de hojas.
- Lechugas de hojas. Entre éstas se encuentran la variedad Chile 1185-3, que tiene la particularidad de formar repollo en invierno. En las siembras de verano, se logra una roseta de hojas bien formada. En este grupo también se encuentra la BSS-13, con posibilidades de siembra de septiembre a mayo, la Riza-15, con siembra de septiembre a enero y la G-30, todo el año.

Las variedades de lechuga según la época de siembra se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Variedades comerciales según época de siembra en el cultivo de la lechuga.

SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABRIL	MAY-AGOST
Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	-
Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3
Grand Rapid 30	Grand Rapid 30	Grand Rapid 30	Grand Rapid 30	Grand Rapid 30
Riza -15	Riza -15	Riza -15	-	-
Fomento 95	Fomento 95	Fomento 95	Fomento 95	-

### 2.1.5. Fitotecnia.

Aspectos de la fitotecnia empleada en el cultivo de la lechuga en condiciones de Agricultura Urbana según MINAGRI (2000), se relacionan en la tabla 3.

Tabla 3. Aspectos fitotécnicos del cultivo de la lechuga.

Variedad	Época de siembra		Duración del ciclo económico (días)	Distancia siembra	
	Normal	Óptima		Hileras (cm)	Plantas (cm)
Grand Rapid-30	Todo el año	Oct-Dic	55 a 60	20	15
BSS	Sept – Mayo	Oct-Dic	40 a 50	20	15
Riza -15	Sept - Enero	Nov-Dic	50 a 60	15	15
Chile 1185-3	Sept -Abril	Oct-Dic	45 a 50	20	15
Chile 1185-3	Mayo - Agosto	Oct- Dic	35 a 40	15	4
Fomento 95	Todo el año	Oct- Dic	35 a 40	10	15
Great Lake	Oct - Enero	Oct - Enero	50 a 60	2 hileras	35

### 2.1.6. Atenciones culturales

En los organopónicos es indispensable realizar un conjunto de labores que propicien obtener los mayores rendimientos entre las que se encuentran el trasplante, raleo o entresaque, la eliminación de plantas indeseables y el riego durante todo el ciclo vegetativo.

### **2.1.7. Cosecha y manipulación.**

Huerrez y Caraballo (1996) señalan que la cosecha se realiza cuando se ha formado la roseta de hojas o el repollo, separando el tallo del repollo con un cuchillo bien afilado, se eliminan las hojas secas, amarillas o enfermas y se colocan formando mazos verticales en cajas de madera o plásticas, no debiendo permanecer en el campo por más de cuatro horas después de cosechadas.

La medida más efectiva para conocer el valor real de la cosecha según Huerrez (2002) es el pesaje de los productos, unido a lo anterior se deben tener en cuenta como indicador morfológico para realizar la misma, que la roseta o el repollo estén bien formados, el rendimiento a obtener debe ser de 1,5 a 3,0 kg.m<sup>-2</sup> en condiciones de agricultura urbana.

## **2.2. El cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.).**

### **2.2.1. Importancia económica y alimenticia.**

El rábano es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos vitamínicos y de minerales; 100 g de materia fresca de rábano contienen 0,86 g de proteínas, 30 UI (unidades internacionales) de vitamina A, 30 mg de vitamina B1, 20 g de vitamina B2 y 24 mg de vitamina C (Criollo y García, 2009). Presenta además un contenido de 37 mg de Ca, 31 mg de P y un mg de Fe (Ramírez y Pérez, 2006). En cuanto a valores de composición bromatológica se han reportado valores de 57,8 ± 14,2 g de materia seca; 9,048 ± 2,903 g de fibra; 7,310 ± 3,076 g de sólidos solubles; 0,2243 ± 0,0481 g de vitamina C; 0,67 ± 0,15 g de proteína y 3,69 ± 0,15 g de nitratos, por cada kg de fruto fresco (Zhao-Liang *et al.*, 2008). En su contenido vitamínico, según Vitorino *et al.* (2010) destaca la presencia de vitamina C y ácido fólico; también contiene pequeñas cantidades de otras vitaminas del grupo B como B1, B2, B3 y B6. El grupo de las liposolubles está representado únicamente por la vitamina E, aunque su cantidad en el rábano es insignificante.

### **2.2.2. Taxonomía y descripción morfológica.**

#### **2.2.2.1. Taxonomía.**

División: *Macrophyllphyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Capparales*

Familia: *Brassicaceae*

Género: *Raphanus*

Especie: *Raphanus sativus*, L.

#### **2.2.2.2. Descripción morfológica.**

El sistema radical es poco desarrollado, la mayor parte está localizado entre los cinco y 25 cm de profundidad. La estructura interna de la raíz carnosa se caracteriza por una corteza muy fina de dos a tres mm de grosor, integrada por floema y la masa de color blanquecino constituida por xilema. El color es variado; blanco, rosado, rojo, amarillo; pueden adoptar diversas formas: redonda aplanada, cilíndrica, cónica y otras.

Las hojas son compuestas, con bordes generalmente dentados, vellosas y de un color verde intenso en la mayoría de las variedades.

El tallo floral puede alcanzar más de un metro de altura; es cilíndrico y vellosos, aunque también los hay lisos, de color verde y muy ramificado.

La inflorescencia según Esponda *et al.* (2005) es en racimos. Las flores son hermafroditas de cuatro pétalos de color blanco, rosado o violeta, según la variedad. La polinización es cruzada y la llevan a cabo las abejas.

El fruto es una silicua indehiscente, rellena en su interior de tejido parenquimatoso, en el cual se sitúan las semillas que morfológicamente no son uniformes, su color varía desde el castaño claro hasta el castaño pardo. En un kg de semillas hay entre 85 000 y 125 000 unidades. Su capacidad germinativa se conserva hasta tres o cuatro años en condiciones controladas de temperatura y humedad (Huerrez y Caraballo, 1996).

Criollo y García (2009) señalan que el rábano se destaca por una raíz gruesa y carnosa, de tamaño y forma variable, piel de color rojo, rosado, blanco u oscuro, según la variedad; posee hojas basales, pecioladas, lámina lobulada con uno a tres pares de segmentos laterales con bordes dentados.

### **2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos.**

El rábano se desarrolla bien en climas medios, aunque las altas temperaturas pueden originar sabores picantes en sus raíces. Su ciclo productivo es corto y puede variar entre 20 y 70 días, según la variedad, con una temperatura óptima de 18 °C a 22 °C (Montero *et al.*, 2006). En cuanto al clima, Vitorino *et al.* (2010) plantean que este cultivo no es tan exigente y afirman que la temperatura óptima de su desarrollo se encuentra entre 15 °C a 18 °C.

Las semillas empiezan a germinar a la temperatura de dos a tres °C. La temperatura óptima para la germinación es alrededor de 25 °C. La temperatura más propicia para el crecimiento y la formación de la raíz carnosa es alrededor de 16 °C a 17 °C, no obstante esto depende de la intensidad de iluminación. En caso de poca iluminación, si la temperatura es alta, se prolonga el hipocótilo, y resultan relativamente alargadas y deformadas las raíces carnosas.

Es una planta de día largo. El día corto del invierno no es propicio para el rápido desarrollo de las plantas. En caso de escasez de iluminación el follaje crece notablemente y se alarga mucho. También se prolonga intensamente el hipocótilo y en su parte superior forman raíces carnosas pequeñas, alargadas y puntiagudas. Esto ocurre con frecuencia en casos de siembras densas y en caso de existir muchas malas hierbas junto con la planta.

Es muy exigente con relación al balance de humedad del suelo. En caso de sequía, las raíces carnosas se hacen más duras y con mayor facilidad y rapidez pierden consistencia interior y en caso de oscilaciones extremas en la humedad del suelo, las raíces carnosas se hienden notablemente, por eso, en el período de formación de las raíces carnosas, no han de permitirse oscilaciones en la humedad del suelo. Sakalauskaitė *et al.* (2009) y Young *et al.* (2011) coinciden en afirmar que el rábano requiere un óptimo de temperatura en un rango entre 18 °C y 22 °C y una humedad relativa de 60% a 80%.

### **2.2.4. Variedades comerciales.**

Companioni (2003) recomienda las variedades PS-9 y Scarlet Globe para las distintas épocas de siembra de este cultivo en nuestro país.

La variedad PS-9 se caracteriza por un follaje verde claro, hojas erectas y flor blanca. El fruto agrícola es redondeado de color rojo con punta blanca, muy uniforme y de pivote muy fino. Interiormente es blanco, poco fibroso y suave. Es apropiado para el cultivo todo el año. Es de buena calidad para consumo fresco y para procesamiento industrial (López *et al.*, 2000).

En tal sentido Rodríguez Nodals *et al.* (2002) señalan que la variedad PS-9, es la más generalizada en el país, de follaje verde claro y raíces de forma redondeada de color rojo-violeta y extremo inferior blanco. Se puede sembrar todo el año. Ciclo económico de 26 a 30 días, aunque puede permanecer hasta los 33 – 34 días sin afectar su calidad.

### 2.2.5. Fitotecnia.

El rábano es un cultivo de rápido crecimiento y alta capacidad productiva, lo que está estrechamente relacionado con el genotipo y las condiciones ambientales; a su vez, es un cultivo que permite un manejo intensivo y es utilizado en siembras a pequeña escala (Criollo y García, 2009).

MINAGRI (Ministerio de la Agricultura) (2000) relaciona algunos de los aspectos de la fitotecnia en el cultivo del rábano en condiciones de organopónico (tabla 4).

Tabla 4. Aspectos fitotécnicos del cultivo del rábano.

Variedad	Época de siembra		Ciclo económico (días)	Rend. (Kg.m <sup>-2</sup> )	Dist. de siembra		Tipo de siembra	
	Normal	Óptima			Hileras (cm)	Plantas (cm)	Directa	Trasp.
PS-9	Todo el año	Oct-Feb.	25 a 28	0,5 - 0,8	10	3 a 5	X	
Scarlet Globe	Sep-May	Oct-Enero	25 a 28	0,4 - 0,6	10	3 a 5	X	

Carrión *et al.* (2003) señalan que el rábano es un cultivo de ciclo muy corto (22 – 28 días) que no admite sombra y cuya siembra es directa, a la vez que resaltan la importancia de realizar el raleo y dejar al menos cinco cm entre plantas.

Iglesias (2004) recomienda entre las asociaciones de cultivo en hortalizas la de rábano-lechuga. Rodríguez (2010) al comparar el efecto del cultivo asociado intercalado y sin intercalar (monocultivo) de diversos cultivares al aire libre concluyó, que la producción de los distintos cultivares resultó claramente favorable para los diseños de asociación rabanito + lechuga respecto al monocultivo.

#### **2.2.6. Atenciones culturales.**

El entresaque se debe realizar entre los siete y 10 días después de la germinación de la semilla. Debido al rápido crecimiento del rabanito, no son frecuentes las labores de cultivo; de ser necesario se realiza un escarde manual.

El rabanito es muy exigente a un adecuado balance de humedad, obteniéndose raíces carnosas duras y poco tiernas cuando no se les suministra la humedad necesaria por lo que es recomendable los riegos en días alternos y durante todo su ciclo vegetativo. (Huerrez y Caraballo, 1996).

#### **2.2.7. Cosecha y manipulación.**

La cosecha se realiza cuando la raíz carnosa ha alcanzado un óptimo desarrollo y calidad, lo cual en dependencia de las variedades existentes está enmarcado entre los 25 y 28 días de germinada la semilla. El diámetro mínimo a alcanzar por la raíz carnosa debe ser de 25 mm. Carrión *et al.* (2003) señalan que las raíces carnosas del rábano se cosechan cuando alcancen el tamaño característico de la variedad y antes de que se ablanden.

Huerrez (2002) afirma que se debe cosechar a los 25 - 28 días de la siembra, hacerse mazos y lavarse bien sus raíces antes de su comercialización. El rendimiento a obtener es de 0,5 - 0,8 Kg.m<sup>-2</sup>. En tal sentido Goites (2008) plantea que la cosecha debe realizarse en el momento oportuno, ya que si los rabanitos se dejan en suelo por más tiempo, se endurecen, crecen y se ahuecan. El ciclo según la época es de 20 - 30 días, debiendo cosecharse al alcanzar un diámetro de uno a 1,5 cm, evitando un mayor desarrollo para que el sabor sea más suave.

### 2.3. Biofertilizantes.

Actualmente para incrementar los rendimientos en los distintos sistemas de producción agrícola es necesaria la utilización de fertilizantes para de esta manera aumentar el rendimiento y el beneficio económico; sin embargo el costo de los fertilizantes, dentro del costo de producción de los agricultores, oscila entre 10% y 25% (Salgado-García y Núñez-Escobar, 2010). Por otro lado, es evidente la degradación de los recursos naturales debido a las actividades agrícolas (Santillana, 2006) por lo que un elemento tecnológico que coadyuva a la sostenibilidad en el sistema agrícola es la biofertilización, que de manera conjunta promueve la sanidad de los cultivos y reduce la utilización de agroquímicos sintéticos (Díaz-Franco *et al.*, 2012).

Castillo *et al.* (2007) define los biofertilizantes como preparados que contienen microorganismos beneficiosos que se utilizan en la agricultura para su aplicación a las semillas, a la planta o al suelo, con el objetivo de incrementar el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas. Armenta *et al.* (2010) los definen como microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir la fertilización sintética, y por consiguiente una disminución en la contaminación por agroquímicos. Pajarito-Ravelero (2012) los define como productos que contienen microorganismos que se aplican a la semilla o suelo y se asocian con la raíz de la planta favoreciendo el desarrollo de la misma. Muñoz (2016) los define como, productos que mejoran el crecimiento, la maduración de los frutos o el enraizamiento de las plantas cuando son trasplantadas desde el semillero al terreno definitivo.

El empleo de biofertilizantes en Cuba se remonta a los inicios del siglo XX, con la inoculación de *Rhizobium* de cepas provenientes de Estados Unidos de América para el cultivo de leguminosas en la entonces Estación Central Agronómica de Cuba, actual Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), donde se abordó ampliamente la historia del surgimiento de la aplicación de biofertilizantes en Cuba (Dibut *et al.*, 2006).

Diversos autores cubanos han tratado las potencialidades del uso de los biofertilizantes entre los que se encuentran Martínez-Viera *et al.* (2010), Torrientes (2010), Dibut *et al.* (2011), González *et al.* (2012), Terry *et al.* (2013), Mujica *et al.* (2014); Martín *et al.* (2015), Falcón *et al.* (2015) y Cabrera *et al.* (2016), entre otros.

A partir de la etapa del periodo especial y como consecuencia de la situación económica en Cuba, se aceleró en el país marcadamente la producción de estos biopreparados (Bécquer *et al.*, 2013; Charles *et al.*, 2015).

Sin embargo los resultados de la ciencia y la innovación sobre biofertilizantes no son ampliamente aplicados por los productores agropecuarios en Cuba, ni en la mayor parte de los países subdesarrollados (Kissing *et al.*, 2009; Martínez-Viera y Dá Bernardo, 2012). Esta situación impulsó que se creara en Cuba el Programa Gubernamental de Biofertilizantes, Bioplaguicidas y Bioestimulantes, en función de incrementar la investigación, producción y disponibilidad de estos productos al servicio de una agricultura con bases sostenibles, a través de las capacidades acumuladas en el país desde el surgimiento y desarrollo de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores, en los años 90.

Peña *et al.* (2015) refiere que las principales instituciones en las cuales se desarrollan las investigaciones sobre biofertilizantes son de gran prestigio, dado por la antigüedad de las mismas, la calidad del recurso humano y la capacidad tecnológica, dado el interés del estado en el desarrollo científico del país, especialmente en el INCA.

En los últimos años un grupo de productores que aplican técnicas agroecológicas en sus fincas confeccionan biopreparados a base microorganismos nativos (ME) con resultados loables en una amplia gama de cultivos.

## **2.4. Microorganismos Eficientes (ME).**

### **2.4.1 Antecedentes. Definición.**

Rodríguez (2009) manifiesta que los microorganismos eficientes (ME) fueron desarrollados en la década de los 70 por el Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura en la Escuela de Agricultura de la Universidad del Ryukyus en Okinawa, Japón. El Dr. Teruo Higa es conocido como el padre de la tecnología de microorganismos eficientes por su descubrimiento y desarrollo. Este destacado profesor y científico planteó que “los ME deben ayudar a crear una sociedad que permita que todos vivamos y dejemos vivir”, convencido que la competencia no debe obstruir el uso más amplio de esta tecnología, la cual contribuye a elevar la calidad de vida de los hombres, de las plantas y los animales en general.

En la década del 80, este importante científico introdujo el concepto de los microorganismos efectivos (ME) al Sistema de Agricultura Natural Kyusei, así, un grupo de microorganismos benéficos eran cultivados y utilizados como medio para mejorar las condiciones de los suelos, suprimiendo los microorganismos productores de enfermedades, y aumentando la eficiencia de la utilización de la materia orgánica por parte de los cultivos.

Su gama de usos desde 1982, se ha ampliado en el ganado y la acuicultura así como en áreas de la salud de la comunidad y otros usos ambientales. Hoy el ME ha llegado a ser muy popular y se utiliza en 100 países (Pilates, 2008).

Al respecto Correa (2009) señala que la tecnología del ME se ha experimentado en más de 110 países, especialmente en la República Popular Democrática de Corea, Vietnam, Laos, Myanmar, Bhután, Maldivas, Pakistán y Egipto, los gobiernos tienen ya abierto el camino para la implementación.

Internacionalmente, existen numerosas experiencias exitosas de la utilización de bioproductos elaborados con tecnología ME, tanto en la producción de vegetales (Higa, 2004), en el tratamiento de residuales (Uwe, 2007) como en la producción y salud vacuna, porcina y avícola (EMprotec, 2008; Hoyos *et al.*, 2008; Ramírez y Blanco, 2009).

Las investigaciones realizadas han demostrado que la inoculación con los microorganismos contenidos en el ME al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos.

La racionalidad en el uso de la tecnología de los microorganismos eficientes se basa en la inoculación de cultivos mixtos de microorganismos benéficos en el suelo para crear un ambiente favorable para el crecimiento y salud de las plantas (Olle, 2015).

Madera *et al.* (2009) señalan que los ME contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetes y otros tipos de organismos, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida.

ME no es un sustituto de otras prácticas, es, en cambio una dimensión agregada para optimizar nuestras mejores prácticas de manejo de suelos y cultivos, el uso de enmiendas orgánicas, el reciclado de los desechos de los cultivos, y el bio-control de plagas. ME puede aumentar significativamente los efectos benéficos de éstas prácticas (Higa, 1993).

ME se compone de culturas mixtas benéficas que existen en la naturaleza y que pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en plantas y suelos (Higa y Párr, 1994).

Hurtado (2001) expresa que no es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes.

El uso de los ME ha tenido mayor espontaneidad en pequeñas y medianas fincas, donde los predios además de frutales tienen otros cultivos. Fundamentalmente son llevados a cabo por productores de vanguardia. Estos 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 los cultivos con estos líquidos que devienen de dicho proceso, obteniendo resultados muy notables en cuanto rendimientos y calidad de la fruta (Cueto y Otero, 2015).

La producción y aplicación de ME es considerada como una práctica agroecológica que se emplea en nuestro país para la obtención de alimentos saludables. Varios estudios demuestran que la producción ecológica de alimentos puede reducir tanto los problemas ambientales como sociales (Altieri y Toledo, 2011; Tomich *et al.*, 2011).

El uso de la tecnología de ME se ha extendido y cada vez hay un mayor interés por estos bioproductos de bajos costos e impacto ambiental. Tradicionalmente se han utilizado para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (Biswas *et al.*, 2014, Changas-Junior *et al.*, 2015), para el control de enfermedades presentes en el suelo

(Grosu *et al.*, 2015) y en la actualidad se han empleado exitosamente en la reducción de contaminantes orgánicos como resultado de la actividad industrial (Khatab *et al.*, 2015).

#### **2.4.2. Mecanismo de acción.**

Los ME actúan de manera que toman sustancias generadoras por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por estos para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Según el Instituto Dominicano de Investigaciones por sus siglas IDIAF (2009) expresa que a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de producción.

#### **2.4.3. Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.**

Las principales especies incluidas en preparaciones ME son las bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), las bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*), las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*), los actinomicetos (*Streptomyces* y *Streptomyces griseus*), y los hongos (*Aspergillus oryzae* y *Mucor hiemalis*), como lo reportan Moon *et al.* (2011) y Fundases (2014).

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

Biosca (2001) indica que las bacterias fotosintéticas, son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y

azúcares promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. En tal sentido EARTH (2008) expresa que estas bacterias funcionan como un componente importante del ME, ayudan a mantener el balance con otros organismos benéficos, permitiendo coexistir y funcionar con los mismos.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales útiles a partir de los aminoácidos y los azúcares secretados por las bacterias fototróficas y la materia orgánica presente en el medio. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, son sustratos útiles para microorganismos benéficos como bacterias ácido lácticas (Ecorganica, 2009).

Los actinomicetos son bacterias Gram positivas, aerobios heterótrofos principalmente, formadores de esporas. El género principal es *Streptomyces* cuyo olor característico a tierra húmeda se debe a compuestos volátiles como la geosmina. Especies de la familia *Streptomycetaceae* se encuentran extensamente distribuidas y estudiadas debido a la producción de metabolitos secundarios como enzimas inhibitorias herbicidas y antibióticos (Samac y Kinkel, 2001; Schlatter *et al.*, 2009). Están abundantes en el suelo y son importantes saprófitos de plantas, capaces de degradar moléculas complejas y sustancias recalcitrantes como celulosa, lignocelulosa, xilano y lignina, adicionalmente juegan un importante papel en el proceso de descomposición de material orgánico, debido a sus enzimas líticas (Sousa *et al.*, 2008; Zhou *et al.*, 2009).

Los hongos filamentosos tales como el *Aspergillus* y el *Penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas, lo que permite que con su presencia se produzca la desodorización del medio ambiente además de prevenir la aparición de insectos perjudiciales (Saintmartin, 2007). Varios autores han evidenciado la actividad positiva que tienen estos hongos en el crecimiento de distintos cultivos como *Glycine max* (Saxena *et al.*, 2016) y *Hordeum vulgare* cv. Arna (Ignatova *et al.*, 2015).

#### **2.4.4. Efectos de los Microorganismos Eficientes.**

Silva (2009) refiere que la aplicación de los microorganismos eficientes reporta beneficios en la fase de semillero, en la aplicación a los cultivos y suelos agrícolas tales como:

### **Semilleros.**

1. Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
2. 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.
3. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
4. Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.

### **Plantas de cultivo.**

1. Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
2. Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
3. Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
4. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
5. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
6. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales y en zonas meristemáticas.

### **Suelos.**

1. Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego y los suelos son capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión por el arrastre de las partículas.
2. Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijados, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

3. Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia e incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Vidal (2005) señala que cuando los ME se desarrollan como una comunidad dentro del suelo, también ocurre lo mismo con los microorganismos nativos de esos suelos. Por tal razón la microflora se enriquece y el ecosistema microbiano comienza a equilibrarse mientras disminuye el porcentaje de patógenos. Así las enfermedades producidas por los suelos se suprimen mediante el proceso conocido como “competencia exclusiva”. Las raíces de las plantas producen también sustancias útiles como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas. Los microorganismos eficientes utilizan este sustrato para desarrollarse. Durante este proceso ellos segregan también sustancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas. Por esta razón en estos suelos los microorganismos eficientes y otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas.

Los aspectos planteados anteriormente nos permiten afirmar los efectos beneficiosos de los ME en los cultivos agrícolas al mejorar su producción, incrementar el crecimiento de las plantas, la floración, fructificación y la maduración, debido al aumento de la eficacia de la materia orgánica como alternativa nutricional, a la resistencia de las plantas a plagas agrícolas y el aumento de la producción de antioxidantes que suprimen los efectos adversos de los radicales libres en el metabolismo de las plantas (Hu y Qi, 2013; Talaat, 2015).

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Material de siembra utilizado.

Se utilizó semilla botánica, suministradas por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 97% de germinación y un 99% de pureza física en el cultivo de la lechuga y 98% de germinación y un 99% de pureza física en el cultivo del rábano. El manejo agrotécnico se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones del Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007b).

#### 3.2. Determinación de la respuesta productiva de los cultivos lechuga y rábano en asociación a la aplicación de microorganismos eficientes.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento en el organopónico “La Dignidad” perteneciente al Consejo Popular “Peñas Altas” en el municipio de Matanzas (observar figura 1), durante los meses de diciembre del 2017 a enero del 2018, en los cultivos de lechuga variedad Riza-15 y rábano variedad PS-9 en asociación.

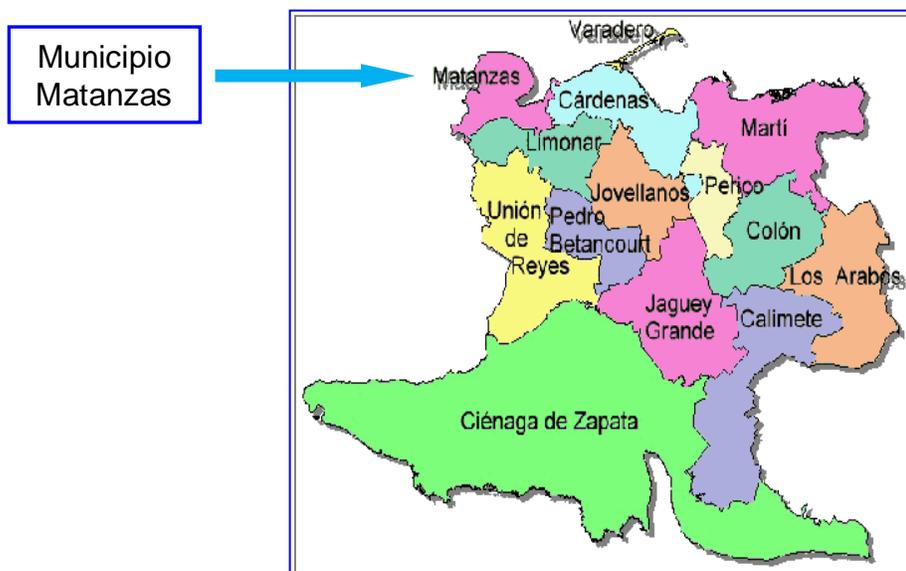


Figura 1. Ubicación geográfica del experimento.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1 = Control

T2 = Microorganismos eficientes a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante.

T3 = Microorganismos eficientes a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante.

T4 = Microorganismos eficientes a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

T5 = Microorganismos eficientes a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

#### Caracterización de los tratamientos.

- Control, siguiendo la tecnología recomendada para los cultivos sin aplicación de productos biofertilizantes.
- Microorganismos eficientes (ME) producidos en la planta de bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM, que se encuentra localizada en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (observar figura 2).



Figura 2. Microorganismos eficientes (ME) utilizado en el experimento.

La aplicación se realizó con una mochila de fumigación MATABI de 16 litros de capacidad en horas tempranas de la mañana. Las aplicaciones en rábano se supeditaron a las del cultivo principal.

Evaluaciones realizadas.

Para las evaluaciones se tomaron 25 plantas de forma aleatoria en cada parcela experimental al momento de la cosecha y se determinó el comportamiento de las siguientes variables por cultivo.

Lechuga.

- Número de hojas totales. Por conteo directo.
- Número de hojas comerciales. Por conteo directo, desechando aquellas hojas no aptas para la comercialización.
- Diámetro de la roseta de hojas. Se empleó una cinta métrica.
- Rendimiento en  $\text{kg.m}^{-2}$ . A partir del peso total de la cosecha de cada parcela experimental, se calculó el rendimiento en  $\text{kg.m}^{-2}$ , se utilizó una balanza comercial.

Rábano.

- Diámetro de la raíz carnosa. Se utilizó un pie de rey.
- Peso de la raíz carnosa.
- Rendimiento en  $\text{Kg.m}$  lineal. Se calculó a partir del peso total de las raíces carnosas cosechadas en cada parcela experimental.

### **3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.**

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar (observar anexo 1) y los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para  $p \leq 0,05$  utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 6.0 para WINDOWS.

### **3.4. Evaluación Económica.**

Para evaluar económicamente los resultados obtenidos se procedió conforme a la metodología de Recompenza y Angarica (2003), para lo cual se partió de los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, calculándose los gastos directos e

indirectos según los recursos utilizados en cada una de las labores agrotécnicas ejecutadas en los cultivos.

Para el cálculo de la aplicación de microorganismos eficientes se tuvo en cuenta el gasto de aplicación del mismo así como del producto utilizado, según el precio siguiente:

➤ Microorganismos Eficientes. \$ 10,00 MN el litro.

Calculándose la producción obtenida en kg a través de la siguiente expresión:

Producción obtenida (kg) = Rendimiento (kg.m<sup>-2</sup>) x Área (m<sup>2</sup>).

Para determinar los ingresos se tuvo en cuenta el precio de venta que fue de:

- \$ 3,43 el kilogramo de lechuga.
- \$ 4,04 el kilogramo de rábano.

Utilizándose la siguiente expresión:

Ingreso (\$) = Producción obtenida (kg) x Precio de venta (\$/kg).

La ganancia fue calculada empleando la siguiente fórmula:

Ganancia (\$) = Ingresos (\$) – Gastos (\$).

Los resultados obtenidos en los diferentes indicadores económicos fueron comparados, determinándose los mejores tratamientos sobre la base de la ganancia obtenida por la aplicación de microorganismos eficientes.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1. Análisis del rendimiento y sus componentes en el cultivo de la lechuga.

En la tabla 5 se presenta la respuesta del número de hojas totales y comerciales del cultivo de la lechuga a la aplicación de ME. El número de hojas totales alcanzó valores que oscilan entre 17,31 y 18,05 como promedio, para los tratamientos en que se aplicaron los ME, estadísticamente similares entre ellos y con diferencia significativa respecto al tratamiento control, que mostró el menor valor con 13,29.

Similar resultado se encontró en el número de hojas comerciales, donde el tratamiento control vuelve a reflejar el valor más con bajo 12,31 hojas siendo estadísticamente diferente al resto.

Tabla 5: Respuesta del número de hojas totales y comerciales del cultivo de la lechuga a la aplicación de ME.

Tratamientos	Hojas totales	Hojas comerciales
Control	13,29 <sup>b</sup>	12,31 <sup>b</sup>
ME a 8 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante	17,31 <sup>a</sup>	16,23 <sup>a</sup>
ME a 10 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante	17,59 <sup>a</sup>	16,59 <sup>a</sup>
ME a 8 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores.	17,72 <sup>a</sup>	16,74 <sup>a</sup>
ME a 10 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores.	18,05 <sup>a</sup>	17,16 <sup>a</sup>
ES x	0,015	0,018

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

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

Una mayor producción de hojas comerciales en las plantas de lechuga influye de forma considerable en los parámetros productivos del cultivo, por lo que se considera que estos resultados determinan en gran medida el rendimiento alcanzado.

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Díaz (2013) al evaluar la aplicación de microorganismos eficientes (ME) en la asociación de cultivos lechuga (*Lactuca sativa* L.) - rábano (*Raphanus sativus* L.) en condiciones de organopónico, donde el número de hojas comerciales osciló entre 9,86 y 11,73.

El diámetro de la roseta de hojas (tabla 6) osciló entre 29,33 cm y 36,56 cm, la aplicación de ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores mostró el mejor comportamiento y difiere significativamente del resto de los tratamientos estudiados. Los tratamientos en que se llevó a cabo la inoculación con ME a 8 y 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, así como a 8 mL.m<sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores no difieren entre sí. El tratamiento control registro el menor diámetro de la roseta de hojas con 29,33 cm y difiere de manera significativa del resto de los tratamientos.

Tabla 6: Respuesta del diámetro de la roseta (cm) y el rendimiento (kg.m<sup>-2</sup>) del cultivo de la lechuga a la aplicación de ME.

Tratamientos	Diámetro de la roseta (cm)	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )
Control	29,33 <sup>c</sup>	1,85 <sup>b</sup>
ME a 8 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante	33,08 <sup>b</sup>	2,29 <sup>ab</sup>
ME a 10 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante	33,43 <sup>b</sup>	2,58 <sup>a</sup>
ME a 8 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores.	34,11 <sup>b</sup>	2,61 <sup>a</sup>
ME a 10 mL.m <sup>-2</sup> en trasplante y 15 días posteriores.	36,56 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>
ES x	0,58	0,31

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para p≤0.05

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

En cuanto al rendimiento del cultivo se puede observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en que se aplicó ME con respecto al control, a excepción del tratamiento 2 (ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en trasplante) que con 2,29 kg.m<sup>-2</sup> no difiere del tratamiento control que manifestó el menor valor con 1,85 kg.m<sup>-2</sup>.

Esto puede estar relacionado con el incremento de la diversidad microbiana del sustrato por la aplicación de ME, lo que favorece el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Al respecto Madera *et al.* (2009) refieren que la inoculación con microorganismos eficientes (ME) al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, así como el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos.

Pedarza *et al.* (2010) señalan que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos (Moya, 2012).

Con relación a este análisis diferentes autores han informado resultados satisfactorios en la producción de diferentes cultivos con la utilización de microorganismos eficientes. Arismendi (2010) obtuvo un mayor peso de la cabeza en el cultivo de la lechuga, variedad Great Lakes 659, con la aplicación de microorganismos eficientes. Álvarez *et al.* (2012) señalan que la aplicación de microorganismos eficientes en dosis de 4 mL.m<sup>-2</sup> 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. 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<sup>-2</sup> 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 con diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento control, a la vez que incrementó la proporción de bulbos grandes (75 a 90 mm). Mesa (2016) al estudiar el efecto sobre varios cultivos de un biopreparado de producción local a base de microorganismos eficientes, obtuvo en el cultivo del frijol un incremento en los

rendimientos agrícolas, en el orden de 2,5 t.ha<sup>-1</sup> con dosis de 10 L.ha<sup>-1</sup> y en lechuga, un incremento en la altura y el peso de la roseta de hojas al aplicar una dosis de 48 L. ha<sup>-1</sup> del producto.

#### 4.2. Análisis del rendimiento y sus componentes en el cultivo del rábano.

El comportamiento del diámetro de la raíz carnosa (cm) en el cultivo del rábano se presenta en la tabla 7, donde se aprecia diferencia significativa entre tratamientos, alcanzando el tratamiento 5 (ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo) con 3,68 cm el mayor diámetro, el cual difiere del tratamiento control y no del resto de los tratamientos.

Tabla 7: Comportamiento del diámetro de la raíz carnosa (cm).

Variable a evaluar	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Diámetro raíz carnosa (cm).	2,41 <sup>b</sup>	3,24 <sup>a</sup>	3,29 <sup>a</sup>	3,64 <sup>a</sup>	3,68 <sup>a</sup>
ES x	0,029				

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

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

Florez y Jiménez (2007) obtuvieron resultados similares al reportar un estímulo del crecimiento y desarrollo de plantas de zanahoria con la aplicación de 10 L.ha<sup>-1</sup> de microorganismos eficientes sobre un suelo laborado durante diez años; mientras Arias (2010) afirma que entre los efectos de los microorganismos eficientes se encuentra el promover la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.

El peso de la raíz carnosa (g), muestra diferencia significativa entre tratamientos (observar tabla 8), manifestando el tratamiento control con 2,01 g el menor peso,

observándose una tendencia al incremento de este componente del rendimiento con la aplicación de microorganismos eficientes, donde los tratamientos 4 y 5 (ME a 8 y 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo) presentan los mayores valores con 3,89 g y 3,95 g y difieren del resto de los tratamientos.

Tabla 8: Comportamiento del peso de la raíz carnosa (g).

Variable a evaluar	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Peso raíz carnosa (g).	2,01 <sup>c</sup>	2,38 <sup>b</sup>	2,41 <sup>b</sup>	3,89 <sup>a</sup>	3,95 <sup>a</sup>
ES x	0,017				

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

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

Estos resultados pueden estar relacionados a que los microorganismos eficientes, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus, todo lo cual mejora el crecimiento y rendimiento de la planta. Al respecto el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 2013 manifiesta que una población elevada de ME produce grandes cantidades de vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, hormonas y enzimas, que estimulan el crecimiento de los cultivos. Javaid y Bajwa (2011) reportaron un estímulo del crecimiento y desarrollo de las plantas producido por estos microorganismos.

La tabla 9 muestra el comportamiento del rendimiento del cultivo del rábano, donde se aprecia que los tratamientos en que se aplicó microorganismos eficientes superan al tratamiento control, siendo el T5 (ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los

15 días de efectuado el mismo) el de mejores resultados con 1,49 kg.m lineal, el cual difiere del tratamiento control.

Tabla 9: Rendimiento (kg.m lineal).

Variable a evaluar	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento (kg.m lineal).	0,51 <sup>b</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>
ES x	0,024				

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

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

Los valores de rendimiento obtenidos con la aplicación de ME son superiores a los reportados por MINAGRI (2000) de 0,5 a 0,8 kg.m<sup>-2</sup> para el cultivo del rábano.

Sianeh Zawolo (2015) al evaluar diferentes dosis de un biopreparado a base de microorganismos nativos (4, 8 y 10 mL.m<sup>-2</sup>) en el cultivo de la zanahoria, alcanzó los mayores valores de rendimiento con una dosis de 10 mL.m<sup>-2</sup>.

Núñez *et al.* (2017) al estudiar la respuesta de *Daucus carota*, L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico, obtuvo un efecto positivo del biopreparado a base de microorganismos nativos sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria, destacando la dosis de 10 mL.m<sup>-2</sup>, con un incremento del rendimiento de 0,72 kg.m<sup>-2</sup>.

Artiles (2017) reporta una respuesta positiva del cultivo del rábano a la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en condiciones de organopónico, donde la aplicación combinada de microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup> manifestó los mejores resultados en el rendimiento y sus componentes.

### 4.3. Evaluación económica.

El análisis de la factibilidad económica de la aplicación de ME en el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico (tabla 10), muestra resultados económicos favorables avalados por la obtención de ganancias en todos los tratamientos evaluados, siendo superiores en los tratamientos en que se aplicó ME y donde el T5 (ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo) con \$ 187,84 mostró la mayor ganancia. Debe señalarse que no hubo variaciones apreciables en los gastos pues las dosis de ME estudiadas resultan pequeñas y el producto económico (\$ 10,00 CUP el litro de ME) que no encarece la producción.

Tabla. 10. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo de la lechuga.

Indicadores	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	1,85	2,29	2,58	2,61	2,67
Producción (kg)	44,4	54,96	61,92	62,64	64,08
Ingresos (\$)	152,29	188,51	212,38	214,85	219,79
Gastos (\$)	27,15	29,07	29,55	30,99	31,95
Ganancia (\$)	125,14	159,44	182,83	183,86	187,84

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

Similares resultados se presentan en la valoración económica del cultivo del rábano (tabla 11), donde el T5 reportó la mayor ganancia con \$ 115,54 dado por ser el de más alto rendimiento entre los tratamientos estudiados. Confirmando los resultados económicos favorables en la asociación de cultivos lechuga - rábano en condiciones de organopónico.

Tabla. 11. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo del rábano.

Indicadores	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento (kg.m lineal)	0,51	1,16	1,31	1,43	1,49
Producción (kg)	10,20	23,2	26,2	28,6	29,8
Ingresos (\$)	41,20	93,72	105,84	115,54	120,39
Gastos (\$)	0,85	2,45	2,85	4,05	4,85
Ganancia (\$)	40,35	91,27	102,99	111,49	115,54

Leyenda: T1: Control, T2: ME a 8 mL.m<sup>2</sup> en el momento del trasplante, T3: ME a 10 mL.m<sup>2</sup> en el momento del trasplante, T4: ME a 8 mL.m<sup>2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo, T5: ME a 10 mL.m<sup>2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

En sentido general, los resultados económicos obtenidos, están dados por el incremento de los rendimientos, a partir de la aplicación de ME como producto de origen biológico con bajo costo de producción, el cual no contamina el medio ambiente y nos permite obtener un producto agrícola sano y de mayor calidad, lo que resulta de gran importancia en un contexto económico complejo que afronta nuestro país y donde el empleo de bioproductos eficaces que estimulan el crecimiento y desarrollo de los cultivos y una reducción del empleo de fertilizantes químicos que contaminan el ambiente y aceleran la erosión de los suelo; constituyen una alternativa viable para el desarrollo de la agricultura cubana.

## **5. CONCLUSIONES.**

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

1. Los resultados obtenidos con la aplicación de microorganismos eficientes (ME) en la asociación de cultivos lechuga - rábano en condiciones de organopónico sugieren una respuesta positiva a la aplicación de este bioproducto, considerándola una alternativa promisoría para la producción de hortalizas en condiciones de organopónico.
2. El tratamiento 5 (ME a  $10 \text{ mL.m}^{-2}$  en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo) manifestó los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas en ambos cultivos.
3. El análisis económico de la aplicación de microorganismos eficientes mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia en todos los tratamientos evaluados.

## **6. RECOMENDACIONES.**

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

1. Socializar los resultados alcanzados entre los productores de hortalizas en condiciones de organopónico.
2. Continuar los estudios en otras variedades y especies hortícolas en las diferentes modalidades productivas de la Agricultura Urbana.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

Altieri, M. A. y Toledo, V. M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *E Journal of Peasant Studies*. 38 (3) : 587-612.

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.

Arias, A. 2010. Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*. 02 (02) : 42–45.

Arismendi, E. 2010. Microorganismos Eficientes, ¿fórmula mágica? [en línea]. Disponible en: [http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/microorganismos\\_eficientes.html](http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/microorganismos_eficientes.html). [Consulta: abril, 9 2018].

Armenta, B.; García, B.; Camacho, S.; Apodaca, L. y Montoya, P. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra-Ximhai*. 6 (1) : 51- 56.

Artiles, Lily. 2017. Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L) en condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Bécquer, C. J.; Prévost, D.; Gauvin, C. y Beadouin, A. 2013. Eficiencia simbiótica de *Rhizobium* nativos de Sancti Spíritus, Cuba, inoculados en *Centrosema molle*. *Pastos y Forrajes*. 36 (3) : 322-328.

Biosca, A. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [en línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>. [Consulta: abril, 9 2018].

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

Cabrera, Y. L.; Miranda, E. y Santana, Y. 2016. Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de *Solanum lycopersicum* L. var. Mamonal 21. *Avances*. 18 (1) : 76-84.

Carrión, M.; Sio Wong, M.; Salcines, M. A. y Rodríguez Nodals, A. 2003. Manual de Organopónicos y Huertos intensivos. Agricultura Urbana. Edición INIFAT/CIARA. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 95 p.

Casimiro, Leidy. 2016. Bases metodológicas para la resistencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Colombia. Tesis en opción al grado científico de Doctor en en Agroecología. Universidad de Antioquia.

Castillo, G.; Gregorí, Bárbara S.; Micheena, Georgina; Díaz de Villegas, M. Elena; Delgado, Grisiel; Montano, R.; Cejas, Graciela y Gálvez, L. O. 2007. Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar. *XLI* (3) : 42-51.

Changas-Junior, A. F.; de Oliveira, A. G.; De Oliveira, L. A.; dos Santos, G. R.; Changas, L. F. B.; Lopes da Silva, A. L. and 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.

Charles, N. J.; Arévalo, Jersys; Duquesne, Ailin H.; Alonso, N. J. and Díaz, L. 2015. Effects of mineral, organic and biological fertilization on the establishment of *Pochonia chlamydosporiavar. catenulata* (Kamyschko ex. Barron and Onions) Zare & Gams in a protected crop. *Protección Vegetal*. 30 (3) : 239-244.

Companioni, N. 2003. Sistema para la Horticultura Orgánica. Hidroponía familiar y los Huertos Intensivos. En: Manual de Agricultura Orgánica Sostenible. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, “Alejandro de Humboldt”, (INIFAT), La Habana, Cuba. p 62 - 66.

Correa, M. 2009. Microorganismos Eficaces (EM) [en línea]. Disponible en: <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=543>. [Consulta: febrero, 8 2018].

Criollo, H. y García, J. 2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 3 (2) : 210-222.

Cueto y Otero. 2015. Fruticultura y Agroecología. Avances de la Agroecología en Cuba. Estación Experimental “Indio Hatuey”. p. 293 – 310.

Díaz Rubio, Y. 2013. Evaluación de la aplicación de Microorganismos eficientes (ME) en la asociación de cultivos lechuga (*Lactuca sativa* L.) - rábano (*Raphanus sativus*) en condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Díaz-Franco, A.; Salinas, G.; Valadez, E.; Cortinas, O.; Loredó, Q.; Pajarito, A.; Amado, G. y González, R. 2012. Impacto de la Biofertilización del maíz en el Norte de México. Folleto Técnico No. Mx-0310301-25-03-13-0954. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas. México.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, R.; Fey Govín, L. y Ortega García, Marisel. 2006. Un siglo de investigaciones y comercialización de biofertilizantes en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*. 30 (2): 79-90.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, R.; Hernández Barrueta, G.; López Gutiérrez, Mirtha; Martínez Cruz, Angélica; Bach Álvarez, Teresa; Rivera Espinosa, R.; Hernández Rodríguez, Annia; Fernández Martín, F.; Medina Basso, N. y Herrera, R. A. 2011. Surgimiento y desarrollo en Cuba de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores. *Agrotecnia de Cuba*. 35 (1) : 61-72.

EARTH. 2008. Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganismo Research Organization Inc.). Limón, Costa Rica. 16 p.

Ecorganica, 2009. Los microorganismos benéficos [en línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>. [Consulta: febrero, 8 2018].

EMprotec. 2008. Utilización de los EM en la producción ganadera [en línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/1999/xhtml> [Consulta: marzo, 26 2018].

Esponda, D.; Ferrer, M. y González, O. 2005. Manual para la producción de semillas de forma artesanal en la agricultura a pequeña escala en la República Bolivariana de Venezuela. Edición CIARA. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. p.36.

Falcón, A. B.; Costales, Daimy.; González, Dianevys y Nápoles, María C. 2015. Nuevos productos naturales para la agricultura las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 36 (1) : 111-129.

Florez, G. D. y Jiménez, C. H. 2007. Efecto de los microorganismos eficientes sobre las características del suelo y su incidencia en el desarrollo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en un andisol. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia.

Fundases. 2014. Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Microorganismos Eficaces [en línea]. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. [Consulta: marzo, 26 2018].

Goites, E. 2008. Manual de Cultivos para la Huerta Orgánica Familiar. Edición INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Buenos Aires, Argentina. 136 p.

González, Maritza.; González, Martha.; Nápoles, E. y Baldaquín, Aimé. 2012. Efectividad de algunos biofertilizantes en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) en un suelo fersialítico pardo rojizo mullido. Innovación Tecnológica. 18 (2) :1-10.

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.

Grupo Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. 2015. Lineamientos de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar para el año 2016. Ministerio de la Agricultura. INIFAT. La Habana, Cuba. p 14.

Grupo Nacional de Agricultura Urbana. 2007a. Manual Técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 42-45.

Grupo Nacional de Agricultura Urbana. 2007b. Manual Técnico de Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. ACTAF. INIFAT. MINAG. La Habana, Cuba. p 5 - 25.

Higa, T. 1993. The Use of Agriculture of EM and Sustainability [en línea]. Disponible en: <http://www.emmexico.com/emagricultura.pdf> [Consulta: marzo, 9 2018].

Higa, T. 2004. La Tecnología de los Microorganismos efectivos “EM”. Conferencia dictada en el Real Colegio de Agricultura, Cirencester, Reino Unido.

Higa, T. y Párr. J. 1994. Microorganismos benéficos y eficaces para una agricultura y medio ambiente sustentable [en línea]. Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/microbiologia/microbiologia.html> [Consulta: marzo, 9 2018].

Hoyos, D.; Alvis, N.; Jabib, L.; Garcés, M.; Pérez, D. y Mattar, S. 2008. Utilidad de los microorganismos eficientes en una explotación avícola de Córdoba. Parámetros productivos y control ambiental. Medicina Veterinaria. 13 (2) : 2-4.

Hu, C. and Qi, Y. 2013. Long-term effective microorganisms applications promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. European Journal of Agronomy. 46 (1) : 63-67.

Huerres, Consuelo y Caraballo, Nelia. 1996. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 193 p.

Huerres, Consuelo. 2002. Indicaciones Técnicas para la producción de hortalizas de la Agricultura Urbana. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Villa Clara, Cuba. p 14 – 15.

Hurtado, H. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [en línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr> [Consulta: marzo, 26 2018].

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2009. Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura [en línea]. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971> [Consulta: enero, 17 2018].

Iglesias, L. 2004. Biodiversidad y sistemas de cultivo. En: Agroecología y Agricultura Sostenible. Selección de Temas. Centro Nacional de Capacitación de la ANAP "Niceto Pérez". La Habana, Cuba. p. 66-67.

Ignatova, L.; Brazhnikova, Y.; Berzhanova, R. and 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). 2013. Tecnología de bajo costo: guía de manejo de microorganismos eficientes (ME). Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. Managua, Nicaragua. p. 5-6.

Javaid, A. and Bajwa, R. 2011. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 35 (4) : 443-452.

Khatab, O. H.; Nasib, M. A. A.; Ghoneimy, E. A.; Abo-Elnasr, A. A.; Hassan, H. A. A.; Hassan, M. Y. A. 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.

Kissing, L.; Pimentel, A. y Valido, María. 2009. Participatory soil improvement: A Cuban case study in fertility management. Cultivos Tropicales. 30 (2) : 43-52.

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.

López, R.; Díaz, H.; Ronda, R.; Muñoz de Con, Laura; Cueto, C.; Prats, A.; Díaz, M.; Shagarodsky, T.; Castiñeiras, L.; Mateo, E.; Amores, H. y Caraballo, M. 2000. Catálogo

de Variedades. INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt") Ciudad de la Habana, Cuba. p 5-27.

Madera, T.; Millas, R. and Tabora, P. 2009. The beneficial microorganisms contained in EM produce plant hormones, may have been healthier because of the inoculation of beneficial microorganisms [en línea]. Disponible en: [www.effectivemicroorganismstechnology.com](http://www.effectivemicroorganismstechnology.com). [Consulta: abril, 5 2018].

Márquez, A. 2009. Huerto urbano. Cultivar en casa [en línea]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso/vida/huertourbano/capitulo9.htm>. [Consulta: abril, 6 2018].

Martín, Gloria M.; Reyes, R. y Ramírez, J. F. 2015. Coinoculación de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C, con Rhizobium y hongos micorrízicos arbusculares en dos tipos de suelos de Cuba. Cultivos Tropicales. 36 (2) : 22-29.

Martínez-Viera, R. y Dá, Bernardo. 2012 Biofertilizantes bacterianos. La Habana: Científico-Técnica. p. 63 – 70.

Martínez-Viera, R.; Dibut, B. y Ríos, Yoania. 2010. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. Cultivos Tropicales. 31 (3) : 27-31.

Mesa, J. R. 2016. Efecto de un biopreparado de producción local a base de microorganismos eficientes sobre diferentes cultivos en la provincia de Cienfuegos. En: IV Convención Internacional de Agordesarrollo. Cuba. (CD).

MINAGRI. 2000. Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. ACTAF. La Habana, Cuba. p 47 - 69.

Montero, S. M.; Singh, B. K. y Taylor, R. 2006. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de Costa Rica. *Tierra Tropical*. 2 (1) : 27-37.

Moon, Y. H.; Lee, K. B.; Kim, Y. J. and Koo, Y. M. 2011. Current Status of EM (Effective Microorganisms) Utilization. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*. 26 (5) : 365-373.

Moya, J. C. 2012. Cómo hacer microorganismos eficientes [en línea]. Disponible en: <http://fun-dases.com/p/solbac.html>. [Consulta: abril, 5 2018].

Mujica, Yonaisy.; Mena, Aracely.; Medina, Aida y Rosales, P. 2014. Respuesta de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la biofertilización líquida con *Glomus cubense*. *Cultivos Tropicales*. 35 (2) : 21-26.

Muñoz, L. 2016. Bioestimulantes Agrícolas para unas plantas más sanas [en línea]. Disponible en: [www.agrohuerto.com/bioestimulantes.agricolaspara.plantassanas](http://www.agrohuerto.com/bioestimulantes.agricolaspara.plantassanas). [Consulta: abril, 25 2018].

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

Olle, M. 2015. Influence of Effective Microorganisms on the growth and nitrate content of vegetable transplants. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 2 (1) : 25-28.

Pajarito-Ravelero, A. y Ibarra-Flores, J. M. 2012. Uso de biofertilizantes en la producción de grano y forraje de maíz en Durango. Libro técnico Núm. 7. Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. México.

Pedarza, R. O.; Teixeira, Kátia R. S.; Fernández, Ana; García de Salamone, Inés Bacca, T.; Azcón, Rosario; Vera L. D. B. y Bonilla, Ruth R. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 11 (2) : 155-164.

Peña, Maida; De Zayas, María y Rodríguez, Rosa. 2015. La producción científica sobre biofertilizantes en Cuba en el período 2008 – 2012: Un análisis bibliométrico de las cubanas. Cultivos Tropicales 36 (1) : 44 – 54.

Pilates, M. 2008. Tecnología de los microorganismos eficientes [en línea]. Disponible en: [delivery www.martinguidofitness.com](http://www.martinguidofitness.com) [Consulta: febrero, 22 2018].

Ramírez, I. y Blanco, D. 2009. Estudio de la inclusión de microorganismos benéficos en el control de las emisiones de amoníaco presentes en las excretas avícolas en la Granja San Vicente, de la provincia El Oro, Ecuador. En: Congreso Agrociencia. Habana, Cuba. (CD).

Ramírez, R. y Pérez, M. 2006. Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.). Facultad Nacional Agronomía-Medellín. 59 (2) : 3543-3556.

Recompenza, C. y Angarica, Lidia. 2003. Introducción a la Economía Agrícola. Universidad Agraria de La Habana. p. 122.

Rodríguez Nodals, A.; Rodríguez Manzano, A.; Sánchez, A.; Prat, A.; Rodríguez, A.; Fresneda, J.; Benítez, M.; Carrión, M.; Fraga, N.; Barrios, O.; Avilés, R.; Quintero, S. y Chávez, T. 2002. Manual Técnico para la Producción de Semillas en la Agricultura Urbana. Parte II. Hortalizas y Propágulos. Edición INIFAT (Instituto de Investigaciones en Agricultura Tropical). Ciudad de la Habana, Cuba. p 62 – 63.

Rodríguez, J. 2010. Policultivos: Asociación de hortalizas en cultivo ecológico. Estación Experimental Agraria (IVIA)-ELCHE. Alicante. 12 p.

Rodríguez, M. 2009. Microorganismos Eficientes (EM) [en línea]. Disponible en: <http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20manuel%20r..pdfi> [Consulta: marzo, 15 2018].

Saintmartin, R. 2007. Microorganismos efectivos EM, Que son [en línea]. Disponible en: <http://www.emyucatan.com> [Consulta: abril, 7 2018].

Sakalauskaitė, J.; Brazaitytė, A.; Sakalauskienė, S.; Urbonavičiūtė, A.; Samuolienė, G.; Šabajevienė, G. and Duchovskis, P. 2009. Impact of climate change factors radish growth and photosynthetic pigments. *Journal of Sodininkystė ir Darž ininkystė*. 28 (4) : 131-139.

Salgado-García, S. y Núñez-Escobar, R. 2010. Manejo de fertilizantes Químicos y Orgánicos. Colegio de Posgraduados. Mundi-Prensa. México.

Santillana, V. N. 2006. Producción de biofertilizantes utilizando *Pseudomonas* sp. *Ecología Aplicada*. 1 (2) : 87-91.

Saxena, J.; Rawat, J. and 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*. DOI: 10.1080/00103624.2016.1243708.

Schlatter, D.; Fubuh, A.; Xiao, K.; Hernandez, D.; Hobbie, S. and Kinkel, L. 2009. Resource Amendments Influence Density and Competitive Phenotypes of *Streptomyces* in Soil. *Microbial Ecology*. 57 : 413-420.

Shuichi, O. 2009. Red de Agricultura Natural para la Región Asia/Pacífico. (APNAN). Manual de Aplicación. Traducción del manual editado por EM technologies Inc. [en línea] Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/apnan/apnan.html> [Consulta: febrero, 22 2018].

Sianeh Zawolo, Gaydou. 2015. Evaluación de biofertilizante a base de biopreparado de microorganismos nativos (ME) en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*, L), en condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Silva, M. 2009. Microbiología General [en línea]. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html> [Consulta: febrero, 22 2018].

Sousa, C.; Fermino, A. and Garrido, M. 2008. Characterization of *Streptomyces* with potential to promote plant growth and biocontrol. *Scientia Agricola*. 65 (1) : 50-55.

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

Terry, E.; Ruiz, Josefa; Tejeda, Tamara y Díaz, María 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.

Tomich, T.; Brodt, S.; Ferris, H.; Galt, R.; Horwath, W. R.; Kebreab, E.; Leveau, J. H.; Liptzin, D.; Lubell, M.; Merel, P.; Michelmore, R.; Rosenstock, T.; Scow, K.; Six, J.; Williams, N. y Yang, L. 2011. Agroecology: A review from a global-change perspective. *Annual Review of Environment and Resources*. 36 : 193-222.

Torrientes, D. 2010. Aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de la caña de azúcar. Perspectiva de su uso en Cuba. Cultivos Tropicales. 31 (1) : 19-26.

Uwe, R. 2007. The EM use manual in hotel and restaurants. AGEARTH, Yucatán, México. p. 4

Vidal, A. 2005. Enciclopedia básica visual. Editorial: Océano. Tomo VIII. p 37- 44.

Vitorino, B.; Vitorino, D.; Vitorino, T.; Vitorino, E.; Vitorino, J. y Villegas, T. 2010. Cultivo de hortalizas ecológicas en cajas organopónicas. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco. Cusco, Perú. p. 54 - 59.

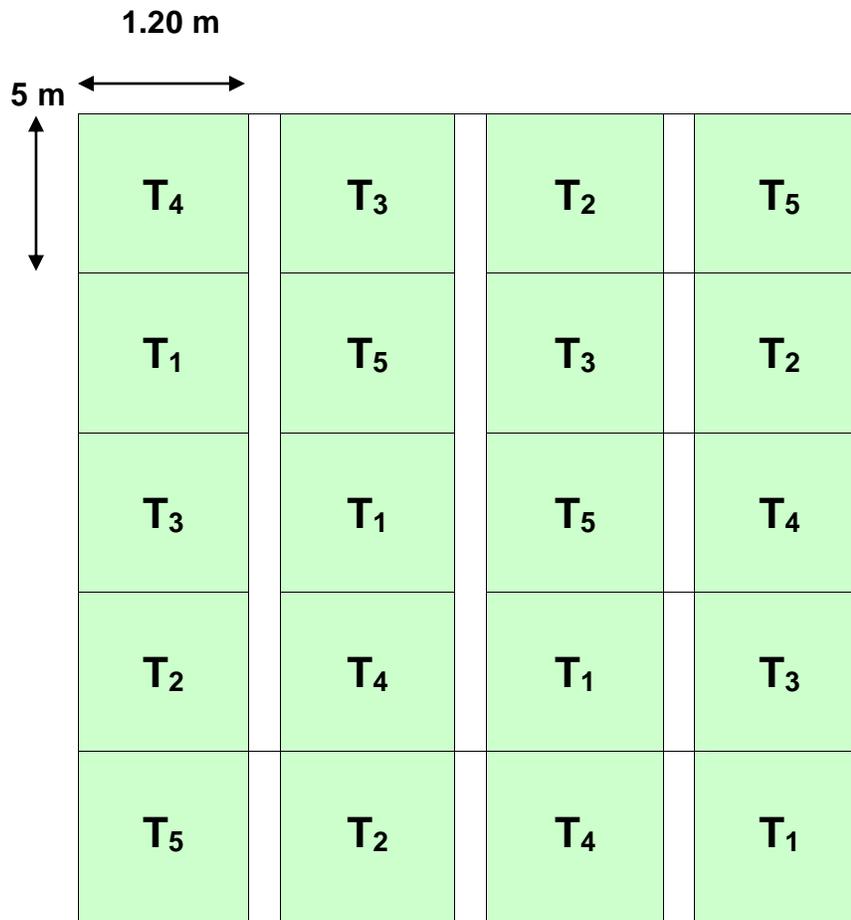
Young, C. E.; Cheol, S. T.; Lee, S. G.; Cho, H. I. and Stangoulis, J. 2011. Growth and physiological responses of Chinese cabbage and radish to long-term exposure to elevated carbon dioxide and temperature. Horticulture, Environment and Biotechnology. 52 (4) : 376-386.

Zhao-Liang, Lu; Li-wang, Liu; Xiao-yan Li; Yi-gin Gong; Xi-lin Hou; Xian-wen Zhu; Jin-lan Yang and Long-Zhi Wang. 2008. Analysis and Evaluation of Nutritional Quality in Chinese Radish (*Raphanus sativus* L.). Agricultural Sciences in China. 7 (7) : 823-830.

Zhou, Q.; Li, K.; Jun, X. and Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology. 100 : 3780-3786.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Diseño experimental Bloque al azar.



#### Leyenda:

T<sub>1</sub> = Control.

T<sub>2</sub> = Microorganismos eficientes a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante.

T<sub>3</sub> = Microorganismos eficientes a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante.

T<sub>4</sub> = Microorganismos eficientes a 8 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.

T<sub>5</sub> = Microorganismos eficientes a 10 mL.m<sup>-2</sup> en el momento del trasplante y a los 15 días de efectuado el mismo.