



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS.
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA.**

TRABAJO DE DIPLOMA

**Título: Evaluación de la aplicación foliar de
productos naturales en el cultivo de la zanahoria
(*Daucus carota*, L), en condiciones de
organopónico.**



Autor: Lia Vanessa Céspedes León.

Tutor: MsC. Dania Bárbara Nuñez Sosa.

DrC. Enildo Abreu Cruz.

Curso 2017 – 2018.

Pensamiento.

(...) la agricultura es la que alimenta al hombre, es la que no solamente alimenta, sino que viste y calza al hombre (...)

Fidel Castro Ruz



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”

Declaración de Autoridad.

Declaro que yo, Lia Vanessa Céspedes León, soy la única autora de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas “Sede Camilo Cienfuegos” a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma:

Dedicatoria.

- Primero a la memoria de mi abuelo Emilio Martín León Hidalgo, por confiar siempre en mí y por ser mi motor impulsor en mi decisión por continuar esta carrea.
- A mi mamá, Idanis León Rodríguez por estar siempre en todos los momentos de mi vida, por su amor, cariño y apoyo incondicional siempre que lo he necesitado.
- A mi papá, Luis Augusto Céspedes Lantigua por su amor y cariño a pesar de la distancia.
- A mi padrastro Leobel Domínguez Rodríguez y a su familia por su cariño infinito.
- A mi abuela Pilar Rodríguez Alfonzo y a mis hermanos Jhan Carlos, Litz Mauren, Luis Lorenzo y el pequeñito Luis Ernest por su amor en cada momento de mi vida.
- A cada uno de los miembros de mi familia por estar a mi lado cuando más los he necesitado.
- A mi esposo Jesús Manuel León Vidal y a su familia por su cariño, apoyo y comprensión en todo momento.
- A mis tutores la Msc. Dania Núñez Sosa y Drc. Enildo Abreu Cruz por su tiempo y dedicación durante la elaboración de este trabajo.

Agradecimientos.

- Primero expreso mis agradecimientos a mi abuelo Emilio Martín, quien permanece en mi corazón en cada momento y quien fue mi motor impulsor por continuar esta carrera.
- A toda mi familia por su amor, cariño y apoyo incondicional en cada uno de los momentos de mi vida.
- A todos mis compañeros de aula por su amistad y cariño durante estos cinco años de estudio.
- A todos los profesores de la facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Sede "Camilo Cienfuegos", por su preocupación y apoyo en cada momento que lo he necesitado en el transcurso de estos cinco años.

Opiniones del Tutor.

Producir hortalizas frescas de manera sostenible constituye una de las metas del estado cubano para garantizar la alimentación balanceada de la población, viéndose afectada la misma por los deficientes ingresos de materia orgánica en áreas de organopónicos.

El Trabajo de diploma: Evaluación de la aplicación foliar de productos naturales en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*, L), en condiciones de organopónico desarrollado por la estudiante Lia Vanessa Céspedes León presenta gran importancia por la eficacia que constituye el empleo de bioestimuladores en la Agricultura Urbana para compensar el deficiente ingreso anual de materia orgánica en relación a los niveles recomendados, lo que permite la estabilidad e incremento de la producción, garantizando la oferta de hortalizas frescas a la población durante todo el año.

Debemos destacar que tanto en la etapa de montaje del experimento, conducción, cosecha y conformación del documento final la estudiante demostró laboriosidad, seriedad, independencia y responsabilidad que le permitieron cumplir satisfactoriamente los objetivos propuestos y aportar valiosos resultados sobre el funcionamiento y las potencialidades que brindan estas unidades de producción.

La presentación y fundamentación de los resultados se corresponden con la metodología establecida para la elaboración del Trabajo de Diploma en la facultad de Ciencias Agropecuarias.

Por lo antes expuesto se propone que este trabajo sea aceptado por el tribunal y que el mismo sea evaluado tomando en consideración su defensa y se le otorgue a la estudiante el título de Ingeniero Agrónomo.

MSc: Dania Bárbara Núñez Sosa.

Resumen.

La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de productos naturales foliares en el crecimiento del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L), variedad New kuroda, en condiciones de organopónico, para lo cual se realizó un experimento en áreas del organopónico perteneciente a la Granja Urbana, ubicado en la Universidad de Matanzas, en el municipio y provincia de igual nombre. Se estudiaron cuatro tratamientos (Control, Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL. m⁻², Aplicación de Plantos verde en dosis de 4 kg . ha⁻¹ y Aplicación de biopreparado a base de microorganismos nativos (ME + Plantos verde), asperjado a los 20; 40 y 60 días posteriores a la siembra. Los datos compilados fueron procesados mediante un análisis de varianza, clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$ auxiliándonos del paquete estadístico Statgraphics, versión 5.0. Los resultados obtenidos, sugieren que las aplicaciones simples y combinadas de biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) y Plantos verde, influyeron positivamente en el rendimiento y sus componentes y en las determinaciones bioquímicas realizadas, resultando en todos los casos superiores al tratamiento control, mientras que el análisis de factibilidad económica de la aplicación foliar de productos naturales, mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia en todos los tratamientos evaluados.

Palabras claves: Microorganismos nativos, Plantos verde, rendimiento, zanahoria.

Índice.

1. Introducción.....	1
2. Problema.....	2
3. Hipótesis.....	3
4. Objetivos.....	4
4.1. Objetivo General:.....	4
4.2. Objetivos específicos:.....	4
5. Revisión bibliográfica.....	5
5.1 El cultivo de zanahoria (<i>Daucus carota</i> , L.).....	5
5.1.1 Origen.....	5
5.1.2 Importancia económica y distribución geográfica.....	5
5.1.3 Valor nutritivo.....	6
5.1.4 Taxonomía.....	7
5.1.5 Descripción morfológica.....	7
5.1.5.1 Sistema radical.....	7
5.1.5.2 Tallo.....	9
5.1.5.3 Hojas.....	9
5.1.5.4 Inflorescencia y flores.....	9
5.1.5.5 Fruto y semilla.....	9
5.1.6 Exigencias ecológicas.....	10
5.1.6.1 Temperatura.....	10
5.1.6.2 Luz.....	10
5.1.6.3 Humedad del suelo.....	10
5.1.7 Variedades comerciales.....	10
5.1.8 Manejo Agronómico.....	11
5.1.8.1 Siembra.....	11
5.1.8.2 Riego.....	11
5.1.8.3 Cosecha, manipulación y rendimiento.....	12
5.1.8.4 Plagas y enfermedades.....	12
5.1.8.5 Fitotecnia.....	13
5.1.8.6. Atenciones culturales.....	13
5.2. Biofertilizantes o Abonos Orgánicos.....	13
5.2.1 Características y beneficios de los biofertilizantes o abonos orgánicos.....	17
5.2.2 Ventajas y beneficios del uso de biofertilizantes o abonos orgánicos.....	18
5.3 Fertilizante ecológico “Plantos verde”.....	19

5.3.1 Características del producto.....	20
5.3.2 Aplicación.....	20
5.3.3 Modo de acción.....	21
5.4 Microorganismos Eficientes (ME).....	23
5.4.1 Antecedentes. Definición.....	23
5.4.2 Mecanismo de acción.....	25
5.4.3 Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.....	26
5.4.3.1 Levaduras.....	26
5.4.3.2 Actinomicetos.....	27
5.4.3.3 Hongos de Fermentación.....	27
5.4.4 Efectos de los Microorganismos Eficientes.....	27
5.4.4.1 Semilleros.....	27
5.4.4.2 Plantas de cultivo.....	27
5.4.4.3 Suelos.....	28
6. Materiales y Métodos.....	30
6.1 Caracterización de los tratamientos.....	31
6.2 Evaluaciones realizadas.....	33
6.2.1 Determinación del contenido de proteínas solubles totales.....	33
6.2.2 Determinación del contenido de carbohidratos totales.....	33
6.2.3 Contenido de azúcares reductores.....	33
6.3 Análisis Estadístico.....	33
6.4 Evaluación Económica.....	34
7. Resultados y Discusión.....	35
7. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones.....	48
10. Bibliografía.....	49
11. Anexos.....	61

1. Introducción.

La seguridad alimentaria a nivel global demanda una mayor producción de alimentos para abastecer la creciente demanda provocada por el incremento de la población (Salgado y Núñez, 2010).

Actualmente el crecimiento de la población hace que la demanda de alimentos sea mayor, por lo que los productores deben buscar la forma de aumentar y acelerar los procesos de producción para poder suplir dicha demanda. El problema a que esto conlleva es de tipo ambiental y agrícola pues se está presentando un acelerado deterioro de los suelos por la presencia de monocultivos y del uso de fertilizantes e insecticidas químicos, esto sin contar el factor económico que afecta directamente el bolsillo del campesino productor por los altos costos de los abonos químicos y al ambiente porque se están convirtiendo suelos fértiles en suelos degradados biológica y económicamente (Arias, 2010).

Pernasetti, Susana y Di Bárbaro, Gabriela (2012) plantean que desde los años 70 vienen desarrollándose las investigaciones sobre microorganismos del suelo que promueven el crecimiento de las plantas, lo que ha llevado a la aplicación de técnicas de fertilización “no contaminantes” para aumentar el rendimiento de los cultivos, estos son los llamados Biofertilizantes.

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que viven normalmente en el suelo aunque en poblaciones bajas y que al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de las sustancias nutritivas que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales o promotoras del crecimiento.

2. Problema.

Disminución del rendimiento de la zanahoria en los canteros de organopónico por limitaciones con el ingreso anual de materia orgánica.

3. Hipótesis.

Si realizamos aplicaciones de productos naturales foliares en áreas de organopónico, pudiéramos estimular el crecimiento vegetativo e incrementar el rendimiento del cultivo de la zanahoria.

4. Objetivos.

4.1. Objetivo General:

Evaluar el efecto de la aplicación de productos naturales foliares en el crecimiento del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota L*), en condiciones de organopónico.

4.2. Objetivos específicos:

1. Evaluar la respuesta del rendimiento y sus componentes a la aplicación foliar de productos naturales en el cultivo de la zanahoria.
2. Determinar los indicadores bioquímicos en el cultivo de la zanahoria con la aplicación foliar de productos naturales.
3. Determinar la efectividad económica de la aplicación foliar de productos naturales en condiciones de organopónico.

5. Revisión bibliográfica.

5.1 El cultivo de zanahoria (*Daucus carota*, L.).

5.1.1 Origen.

Ipcedios707 (2013) argumenta que gracias a pinturas e históricos documentos, se sabe que las zanahorias existen por lo menos desde hace 5 mil años y que no siempre fueron consideradas un alimento. En un inicio, las zanahorias eran cultivadas con fines medicinales y se utilizaban para tratar varias enfermedades.

La zanahoria es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde la antigüedad por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color violáceo. El cambio de éstas a su actual color naranja se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que han sido base del material vegetal actual.

Al respecto, Martínez y Fernández (2002) señalan que la zanahoria es originaria de Eurasia.

El cultivo de la zanahoria es una planta herbácea, anual o bianual, las hojas nacen de la corona y la raíz es muy carnosa y es el órgano que se utiliza como alimento. Muy rica en pro-vitamina A y carotenos.

5.1.2 Importancia económica y distribución geográfica.

La zanahoria es un cultivo hortícola tradicional, su importancia alimenticia está relacionada al hábito de su consumo y al hecho de ser la principal fuente de pro-vitamina A. El cultivo de zanahoria se efectúa en grandes escalas con importante mecanización como también en pequeñas superficies; la tecnología de producción difundida es diversa, repercutiendo sobre la calidad y el rendimiento. El rendimiento promedio mundial es de 22,4 t .ha⁻¹, aunque se destacan países como Holanda, España, Inglaterra y EEUU con rendimientos medios entre 50 - 40 t/ha. En América del Sur el rendimiento promedio es de 20 t .ha⁻¹ (Gaviola, 2013).

El cultivo de la zanahoria ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie, como en producción, se cultiva en todo el mundo y su producción mundial es de alrededor de 12 millones de toneladas. Asia es el mayor productor seguida por Europa y EE.UU.

En la Unión Europea está presente de manera significativa, sus países miembros producen 2,5 millones de toneladas. Los principales exportadores son los Países Bajos, Italia y España y los principales importadores son Gran Bretaña y Alemania. (Sangiaco, 2005).

5.1.3 Valor nutritivo.

Las cualidades nutritivas de las zanahorias son importantes, especialmente por su elevado contenido en beta-caroteno (precursor de la vitamina A), pues cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A. En general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas. El valor nutricional de la zanahoria según Serre (2010) se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Valor nutricional de la zanahoria.

Valor nutricional de la zanahoria en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	88.6
Carbohidratos (g)	10.1
Lípidos (g)	0.2
Calorías (cal)	40
Vitamina A (U.I.)	2.000-12.000 según variedades
Vitamina B1 (mg)	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.06
Vitamina B6 (mg)	0.19
Vitamina E (mg)	0.45
Ácido nicotínico (mg)	0.64
Potasio (mg)	0.1

La calidad nutricional de las raíces es tan importante como el rendimiento, el color de las raíces, causado por diversos pigmentos, es una de las principales características que determinan la calidad, ya que cuanto más intensa es la coloración naranja, mayor contenido de carotenos tiene la raíz, la variabilidad existente entre variedades de zanahoria va desde 80 ppm hasta 400 ppm de carotenos (Gaviola, 2013).

El consumo fresco es necesario para aprovechar todos los beneficios nutricionales. Este es en ensaladas, sopas, cremas, comidas típicas y jugos. En la industria de alimentos se puede producir mermeladas, jugos, helados, dulces, mieles de zanahorias, etc. (Bejo, 2009).

5.1.4 Taxonomía.

División: *Macrophyllrophyta*.

Subdivisión: *Magnoliophytina*.

Clase: *Paeonopsida*.

Orden: *Araliales*.

Familia: *Apiaceae*.

Género: *Daucus*.

Especie: *Daucus carota*, L.

5.1.5. Descripción morfológica.

5.1.5.1 Sistema radical.

Presenta un sistema de raíces muy desarrollado y ramificado, de la raíz principal brotan las raíces secundarias. El engrosamiento de la parte superior de la raíz principal da lugar a la raíz carnosa u órgano de consumo de esta especie, donde se acumulan las sustancias nutritivas.

La forma de la raíz en las distintas variedades puede ser muy diversos, las hay cilíndricas, cónicas entre otras. Estructuralmente la raíz carnosa de la zanahoria está formada por la corteza o floema, el cilindro central o xilema y en el límite entre ambos está el cambium (Huerres y Caraballo, 1996).

Presenta una raíz pivotante, de tamaño y color variables, presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Al realizar un corte transversal se distinguen dos zonas bien definidas, una exterior constituida principalmente por el floema secundario y otra interior formada por el xilema y médula (Padilla, 2005).

El sistema radicular consta de una raíz principal pivotante de reserva la que se considera como órgano de consumo. Sin embargo hay que aclarar que además, esta raíz consta de una parte del hipocotilo que se ensancha y tiene un crecimiento similar al de la raíz primaria. También presenta numerosas raíces secundarias las que tienen función de absorción. La raíz primaria se elonga rápidamente a la posgerminación, alcanzando su largo máximo típico del cultivar (variable entre 3 y 30 cm), que normalmente se produce después de los 55 a 60 días de sembrado. Posteriormente se inicia una etapa de engrosamiento y crecimiento celular, donde se almacena sacarosa y otros azúcares de reserva que se usan para reiniciar el crecimiento en la segunda temporada. A su vez, estas células contienen pigmentos como clorofila, carotenoides (alfa y beta), antocianina y licopeno, cuya presencia y concentración relativa determinan el color de las raíces, que varía desde blanco a púrpura, predominando el anaranjado en la mayoría de los cultivares (Gajewky et al., 2010).

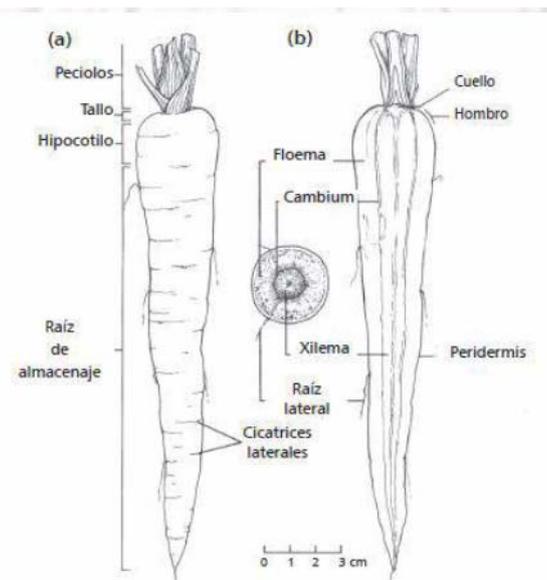


Figura 1. Anatomía de la raíz de la zanahoria: a) Vista longitudinal y b) Vista en cortes transversal y longitudinal. (Tomado de Gaviola, 2013).

5.1.5.2 Tallo.

El tallo es muy corto (1 a 2,5 cm de alto) durante el ciclo de producción de raíces engrosadas. Sobre este se agrupan las bases de las hojas formando una roseta o corona. El tallo floral es largo y ramificado (Hidalgo, 2008).

El tallo durante la etapa vegetativa se encuentra sumamente comprimido al ras del suelo, por lo tanto sus entrenudos no son visibles, en los nudos se encuentran las yemas que dan origen a la roseta de hojas, una vez que comienza la etapa reproductiva, los entrenudos del tallo se alargan y en su ápice se desarrolla la inflorescencia primaria, el tallo y las ramas son ásperos y pubescentes; una planta puede tener uno o varios tallos florales cuyo alto varía entre 60 y 200 cm (Gaviola, 2013). El tallo floral se desarrolla a partir de la yema central de la corona, alcanzando una altura de 1 a 1,5 metro (García, 2005).

5.1.5.3 Hojas.

Sus hojas son compuestas con los folíolos marcadamente hendidos y en algunos casos vellosas. De acuerdo con las distintas variedades, los peciolo pueden ser más o menos largos, y el color de las hojas pueden variar de verde claro a oscuro.

5.1.5.4 Inflorescencia y flores.

La inflorescencia está formada por umbelas compuestas que aparecen en posición terminal. Cada planta tiene una umbela primaria, que corresponde al tallo principal. Las sucesivas ramificaciones del tallo producen umbelas de segundo, tercero y hasta séptimo orden. Una umbela primaria grande puede tener hasta 50 umbélulas, y cada umbélula contener hasta 50 flores (Alessandro, 2013). Las flores tienen el ovario ínfero, son blancas con 5 pétalos y 5 estambres. La polinización es cruzada.

5.1.5.5 Fruto y semilla.

El fruto de la zanahoria es un esquizocarpio (2 o más carpelos unidos, separándose al madurar). Las semillas son pequeñas, convexas de un lado y planas del otro; presentan pequeños espinas en la parte convexa y su color generalmente es pardo claro. Debido a la capa dura que posee, su germinación se hace difícil y demorada.

5.1.6 Exigencias ecológicas.

5.1.6.1 Temperatura.

La temperatura óptima para que ocurra la germinación está entre 18 - 25°C, para el crecimiento de la raíz carnosa de 20 - 22 °C y para el crecimiento de las hojas de 23 - 25°C. Con temperaturas promedio inferiores a 10°C o superiores a 28°C, se reciente en forma muy marcada el color, produciéndose raíces muy descoloridas y con corazón leñoso de color amarillento, dándoles una muy pobre presentación, además de alteraciones en su forma (Seminis, 2003).

5.1.6.2 Luz.

Es una planta de día largo y exigente a la intensidad de la luz, aspecto este a tener presente en relación con la densidad de siembra. Si recibe autosombreo se forman raíces carnosas más pequeñas, con pobre contenido de sustancia nutritivas y de mal sabor.

5.1.6.3 Humedad del suelo.

La zanahoria es una planta que se adapta fácilmente a la falta de humedad del suelo, debido a las características de su sistema radical y a la estructura xeromórfica de sus hojas. Sin embargo sus exigencias en las diferentes fases de desarrollo no son iguales. Durante la fase de germinación, la capa superficial del suelo debe estar medianamente húmeda, posteriormente la fase de crecimiento inicial es muy lenta, su sistema radical es débil, por lo que se debe mantener una humedad adecuada y una vez que las plantas han crecido las exigencias son menores. Después de formadas las raíces carnosas no deben producirse oscilaciones de la humedad del suelo ya que un gran porcentaje de raíces se agrietan.

5.1.7 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 por cultivo 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. Así mismo el buen comportamiento de cada variedad sembrada en su época reduce o elimina la incidencia de enfermedades las cuales obligarían a tener que emplear distintos pesticidas químicos. Las variedades de zanahoria según la época de siembra se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Variedades comerciales según la época de siembra.

Época de Siembra	Sep - Oct	Nov - Dic	Ene – Feb	Mar – Abril
Variedades	NK -6	NK -6	NK -6	-
	New Kuroda	New Kuroda	New Kuroda	-
	CH-4	CH-4	CH-4	-
	Brasilia	Brasilia	Brasilia	Brasilia
	Kubanan	Kubanan	Kubanan	-

5.1.8 Manejo Agronómico.

5.1.8.1 Siembra.

Como regla general se usan entre 1 y 1,2 millones de semillas por hectárea; esto varía de acuerdo al ancho de la cama y el número de hileras, para fines prácticos se puede usar el parámetro de 30 semillas por metro lineal de hilera, la siembra es manual, aunque también se puede usar sembradora; normalmente se hace un surco de unos tres centímetros de profundidad, se coloca la semilla y se procede a tapar con algún material que no se compacte y guarde humedad; la densidad final que se desea en zanahoria es de 400,000 a 540,000 plantas por hectárea y la razón de tirar la cantidad de semilla mencionada (1 a 1,2 millones) es para asegurar que obtenemos esa población final (Lardizabal et al., 2007).

5.1.8.2 Riego.

En la mayoría de los organopónicos la técnica empleada es el microjet y el tiempo y el intervalo de riego se maneja de acuerdo a las exigencias del cultivo, en la mayoría de las especies se debe regar 2 veces al día, en la mañana y la tarde por espacio de 5 - 10 minutos hasta la cosecha, donde de acuerdo al cultivo se suspende o se establecen intervalos más amplios, evitando siempre

que se produzcan encharcamientos que puedan dañar seriamente el desarrollo de la planta y afectar la producción.

5.1.8.3 Cosecha, manipulación y rendimiento.

Huerres (2002) plantea que la zanahoria se debe cosechar entre los 90 y 110 días de la siembra, en dependencia de la variedad, se recomienda hacerse mazos y lavar bien las raíces carnosas antes de venderlas a los consumidores. Su rendimiento se enmarca entre los 2 - 3 Kg.m⁻¹.

La madurez de la zanahoria está directamente relacionada con la calidad. Sin embargo, la definición de madurez es también relativa según a qué aspecto nos referimos al hablar de ella. En términos de producción nos referimos a la madurez de cosecha, cuando la raíz se encuentra suficientemente desarrollada para ser recolectada. En términos bioquímicos, nos referimos a la madurez de consumo, es decir, el momento en que la raíz ha alcanzado la máxima acumulación de azúcares y caroteno. El estado de madurez de cosecha ideal viene dado de forma empírica, dependientes de muchos factores internos y externos a la planta, como el clima, época de siembra o variedad (Hidalgo, 2008).

5.1.8.4 Plagas y enfermedades.

Moscoso (2002) plantea que las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo son:

- Gusano de tierra (*Agrotis sp.*); corta el cuello de las plántulas emergidas y come brotes y hojas.
- Pulgones (*Aphis sp.*); produce amarillamientos, existen algunos que pueden atacar a las raíces.
- Mancha de la hoja (*Alternaria sp.*); produce manchas parduscas en los bordes de las hojas que se asemejan a quemaduras.
- Pudrición de raíces (*Fusarium sp.*); generan pudrición del producto comercial.

5.1.8.5 Fitotecnia.

A continuación se relacionan ciertos aspectos de la fitotecnia empleada en el cultivo de la zanahoria en condiciones de organopónico según MINAGRI (2000). (Observar tabla 3).

Tabla 3. Aspectos fitotécnicos del cultivo de la zanahoria en condiciones de organopónico.

Variedad	Época de siembra		Duración del ciclo Económico (días)	Distancia siembra	
	Normal	Óptima		Hileras (cm)	Plantas (cm)
New Kuroda	Sept – Feb	Nov –Enero	110 a 115	15	10
Brasilia	Sept – Feb	Octubre	90 a 100	15	10
Tropical CH -4	Sept – Feb	Octubre	90 a 100	4 hilera a 10cm	6 - 8
Tropical NK -6	Sept- Enero	Octubre	90 a 100	4 hilera a 10cm	6 - 8

5.1.8.6. Atenciones culturales.

En los organopónicos es indispensable realizar un conjunto de labores que propicien obtener los mayores rendimientos entre las que se encuentran el retrasplante, raleo o entesaque, la eliminación de plantas indeseables durante todo el ciclo vegetativo y el aporque en las plantas que así lo requieran.

5.2. Biofertilizantes o Abonos Orgánicos.

Los biofertilizantes son abonos orgánicos que se aplican vía foliar a los cultivos: se obtienen del proceso de fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno) de estiércol de vaca. Es un producto rico en fitohormonas que fortalecen el desarrollo, la distribución de las raíces y la floración de las plantas. Con este producto, se logra incrementar hasta el 30% en la producción agrícola, sin la utilización de agroquímicos (Aranda, 2011).

Vessey (2003) define los biofertilizantes como una sustancia que contiene microorganismos vivos que, al ser aplicada a semillas, superficies de plantas o suelo, coloniza la rizósfera o el interior de la planta y promueve su crecimiento

aumentando el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios. Así, el término biofertilizante se refiere a un producto que contiene microorganismos del suelo aplicados a plantas para promover su crecimiento.

En la actualidad, el suelo es uno de los recursos más vulnerables debido a su sobreexplotación, lo cual deriva en problemas como la erosión y una baja fertilidad natural. En consecuencia, esto afecta directamente la productividad de los cultivos, la capacidad de trabajo y la posibilidad de establecer sistemas productivos sustentables (Rueda-Puente et al., 2015). Adicionalmente, la sobreexplotación ha conllevado el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos, otro problema que trae consecuencias ambientales importantes. Esto ha hecho que la agricultura se enfoque en buscar soluciones a estas problemáticas, y para ello se están usando diversos microorganismos para suplir la necesidad de nutrientes que fertilicen el suelo (Pereg y McMillan, 2015; Pereira y Castro, 2014). Estos microorganismos son llamados biofertilizantes o bioinoculantes.

Las prácticas agrícolas y el aumento de la demanda mundial de alimentos han afectado el medioambiente, especialmente la calidad del suelo en términos de su calidad y equilibrio ecológico (Malusá, Pinzari y Canfora, 2016). Esto ha fomentado la creación de nuevas opciones para las prácticas agrícolas, de forma que estas tiendan a ser: 1) menos invasivas para el ambiente, 2) más baratas que las convencionales, 3) capaces de aumentar la eficiencia a bajo costo, 4) capaces de obtener mejores características en las cosechas, y 5) fáciles de usar e implementar sin requerimientos técnicos excesivos (Carvajal-Muñoz y Carmona-García, 2012). En este sentido, las biotecnologías como la biofertilización han surgido como una alternativa para minimizar los impactos ambientales y aprovechar mejor los recursos disponibles en el campo.

Los biofertilizantes han emergido como una panacea para la agricultura orgánica y sostenible. Con ellos, se busca incrementar el número de microorganismos beneficiosos en el suelo con respaldo científico para lograr la sostenibilidad en la agricultura (Sahu y BrahmaPrakash, 2016).

Las cepas individuales o los consorcios microbianos son conocidos como bioinoculantes, que puede ser el sinónimo más preciso para los biofertilizantes. A partir del conocimiento sobre la función de los microorganismos, se pueden crear bioinoculantes para diversos tipos de suelo y sistemas de cultivo (Roesti et al., 2006; Ahmad, Uddin, Ahmad e Islam, 2013).

Los biofertilizantes pueden ayudar a aliviar las tensiones ambientales y de seguridad alimentaria, siempre y cuando se identifiquen y se transfieran a los microorganismos útiles como las *Risobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal* (pgpr). Sin embargo, la falta de protocolos mejorados para la aplicación de biofertilizantes en el campo es una de las pocas razones por las cuales muchas pgpr útiles tan solo son conocimiento de ecólogos y agricultores. Sin embargo, los avances en tecnologías relacionadas con la ciencia microbiana, las interacciones planta-patógeno y la genómica ayudarán a optimizar los protocolos requeridos. Así pues, el éxito del desarrollo científico de los biofertilizantes depende del desarrollo de estrategias innovadoras relacionadas con las funciones de las pgpr y su correcta aplicación en el campo de la agricultura. El principal desafío en esta área de investigación es identificar diversas cepas de pgpr y conocer sus propiedades funcionales para la explotación en la agricultura sostenible (Bhardwaj, Ansari, Sahoo y Tuteja, 2014). Aquí existe un gran potencial de investigación y desarrollo del que se pueden ocupar los científicos y los bioingenieros.

Existe evidencia de que el uso de biofertilizantes podría ayudar al impulso económico de los países subdesarrollados. Por ejemplo, en México muchos agricultores a escala pequeña ya están aplicando en sus cultivos biofertilizantes producidos a partir de los microorganismos activos endógenos. En esos cultivos se han encontrado resultados positivos en cuanto al mejoramiento de la productividad de la tierra. Esto facilita la comprensión de las ventajas de los biofertilizantes entre los campesinos, además de los desafíos y oportunidades que enfrentan las zonas rurales y las conexiones entre la participación de las empresas, la academia y el Gobierno en la planificación y gestión de estas innovaciones (Barragán-Ocaña y Valle-Rivera, 2016).

La aplicación de materia orgánica y otras fuentes alternativas de nutrición, pueden mantener la fertilidad del suelo y renovar las extracciones realizadas por las cosechas (Saborit et al., 2013). Las prácticas agroecológicas, que incluyen el uso de abonos orgánicos buscan complementar la nutrición mineral a fin de mejorar la fertilidad del suelo y con ello el desarrollo vegetativo de las plantas que garantice producciones sostenibles (Armenta et al., 2010).

En tal sentido, Martínez et al., (2012) sostienen que la agricultura orgánica ha experimentado un crecimiento continuo desde la década de los años 80, momento en el cual el uso de abonos orgánicos se perfiló como una alternativa al modelo de producción de la Revolución Verde, llegando a ocupar actualmente cerca del 2% del área destinada a la producción de alimentos en el mundo.

Para Suquilanda (2014) la agricultura orgánica ha tomado gran importancia a nivel mundial, por el interés de la población en consumir alimentos sanos y saludables.

La fertilización orgánica puede realizarse en cultivos de ciclo corto (hortalizas y granos), así como en cultivos bianuales y perennes (banano, café, cacao y frutales). La cantidad a aplicar depende de los resultados de los análisis que tendrán que practicarse al suelo y de los requerimientos nutricionales de los cultivos (Pérez et al., 2008).

En las últimas dos décadas son muchos los bioestimulantes que se han utilizado en la agricultura mundial, mismos que permiten minimizar el uso de fertilizantes minerales convencionales, superar las situaciones de estrés de las plantas a las condiciones adversas del medio ambiente, favorecer el crecimiento y desarrollo vegetal e incrementar el rendimiento agrícola (Velazco y Fernández, 2002; Ruiz et al., 2007).

La fertilización biológica se basa en el uso de insumos naturales (abonos orgánicos, compostas, biosólidos y microorganismos como hongos y bacterias) para mejorar la absorción de nutrimentos, producir estimulantes de crecimiento

para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes y favorecer sinergias microbianas, entre otros aspectos. Además, el uso de dichos insumos permite mejorar la productividad por área cultivada en corto tiempo, usar cantidades menores de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el control biológico de fitopatógenos (Bouajila y Sanaa, 2011; Carvajal y Mera, 2010). Los abonos orgánicos tienen el potencial de ser una fuente de nutrientes económica y de gran eficacia en la nutrición de los cultivos.

El efecto benéfico de la fertilización biológica posee además repercusiones favorables al reducir las necesidades de fertilizantes sintéticos; por lo tanto, conocer los efectos comparativos en los cultivos es importante (Rojas & Ortuño, 2007; Xiang, Zhao, Xu, Qin y Yu, 2012).

5.2.1 Características y beneficios de los biofertilizantes o abonos orgánicos.

Según Restrepo (2010), los biofertilizantes son abonos líquidos con altos contenidos de energía equilibrada elaborados a base de estiércol de ganado bovino mezclado con agua, melaza, suero y ceniza. Algunas veces también se emplea la utilización de sales minerales como sulfato de magnesio, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros. El estiércol de vaca es el principal inóculo de microorganismos para el proceso de fermentación, en este se encuentran altas poblaciones de *Bacillus subtilis* que son bacterias antagonicas de microorganismos patógenos que afectan los cultivos (Swain et al., 2008). El contenido de nutricional de los biofertilizantes dependerá de la diversidad de materiales con que sean elaborados.

Los biofertilizantes se basan en una fórmula de microorganismos vivos que son beneficiosos tanto para la planta como para el suelo. Se pueden aplicar en la semilla, la raíz o el suelo. Su principal objetivo es movilizar la disponibilidad de nutrientes con base en su actividad biológica, ayudar a recuperar la microbiota perdida y, a su vez, mejorar la salud del suelo en general (Ismail, Walids, Salahy y Fadia, 2014). En consecuencia, los biofertilizantes han mostrado un gran potencial como recurso renovable y respetuoso del medioambiente y son

una fuente importante de nutrientes para las plantas. Por ello, forman parte del Manejo Integrado de Nutrientes (MIN) y el Sistema Integrado de Nutrición Vegetal (SINV) (Raghuwanshi, 2012). Los biofertilizantes se producen mediante un cultivo natural y además son inofensivos para los seres humanos. (Mishra y Dash, 2014).

Los biofertilizantes pueden ser de gran importancia económica, ya que podrían reemplazar parcialmente a otros productos agroquímicos que son costosos. Por último, el desarrollo de biofertilizantes responde a la demanda creciente de prácticas agrícolas más respetuosas con el medioambiente y sostenibles (Bhattacharjee y Dey, 2014).

La aplicación de abonos orgánicos cada día se vuelve una alternativa más viable para la producción hortícola, por su carácter amigable tanto para la salud humana como para el medio ambiente (Tüzel et al., 2004).

5.2.2 Ventajas y beneficios del uso de biofertilizantes o abonos orgánicos. Ventajas del uso de abonos orgánicos reportados por Sánchez (2011).

Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, mejoran la capacidad de absorber el agua.
- Suelen necesitar menos energía, no la necesitan para su fabricación y suelen utilizarse cerca de su lugar de origen. Sin embargo algunos abonos pueden necesitar un transporte energéticamente costoso como guano de murciélago de Tailandia o el de aves marinas de islas sudamericanas.

Beneficios del uso de abonos orgánicos reportados por Sánchez (2011).

- Desde el punto de vista orgánico mejora el nivel de fertilidad del suelo.
- Mejora la estructura del suelo, aumenta el espacio de poros.
- Aumenta entre 20 y 50% la capacidad de retención de agua.
- Impide la erosión del suelo y reduce el peligro de inundaciones.

- Evita el endurecimiento de la tierra superficial después de una lluvia torrencial.
- Permite la multiplicación de la población microbiana.
- Por la buena estructura del suelo se puede arar más profundo sin peligro.
- No se forman capas duras.
- Las máquinas pesadas no endurecen tanto el suelo.
- Al ser suelos oscuros absorben mejor el calor y hacen germinar antes las semillas.
- Al haber acumulado agua en su estructura, no hay tanto polvo y se puede arar en épocas de tiempo seco sin correr riesgos de que se lo lleve el viento.
- De un suelo orgánico se puede extirpar mejor las malezas.
- Al preparar compost se matan patógenos y semillas no deseadas.
- Hay menos riesgos de malas cosechas.
- Hay menos enfermedades en las plantas.
- Se reduce al mínimo las amenazas de insectos.
- Los alimentos tienen mejor sabor y son más tiernos.
- Mejora en la salud humana.

5.3 Fertilizante ecológico “Plantos verde”.

A través del inventor croata Tihomir Lelas en los años 90, con la invención del tratamiento tribomecánico de materiales naturales, fue creado un fertilizante de hoja ecológico denominado "Herbagreen" (Plantos verde).

Este producto que también se reconoce bajo los nombres comerciales de "Megagreen", "Megaverde" y "TMAC" ha sido comercializado en los cinco continentes con buenos resultados hasta la fecha. Se ha aplicado a diferentes cultivos como son: uva, manzana, pera, cereza, ciruela, fresa, tomate, pepino, zanahoria y también en cultivos agrícolas tales como trigo, cebada, maíz, arroz, y también con los cultivos de *Jatropha* y palmeras (Melgar, 2004).

5.3.1 Características del producto.

GmbH – Megamin (2008) citó que Megagreen es un producto completamente mineral, no tóxico y completamente inofensivo con el medio natural. Esto ha sido posible gracias a un invento con patente internacional llamado “activación tribomecánica”. Mediante este proceso se obtienen micropartículas de calcita con un tamaño entre 1 y 25 pm, que penetran directamente en el interior de la hoja. La descomposición gradual de la calcita en el interior de la hoja resulta en una atmósfera enriquecida con dióxido de carbono, similar a un invernadero enriquecido con CO₂.

“Plantos verde” es muy asimilable por las plantas (hasta un 85%) y posee un pH muy estable (Dragan, 2008). En la Tabla 3 se muestra el contenido del preparado.

Tabla 4. Composición mineral de “Plantos verde” (Herbagreen, 2008).

CaO - 44,10%	Zn - 60 mg/kg
MgO - 2,20%	Cu - 22,50 mg/kg
Fe ₂ O ₃ - 1,20%	Pb - 11,50 mg/kg
Al ₂ O ₃ - 0,70%	Ni - 3,30 mg/kg
SiO ₂ - 9,10%	Cr - 3,25 mg/kg
SO ₄ - 0,11%	Cd - 0,8 mg/kg
Mn - 132 mg/kg	Hg - restos mg/kg

“Plantos verde” está compuesto por calcita, la cual puede ser descompuesta en micrones con la tecnología tribomecánica. El producto pulverizado cuando es aplicado en las hojas, puede atravesar la cutícula foliar y las nanopartículas ejercen su efecto físico y químico sobre el tejido vegetal. El cubrimiento de la superficie foliar completa con este producto puede triplicar su efecto.

5.3.2 Aplicación.

Este producto está diseñado para ser rociados en forma directa en las plantas, garantizando que las gotas sean bien finas y las hojas queden cubiertas, pero

sin mojarlas excesivamente. Se debe atomizar la superficie de arriba y de abajo de las hojas, ya que es absorbido por ambos lados (Pertusatti et al., 2007).

Según Excel Ag Corporation (2017), una adecuada aspersión de Plantos Verde, desde el primer día de su aplicación hasta la maduración y cosecha del cultivo, inicia y apoya eficazmente numerosos procesos fisiológicos de la planta. Internacionalmente, se ha comprobado que este producto intensifica el crecimiento y desarrollo de la planta; aporta vigor vegetativo y vitalidad e incrementa la resistencia del cultivo a plagas y enfermedades; y mejora las propiedades organolépticas del fruto agrícola.

Plantos Verde puede ser aplicado con frecuencia semanal o cada 15 días, sin efectos fitotóxicos; entre sus bondades se encuentran que las aplicaciones foliares penetran por ambos lados de la hoja y sus gotas microfinas son fácilmente absorbidas. Contiene ácido húmico de alta calidad, obtenida a partir de leonardita, que es un acondicionador del suelo eficiente y agente quelante natural. Por esta razón, puede ser fácilmente mezclado con otros productos de uso común en la agricultura.

Se recomienda fundamentalmente su uso foliar al 3 % (30 g / L H₂O), 3 Kg / 100 L/ ha (Agromineral France, 2016).

5.3.3 Modo de acción.

Según Oeko Mineral (2010) el Producto Comercial Plantos Verde aporta 0,1 % de K₂O; 0,28 % de P₂O₅, S, Ca, hormonas, entre otros elementos. En relación a la composición química de este producto, Agromineral (2016), cita que además presenta 7,00 % de P; 7,00 % de K; 3,76 % de ácido húmico y 40 ppm de auxinas y de giberelinas, respectivamente.

La generación de dióxido de carbono a partir de la descomposición de la calcita tiene un efecto fuerte en la planta, ya que un aumento significativo del contenido de calcio mejora la maduración y la conservación de los frutos y vegetales, así como aumenta la resistencia a los estreses biótico y abiótico. La

contribución intracelular de CO_2 aumenta el proceso de fotosíntesis y reduce la respiración celular (Figura 2).

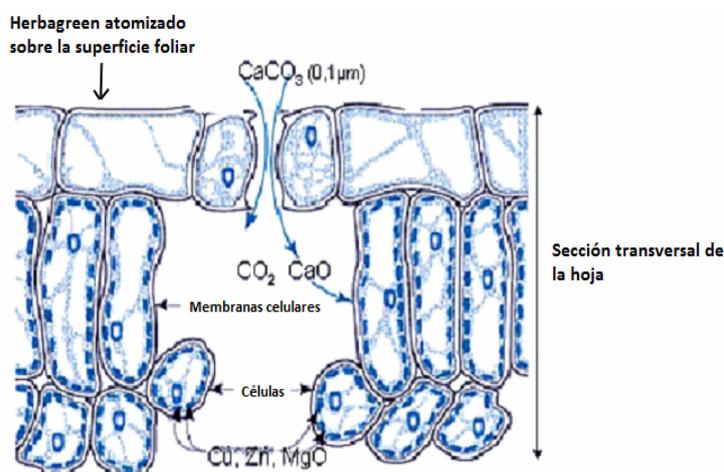


Figura 2. Efecto de “Plantos verde” sobre el proceso de fotosíntesis. Modificado de (Herbagreen, 2008).

En 2006, el centro de estudios en Francia Agronomic Research Internacional Center for Development, se refirió que al aumentar el número de cloroplasto se incrementa el contenido de almidón y polifenoles que permiten el mejoramiento de la calidad, de la cosecha y la resistencia natural de la planta.

Con el uso de “Plantos verde” las plantas obtienen una mayor concentración de pigmentos fotosintéticos y se reduce el envejecimiento. Esto favorece la transformación de la estructura cerosa epidérmica y permite la hidratación continua y limita el estrés hidratante (Herbagreen, 2008).

Entre las cualidades que a dicho producto se le atribuyen se encuentran: aumento de la productividad (acelera la nutrición de la planta con las materias nutritivas); reduce el período vegetativo del fruto (maduración más rápida); aumento de la materia seca y la dulzura de los frutos, los sabores y los olores; alarga el período vegetativo de la planta, aumenta la resistencia natural de la planta y produce un efecto preventivo y contra los ataques de los insectos y las enfermedades. También alarga el tiempo del almacenamiento de los frutos y del transporte, mejora las características organolépticas de los frutos, reduce la

necesidad de los plaguicidas y del agua en dependencia del cultivo (hasta un 30 %), y la intensidad del color de las plantas y su aplicación foliar no presenta consecuencias perjudiciales (Herbagreen, 2008).

El Centro Agrícola Cantonal de Esparza por sus siglas CACE (2017) indicó que, aunque existen varios tipos comerciales del Producto Evergreen (Evergreen 30-10-10; 20-20-20; 10-50-10), tanto las formulaciones en polvo como líquidas estimulan un rápido crecimiento de hojas, los tallos y brotes nuevos. También bioestimulan el desarrollo de la raíz y la floración, ya que el aporte de Fósforo del producto contribuye a estas dos importantes etapas fisiológicas de las plantas.

5.4 Microorganismos Eficientes (ME).

5.4.1 Antecedentes. Definición.

Los microorganismos eficientes (ME) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformando esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores (Rodríguez, 2009).

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.

Pilates (2008) plantea que 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.

Internacionalmente, existen numerosas experiencias exitosas de la utilización de bioproductos elaborados con tecnología ME, tanto en la producción de vegetales (Villatoro, 2000; Higa, 2004), en el tratamiento de residuales (Uwe, 2007) como en la producción y salud vacuna, porcina y avícola (Díaz, 2007; Salgado, 2007; EMprotec, 2008; Hoyos et al., 2008; Ramírez y Blanco, 2009).

Los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en tierra (suelo) azimogénico. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. (Piedrabuena, 2003).

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

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.

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 biocontrol de plagas. ME puede aumentar significativamente los efectos benéficos de éstas prácticas (Higa, 1993).

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

Varios estudios demuestran que la producción ecológica de alimentos puede reducir efectivamente tanto problemas ambientales como sociales (Altieri y Toledo, 2011; Tomich et al., 2011; Perfecto et al., 2009; Esquivel et al., 2008; Pretty, 2008). Cuando es practicada en contextos urbanos, la agroecología se adapta a nuevos espacios y dinámicas sociopolíticas, ofreciendo la oportunidad de involucrar nuevos actores y revertir procesos altamente insustentables (Aquino y Assis, 2007; Mougeot, 2005, 2006).

La producción y aplicación de ME es considerada como una práctica agroecológica que se emplean en nuestro país para la obtención de alimentos saludables.

5.4.2 Mecanismo de acción.

Los ME son una combinación de varios microorganismos naturales benéficos, es decir cultivos mixtos, los que contienen microorganismos benéficos de tres géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias del ácido láctico y levaduras. Estos microorganismos eficientes secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes, cuando entran en contacto con la materia orgánica; dichas acciones convierten esta tecnología en segura, eficaz y ambientalmente aplicable, de fácil acceso a los granjeros que viven en los países en vías de desarrollo, es decir sustentable y sostenible.

Según el Instituto Dominicano de Investigaciones por sus siglas IDIAF (2009) expresa que los microorganismos eficientes 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 de NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción.

Los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. (Hurtado, 2001).

5.4.3 Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.

Las principales especies de microorganismos contenidas en el ME, reportadas son las siguientes:

- Bacterias Fotosintéticas.
- Acido Lácticas.
- Levaduras.
- Actinomicetos.
- Hongos de Fermentación.

Las especies contenidas en el ME (Bacterias fotosintéticas, ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación) tiene su propia e importante función. Sin embargo podríamos decir que 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. (Shuichi, 2009).

5.4.3.1 Levaduras.

Según Biosca (2001) estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas,

producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

EARTH (2008) manifiesta que las levaduras ayudan a fermentar la materia orgánica y contienen vitaminas y aminoácidos.

5.4.3.2 Actinomicetos.

La Red de Agricultura natural para la región Asia/ Pacífico por sus siglas APNAN (2003) manifiesta que los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biácidas). Benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* y de las micorrizas.

5.4.3.3 Hongos de Fermentación.

APNAN (2003) expresó que los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcoholes, ésteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales.

5.4.4 Efectos de los Microorganismos Eficientes.

Según Silva (2009) la aplicación de los Microorganismos eficientes reporta beneficios en la fase de semillero, en la aplicación a los cultivos y suelos agrícolas.

5.4.4.1 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.

5.4.4.2 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.

5.4.4.3 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, tornando los suelos a absorber 24 veces más las aguas provenientes de las lluvias, evitando la erosión por el arrastre de las partículas.
2. 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). 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 substrato 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.

3. Restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible.
4. Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
5. Según Copo (2004) la tecnología eficaz de los microorganismos eficientes (ME) se ha convertido en una ciencia importante, asistiendo a la creación de las prácticas sostenibles para la agricultura, la agricultura animal, naturaleza que cultivaba, administración ambiental, construcción, salud e higiene humana, las actividades industriales, de la comunidad y más.

6. Materiales y Métodos.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento en el organopónico de la Universidad de Matanzas, sede “Camilo Cienfuegos” perteneciente a la Granja Urbana del municipio y provincia del mismo nombre, en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*, L.), variedad New kuroda.

Se empleó para ello 4 canteros contiguos con una longitud de 25 m de largo (Observar figura 3) con un diseño estadístico completamente aleatorizado y unidades experimentales de 5 m². (Observar anexo 1).

Se estableció la siembra a chorrillo sobre canteros, estableciendo seis hileras por cantero, realizándose posteriormente el raleo para eliminar el exceso de plantas.



Figura 3. Área experimental.

Estudiándose los siguientes tratamientos.

- T 1: Control (T).
- T2: Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m⁻², asperjado a los 20; 40 y 60 días respectivamente.

- T3: Aplicación de Plantos verde, en dosis de 4 kg/ha⁻¹, asperjado a los 20; 40 y 60 días respectivamente.
- T4: Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m⁻² + Plantos verde en dosis de 4 kg/ha⁻¹, asperjado a los 20; 40 y 60 días respectivamente.

6.1 Caracterización de los tratamientos.

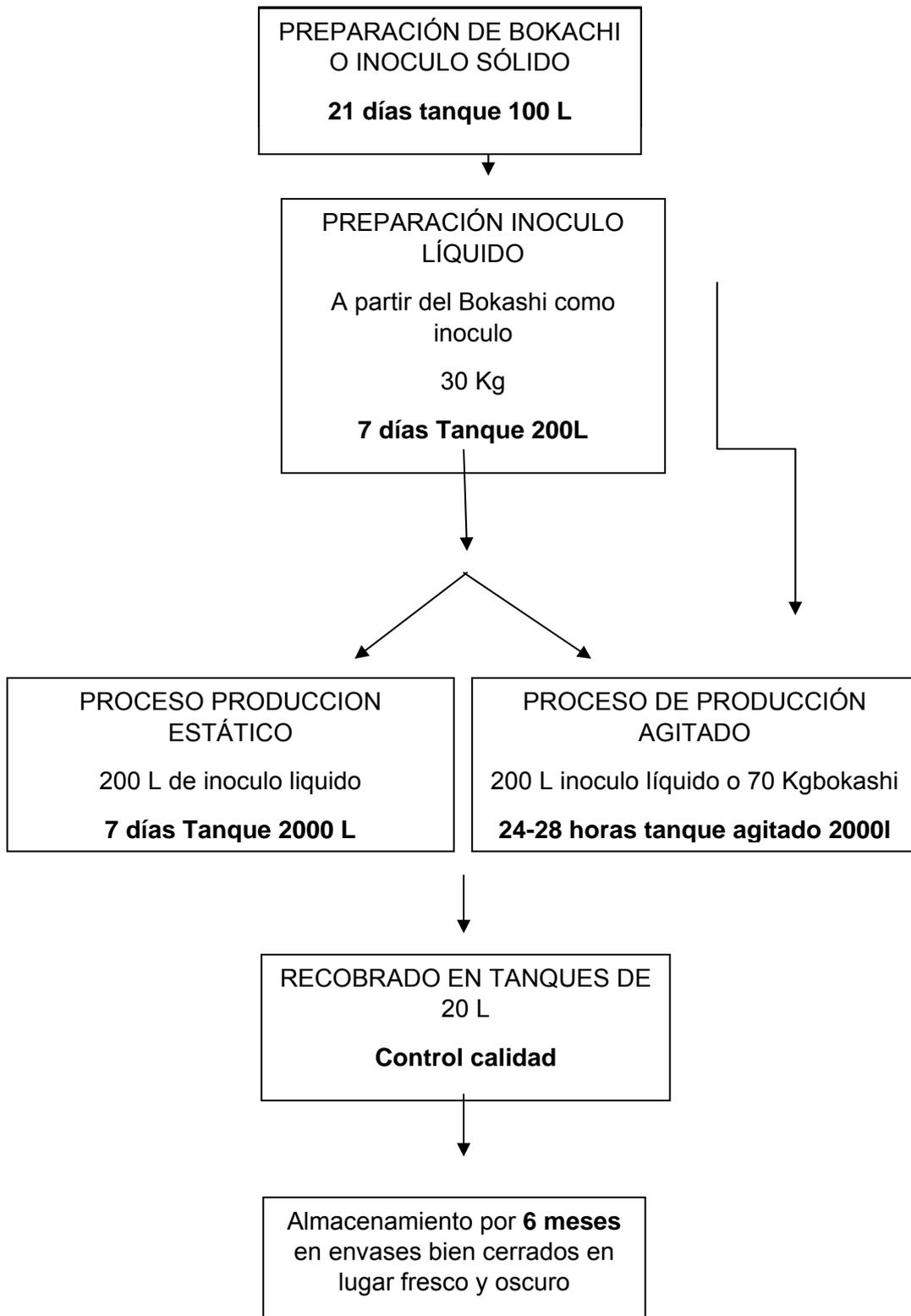
- Control: Control absoluto, sin aplicación de ningún producto foliar natural.
- Inoculación con biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) producidos en la Planta de producción de Bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM, que se encuentra localizada en el Laboratorio provincial de Sanidad Vegetal (Observar figura 4). Las aplicaciones fueron realizadas a los 20; 40 y 60 días posteriores a la germinación de la semilla, en horas tempranas de la mañana, utilizándose para ello una mochila manual marca MATABI.
- Inoculación con Plantos verde a una dosis de 4 kg. ha⁻¹ en los tres momentos establecidos del desarrollo biológico del cultivo quedando al final 12 kg .ha⁻¹.



Figura 4. Productos empleados y modo de aplicación.

La obtención del biopreparado en la Planta de producción de Bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM empleado se realiza según detalla el siguiente diagrama de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA PRODUCCION DE EM 50.



6.2 Evaluaciones realizadas.

Para las evaluaciones realizadas se tomarán 20 plantas aleatoriamente en cada parcela experimental determinándose:

- Longitud de la raíz carnosa (cm). Utilizando regla graduada, realizando la medición en la parte más engrosada de la raíz carnosa
- Diámetro de la raíz carnosa (cm). Empleando pie de rey.
- Peso de la raíz carnosa (g). Utilizando balanza analítica.
- Rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Cálculo en función de la producción total de raíz carnosa en el área experimental.
- Peso fresco de la raíz carnosa (g). Utilizando balanza analítica.
- Peso seco de la raíz carnosa (g). Utilizando balanza analítica.
- Contenido de carbohidratos solubles totales ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$).
- Contenido de proteínas solubles totales ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$).
- Contenido de azúcares reductores ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$).

6.2.1 Determinación del contenido de proteínas solubles totales.

El contenido de proteínas se determinó colorimétricamente mediante el método descrito por Lowry et al., (1951), empleando albúmina de suero bovino (BSA) como patrón. Las mediciones espectrofotométricas descritas en el presente trabajo fueron realizadas en un espectrofotómetro UV/VIS Ultrospec 2000 (Pharmacia Biotech, Suecia).

6.2.2 Determinación del contenido de carbohidratos totales.

El contenido de carbohidratos solubles se determinó en el cultivo por vía colorimétrica utilizando el método del fenol-ácido sulfúrico (Dubois et al., 1956), empleando D-glucosa como azúcar patrón. Las muestras fueron leídas a una absorbancia de 490 nm.

6.2.3 Contenido de azúcares reductores.

El contenido de azúcares reductores se determinó por el método del ácido dinitrosalisílico (Miller, 1959), con D-glucosa (Sigma) como azúcar patrón. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 456 nm.

6.3 Análisis Estadístico.

Los datos compilados fueron procesados mediante un análisis de varianza, clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de

medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$ auxiliándonos del paquete estadístico Statgraphics, versión 5.0.

6.4 Evaluación Económica.

Se determinó la factibilidad económica de la aplicación de los productos. 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 el cultivo, las cuales se correspondieron con las indicadas por MINAGRI (2000) modificadas en correspondencia con las posibilidades del organopónico y el desarrollo del cultivo.

Para el cálculo de los gastos de aplicación de los productos naturales foliares, se tuvo en cuenta los gastos de aplicación del mismo, así como el gasto del producto utilizado, según los precios siguientes:

- Microorganismos Eficientes: \$ 10.00 MN/litro.
- Plantos verde: 2 500 USD/ton.

Se partió de los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, asumiendo un área de 5 m² por cada unidad experimental por el número de veces que se replicó cada tratamiento, calculándose la producción obtenida en kg a través de la siguiente expresión:

$$\text{Producción obtenida (kg)} = \text{Rendimiento (kg/m}^2\text{)} \times \text{Área (m}^2\text{)}.$$

Para determinar los ingresos se tuvo en cuenta el precio de venta. La venta se realizó por mazos de 1,5 lb con un precio de \$ 5,00.

Utilizándose la siguiente expresión:

$$\text{Ingreso (\$)} = \text{Producción obtenida (kg)} \times \text{Precio de venta (\$/kg)}.$$

La ganancia fue calculada empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia (\$)} = \text{Ingresos (\$)} - \text{Gastos (\$)}.$$

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 los productos naturales (biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) y Plantos verde).

7. Resultados y Discusión.

La respuesta del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*, L) a la aplicación foliar de productos naturales (Biopreparado a base de microorganismos nativos y Plantos verde) se presenta en las figuras de la 5 a la 12. Las figuras 5; 6; 7; 8 y 9, reflejan el comportamiento de las variables morfológicas del desarrollo y rendimiento del cultivo.

En la figura 5, se puede observar la respuesta del largo de la raíz carnosa (cm), con valores que oscilan entre 24,95 cm y 26,35 cm como promedio, para los tratamientos en que se aplicaron los productos naturales foliares, estadísticamente similares entre sí y con diferencia significativa respecto al tratamiento control, que mostró el valor más bajo (22,45 cm). Todo ello indica un efecto positivo de los productos naturales foliares aplicados sobre esta variable.

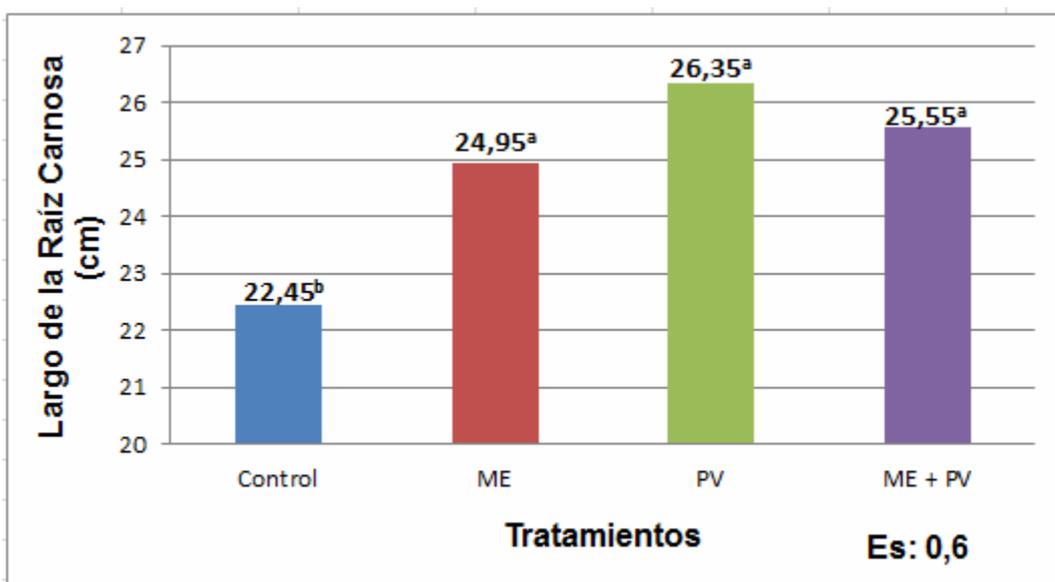


Figura 5. Respuesta del largo de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (cm) a la aplicación foliar de productos naturales.

Los resultados obtenidos difieren de los alcanzados por Zawolo, Gaydou (2015), en el cultivo de la zanahoria variedad New Kuroda, quien al aplicar biopreparado de microorganismos nativos en dosis de 4; 8 y 10 mL.m², no encontró diferencias significativas entre los tratamientos y el control, mientras

que Calderón (2011) al aplicar de forma simple y combinada los biofertilizantes ECOMIC y Microorganismos eficientes (ME) obtuvo resultados similares a los nuestros, donde el tratamiento control mostró la menor longitud de la raíz carnosa.

Este comportamiento puede ser explicado a partir de la existencia de mecanismos que potencian el efecto de estos microorganismos, como son la producción de fitohormonas que estimulan el desarrollo radical y, como consecuencia, la absorción del agua y nutrientes minerales, lo que incide positivamente en la promoción del crecimiento vegetal.

Similar resultado al largo de la raíz carnosa se observó en el diámetro de la raíz carnosa (cm) (Figura 6). Los valores del diámetro de la raíz carnosa oscilaron entre 2,95 cm y 3,00 cm como promedio, para los tratamientos en que se aplicaron los productos naturales foliares, estadísticamente similares entre sí, donde el tratamiento control vuelve a reflejar el valor más bajo (2,63 cm) siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos estudiados.

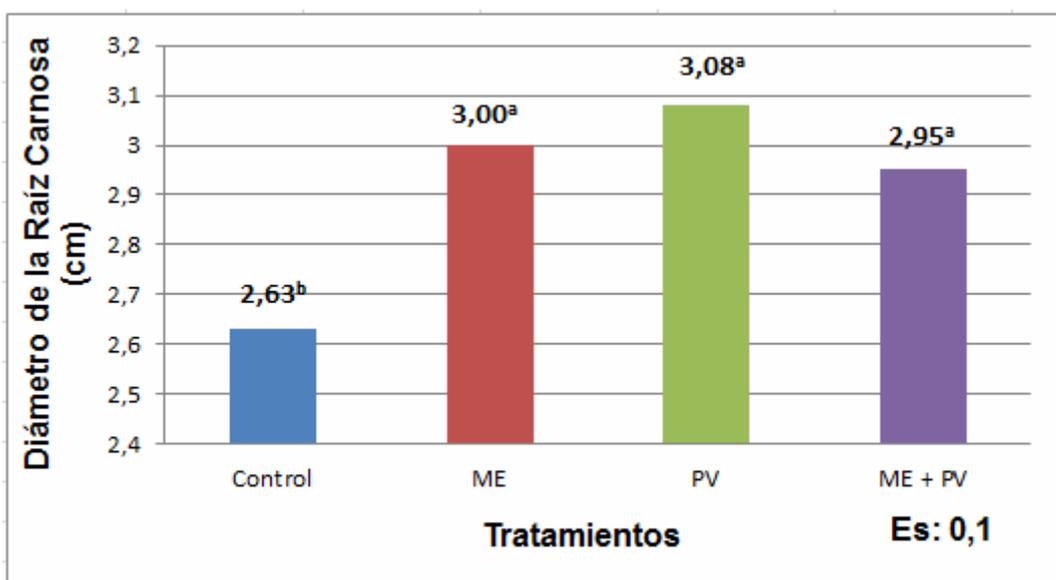


Figura 6. Respuesta del diámetro de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (cm) a la aplicación foliar de productos naturales.

Zawolo, Gaydou (2015) y Calderón (2011) obtienen valores superiores a los nuestros en el diámetro de la raíz carnosa, pero coinciden en obtener los mayores diámetros en los tratamientos donde se aplicó la mayor dosis de

biopreparado de microorganismos nativos y con la combinación ME+ ECOMIC respectivamente.

En la figura 7 (peso de la raíz carnosa (g)), la respuesta resultó similar a la longitud y al diámetro de la raíz carnosa. Los valores en este parámetro oscilaron entre 83,08 g y 85,43 g como promedio, para los tratamientos en que se aplicaron los productos naturales foliares, estadísticamente similares entre sí, donde el tratamiento control coincide en reflejar el valor más bajo (69,03 g) con diferencias significativas a los tratamientos donde fue aplicado los productos naturales foliares.

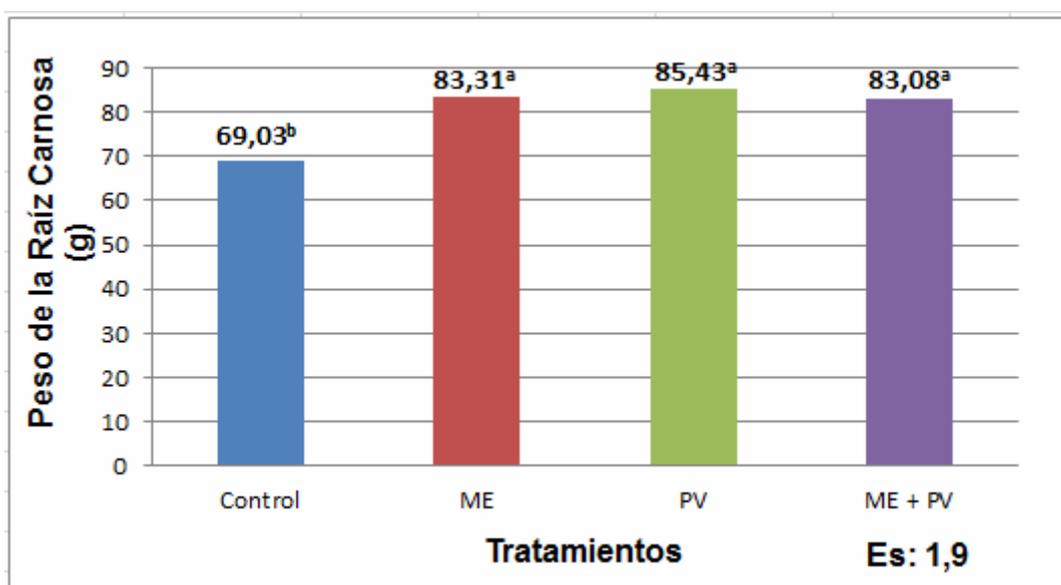


Figura 7. Respuesta del peso de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (g) a la aplicación foliar de productos naturales.

Vale señalar, lo planteado por Terry et al., (2015), cuando se refieren a los efectos biológicos expresados en las plantas por los bioestimuladores; las respuestas rápidas generalmente se observan en la superficie celular de los tejidos, así como las respuestas involucradas en el crecimiento y desarrollo que incluyen, entre otras, la inducción de etileno, la inhibición de auxina y la estimulación floral, criterio que informa también Izquierdo (2009).

Moreira et al., (2016), en estudios sobre la influencia de microorganismos en el cultivo de la habichuela comprobaron que sus resultados pudieron estar

asociados a la influencia que tienen los microorganismos en la producción de metabolitos útiles, no solo para el crecimiento y desarrollo, sino que también influyeron positivamente en la formación de vainas y en el rendimiento. Los autores antes mencionados apreciaron que la combinación más favorable fue Microben (EM) + *G. claroideum* que tuvo diferencia significativa al resto de los tratamientos y el testigo.

Por otra parte, Peña et al., (2015), demostraron en el cultivo del frijol que la variante donde se usó la combinación de Fitomas-E® y Biobras-16 fue la de mejores resultados que superó al tratamiento control.

En la figura 8, se puede observar la respuesta del rendimiento de la raíz carnosa, con valores que oscilan entre 4,14 kg.m⁻² y 5,12 kg.m⁻² como promedio. El tratamiento control resultó el de menor rendimiento con 4,14 kg, con diferencias significativas con los tratamientos donde se aplicó de forma simple y combinada los productos naturales foliares.

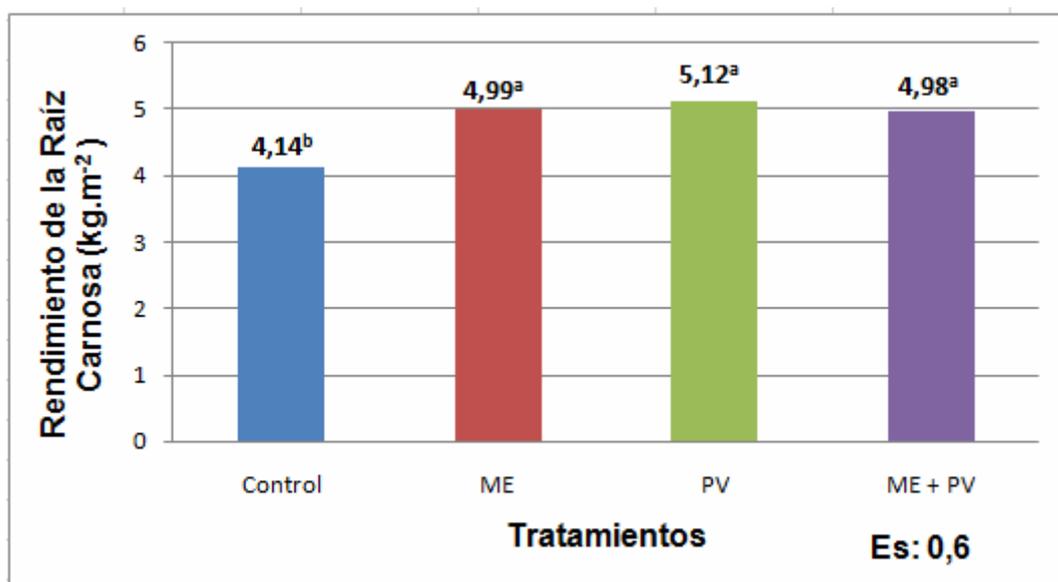


Figura 8. Respuesta del rendimiento de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (g) a la aplicación foliar de productos naturales.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación coinciden con Zawolo, Gaydou (2015) y Calderón (2011), quienes obtuvieron rendimientos superiores en aquellos tratamientos donde fueron empleados productos biofertilizantes de forma simple y combinada.

Mientras que Núñez et al., (2017) con el empleo de biopreparado a base de microorganismos nativos obtuvo un efecto positivo sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria, destacándose la dosis de $10\text{mL}\cdot\text{m}^{-2}$, con un incremento del rendimiento de $0,72\text{ kgm}^{-2}$, de la misma forma reflejan que los indicadores bioquímicos se vieron favorecidos.

En las figuras 9 y 10 se observa la respuesta del peso fresco de la raíz carnosa y el peso seco de la raíz carnosa (g) a la aplicación foliar de productos naturales. En ambos parámetros se manifiestan diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos, donde se aprecia que los mejores resultados en ambos casos fueron alcanzados por el tratamiento 4 (Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de $10\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}$ + Plantos verde en dosis de 4 kg/ha^{-1} , asperjado a los 20; 40 y 60 días respectivamente). Las aplicaciones simples de los productos naturales foliares mostraron valores intermedios entre la combinación de los productos utilizados, reflejando el tratamiento control el de menor resultado.

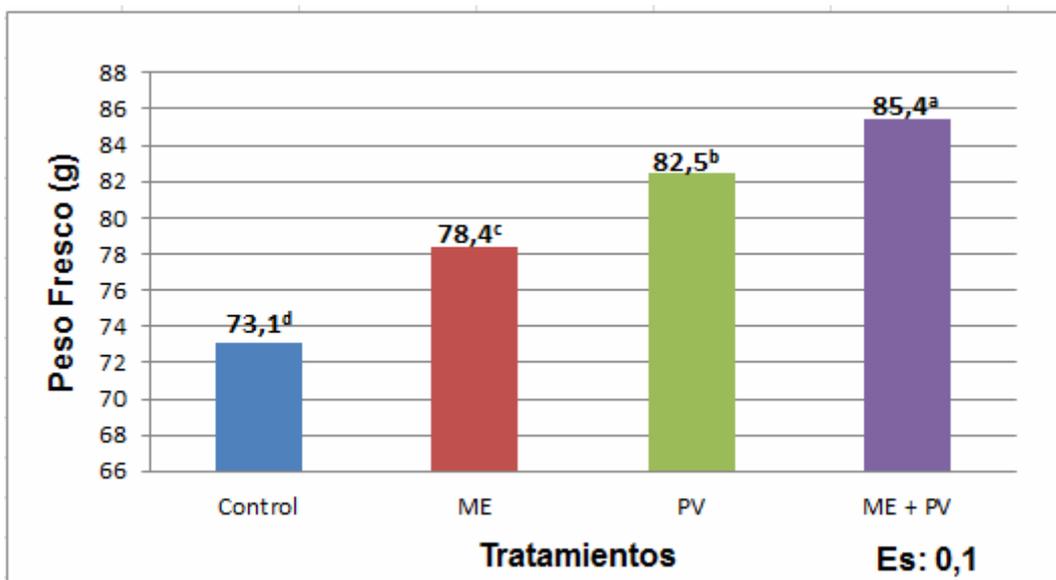


Figura 9. Respuesta del peso fresco de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (g) a la aplicación foliar de productos naturales.

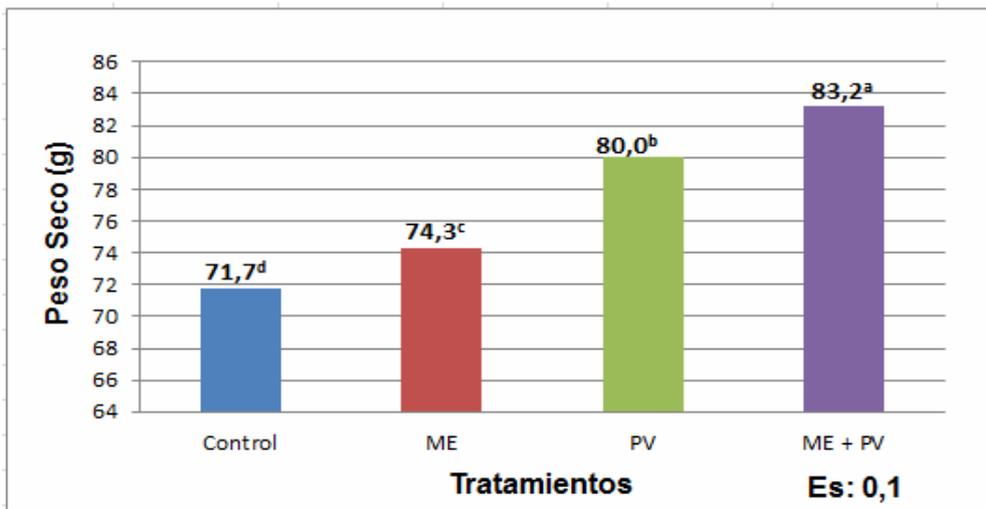


Figura 10. Respuesta del peso seco de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria (g) a la aplicación foliar de productos naturales.

Este comportamiento pudiera estar dado por un mayor grado de hidratación de los tejidos o por una mayor producción de biomasa, propiciada en cualquiera de los casos por los productos biofertilizantes estudiados, lo cual evidentemente está relacionado con una mayor producción de biomasa producto del balance entre la fotosíntesis y la respiración, en tal sentido Vázquez y Torres (1995), plantean que el crecimiento es un cambio cuantitativo que incluye aumentos en la longitud y masa seca, incrementos estos que pueden deberse a la acción de las sustancias de crecimiento.

Estos resultados coinciden con lo informado por diferentes autores que han empleado la combinación de biofertilizantes y bioestimulantes en diferentes cultivos agrícolas, ya que estos son capaces de estimular varias componentes del rendimiento de los cultivos con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, esta combinación mejora la respuesta de las plantas, debido en gran medida a la acción sinérgica y beneficiosa que entre ellos se produce.

Bashan et al., (1996), para explicar el incremento en el desarrollo de las plantas, se refieren a la hipótesis aditiva, la cual plantea que, probablemente, más de un mecanismo está involucrado en la asociación procedente de los biofertilizantes y los bioestimuladores de crecimiento vegetal, los que operan

simultáneamente o en sucesión, ya sea en el aumento de la toma de agua y nutrientes, en la producción de fitohormonas y en el control biológico de fitopatógenos.

Terry et al., (2001); López et al., (2003); Mujica (2012), con la aplicación de diferentes dosis de inoculante micorrizógeno y un estimulador de crecimiento, encontraron diferencias significativas con el testigo al aplicar micorrizas sola y combinada, cuyos resultados siempre fueron superiores al testigo.

En la habichuela (*Vigna unguiculata* L) Lescaille et al., (2015), demostraron notoriamente una posición ventajosa para la combinación de microorganismos eficientes (ME) y *Claroideoglomus claroideum* en altura de las plantas por encima del resto de los tratamientos, donde todas las variantes inoculadas mostraron mejor resultado que el testigo.

Las respuestas de las variables bioquímicas (carbohidratos solubles totales, proteínas y azúcares reductores) se aprecian en las figuras 11; 12 y 13. Obsérvese una respuesta similar en las dos primeras variables bioquímicas donde la aplicación combinada de los productos naturales foliares muestran los valores más altos con diferencias estadísticamente significativas al resto de los tratamientos. Las aplicaciones simples de los productos naturales foliares no difieren estadísticamente entre sí, pero sí con el tratamiento control, donde se alcanzan los menores valores en las variables antes mencionadas.

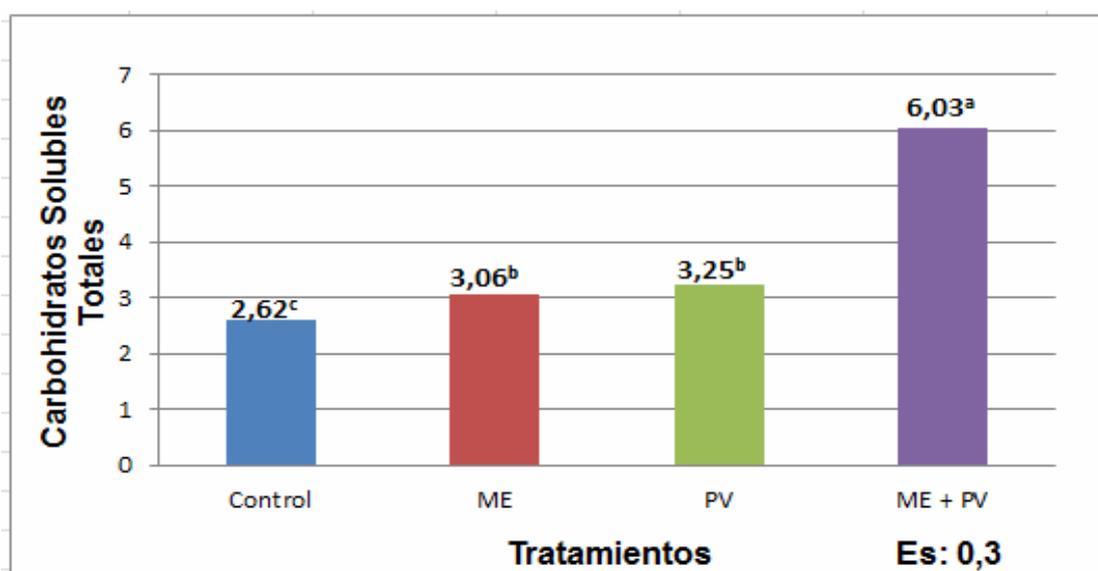


Figura 11. Respuesta de los carbohidratos solubles totales de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria a la aplicación foliar de productos naturales.

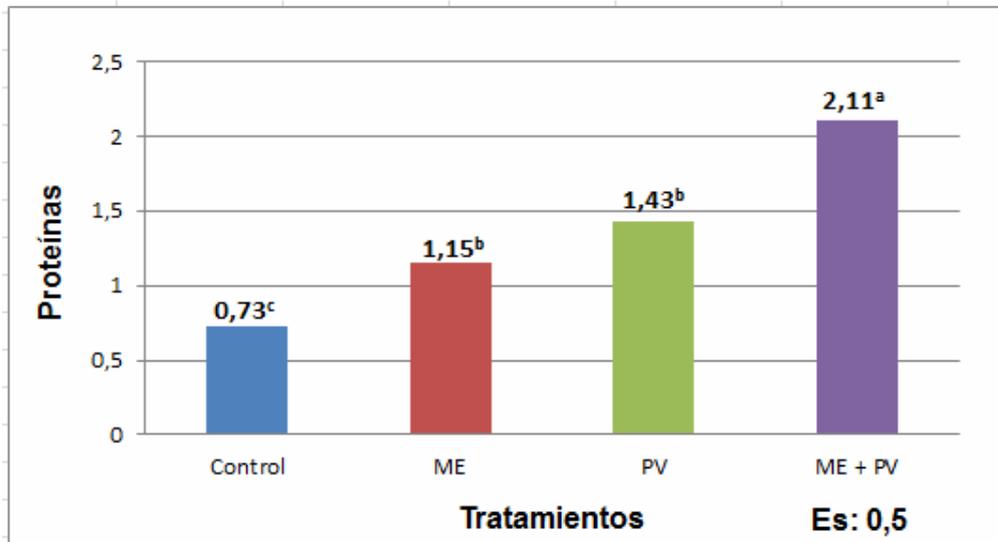


Figura 12. Respuesta de las proteínas de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria a la aplicación foliar de productos naturales.

En la figura 13 se muestra el contenido de azúcares reductores, puede apreciarse un comportamiento similar entre los tratamientos donde fueron aplicados los productos naturales foliares de forma simple y combinada, donde se alcanzaron las mayores concentraciones de azúcares reductores, sin existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero sí entre estos y el control, donde fue alcanzada la menor concentración con 2,71 mg.mL⁻¹.

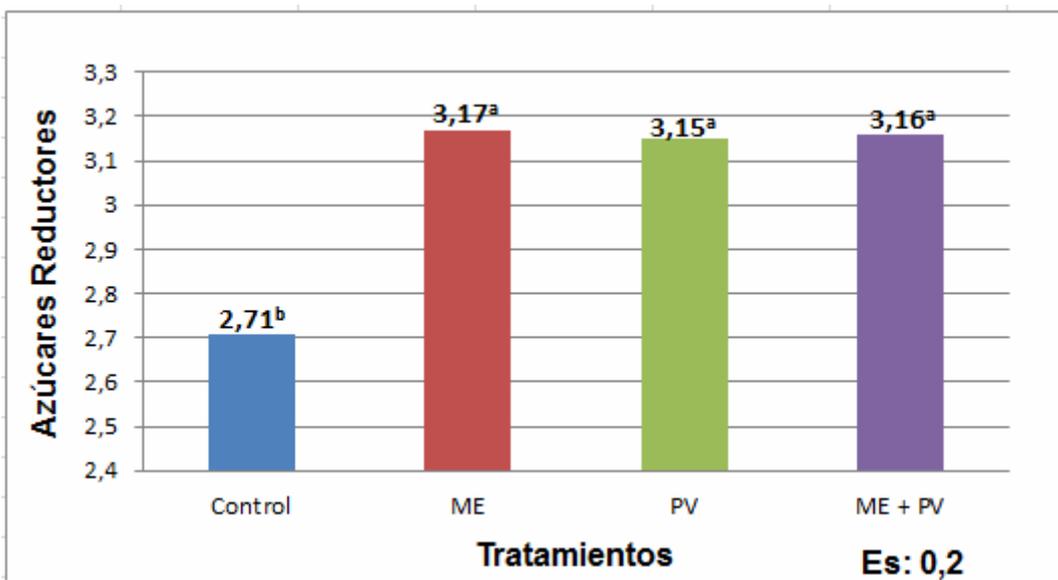


Figura 13. Respuesta de los azúcares reductores de la raíz carnosa en el cultivo de la zanahoria a la aplicación foliar de productos naturales.

A partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que se pone de manifiesto el efecto positivo de las aplicaciones foliares de productos naturales en la respuesta biológica del cultivo, lo que indica que tanto el fertilizante foliar Plantos verde, como el biopreparado de microorganismos nativos aplicados de forma simple y combinada, tuvieron un efecto sobre los procesos fisiológicos de las plantas, con un mayor efecto en la combinación de estos productos de acuerdo con las condiciones de estudio.

Estos resultados demuestran que la aplicación de productos naturales foliares de origen natural pueden incrementar la calidad nutricional de este cultivo, reflejado en los niveles aumentados de carbohidratos, proteínas y azúcares reductores.

Estos resultados pueden estar relacionados con el efecto que tienen los microorganismos eficientes sobre el metabolismo de las plantas. Hurtado (2001) refiere que los microorganismos eficientes se nutren de diferentes sustancias secretadas por las raíces de las plantas, las cuales son importantes para su crecimiento y desarrollo y al mismo tiempo, éstos secretan distintos compuestos como aminoácidos, ácidos nucleídos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así mismo, los microorganismos eficientes también generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, lo cual incide en un mejor metabolismo de la planta.

Ferraris y Couretot, Lucrecia (2004) plantean que el uso de microorganismos aplicados como alternativa en el desarrollo de los cultivos, podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos.

Cassán y García de Salamone (2008) refieren que la amplia difusión en la utilización de microorganismos benéficos en los últimos años, es debido a su efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos en distintas situaciones y a la factibilidad de permitir desarrollar una agricultura orgánica.

Por su parte los efectos atribuibles a la aplicación de Plantos verde en la planta de forma simple y combinada pueden estar asociados a las propiedades que tiene este producto sobre la actividad fotosintética y en consecuencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este fertilizante se caracteriza por la presencia mayoritaria de CaCO_3 , el cual, al ser aplicado por vía foliar puede entrar por los estomas y descomponerse en el interior del tejido para formar CO_2 (Herbagreen, 2008). Esto provoca el aumento de la concentración de este gas en el tejido fotosintético, el cual genera un gradiente de concentración entre el interior de la hoja (mayor) y el exterior (menor). Este incremento induce el cierre estomático con lo cual se reduce la transpiración y la pérdida de agua por los estomas lo que permite mantener un mejor estado hídrico en la planta y en consecuencia una mayor actividad metabólica (Taiz y Zeiger, 2006).

Un estudio realizado por Sanovita (2011) empleando como fertilizante de hoja el Herbagreen basic (Plantos Verde) en cultivos hortícolas, manifestó que en cada variante de tratamiento hubo mayor peso individual y de manera uniforme un significativo mejoramiento de la estructura radicular. Las plantas tratadas con este producto mostraron una coloración más intensa en comparación con el control, estas fueron más vitales y mostraron un mayor crecimiento frente a las plantas no tratadas.

En estudio realizado por Armenteros, Hany (2017) con similares productos y dosis en el cultivo de la lechuga obtuvo valores superiores en el rendimiento y sus componentes con respecto al tratamiento control, de igual forma los contenidos de proteínas solubles totales y carbohidratos solubles totales de manera general se vieron favorecidos con el empleo de estos estimuladores de crecimiento de origen natural.

Zawolo, Gaydou (2015), después de un estudio realizado empleando una aplicación de biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m^{-2} , mostró los valores más elevados en las determinaciones bioquímicas realizadas, superando en todos los casos al tratamiento control.

Yanes (2015) con el empleo de Plantos verde obtuvo un efecto positivo como acelerador del proceso de crecimiento en plantas de henequén,

planteando que además de resultar rentable, posee ventajas fisiológicas que repercute en una mayor calidad de las plantas en fases posteriores del establecimiento en campo.

Evaluación Económica

El análisis de la factibilidad económica de la aplicación foliar de los productos naturales en el cultivo de la zanahoria en condiciones de organopónico, muestra resultados económicos favorables en todos los tratamientos, avalados por la obtención de ganancias, siendo superiores las mismas con la aplicación foliar de los productos naturales, dado fundamentalmente por la repercusión sobre el aumento del rendimiento del cultivo.

Tabla 5. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo de la zanahoria en condiciones de organopónico.

Conceptos	Unidad	T	ME	PV	ME+PV
Rendimiento	kg/m ²	4,14	4,99	5,12	4,98
Producción	kg	82,8	99,8	102,4	99,6
Ingresos	\$	410,0	495,0	510,0	495,0
Gastos	\$	50,90	60,90	57,80	68,70
Ganancias	\$	359,1	434,10	452,20	426,30

El empleo de productos naturales cobra cada día mayor relevancia en la agricultura y la protección medio ambiental. Su utilización es fácil, aplicable, económicamente justificada y amigable para el hombre y el ambiente, cuyo fin principal es mejorar la productividad de los sistemas agrícolas, especialmente los sistemas orgánicos, con la premisa de mitigar la contaminación ambiental.

Pentón et al., (2011), reportan que la aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes forma parte de las alternativas a tener en cuenta en los sistemas agrícolas sostenibles, ya que constituyen un medio económicamente

viable y ecológicamente aceptable para reducir los insumos externos; mejorar la cantidad y la calidad de las cosechas; garantizar mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes minerales, para incidir directamente en el trazado de estrategias que contribuyan a la disminución de la vulnerabilidad ante la inseguridad alimentaria que existe hoy en el mundo.

7. Conclusiones.

1. Las aplicaciones simples y combinadas de biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m^{-2} y Plantos verde en dosis de 4 kg/ha^{-1} , mostró mayores valores con respecto al tratamiento control, en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria.
2. Las aplicaciones simples y combinadas de biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m^{-2} y Plantos verde en dosis de 4 kg/ha^{-1} , mostró los valores más elevados en las determinaciones bioquímicas realizadas, superando en todos los casos al tratamiento control.
3. El análisis de factibilidad económica de la aplicación foliar de productos naturales, mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia.

9. Recomendaciones.

1. Continuar el estudio de la inoculación simple y combinada de productos naturales foliares, en otros cultivos hortícolas en condiciones de organopónicos.

10. Bibliografía.

- 1- Agromineral. 2016. Comment Appliquer Plantod Verde. Pulvériser, Mode d'application, Dosage. Agromineral France 4 Rue Jules Verne 57600 Forbach. [En línea]. Disponible en: www.agromineralfrance.fr. [Consulta: enero, 20 2017].
- 2- Ahmad, F., Uddin, S., Ahmad, N. e Islam, R. 2013. Phosphorus microbes' interaction on growth: yield and phosphorus use efficiency of irrigated cotton. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 59 (3): 341-351.
- 3- Alessandro, M. S. 2013. Manual de producción de zanahoria. [En línea]. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/manualdeproducciondezanahoria/at_multi_download/file/INTA%20%20Cap%202.%20Caracter%C3%Dsticas%20bot%C3%A1nicas%20y%20tipos%20varietales. [Consulta: febrero, 26 2018].
- 4- Altieri, M. A. y Toledo, V.M. 2011. "The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sover eignity and empowering peasants", *E Journal of Peasant Studies*. 38 (3): 587-612.
- 5- APNAN. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacifico. 2003. Manual de Aplicación [En línea]. Disponible en: www.apnam.com. [Consulta: abril, 15 2018].
- 6- Aquino, A. M. y Assis, R. L. 2007. "Agricultura orgánica en áreas urbanas y periurbanas con bases agroecológicas", *Ambiente y Sociedad*. 10 (1): 137-150.
- 7- Aranda, S. 2011. Manual de elaboración del biol, Curso de soluciones prácticas: 40p. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/frederys1712/manualdeelaboracindelbiol?relate1>. [Consulta: marzo, 10 2018].
- 8- Arias, A. 2010. Microorganismos Eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*. 2 (02): 42–45.
- 9- Armenta, A., García, B., Camacho, R., Apodaca L. Montoya G. y Nava, M. 2010. Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México Ra Ximhai,

- enero-abril, ano/Vol. 6, Numero 1 Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. 51-56p.
- 10-Armenteros, Hany. 2017. Respuesta del cultivo de la lechuga, (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación foliar de dos estimuladores del crecimiento de origen natural. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- 11-Barragán-Ocaña, A. y Valle-Rivera, M. 2016. Rural development and environmental protection through the use of biofertilizers in agriculture: An alternative for underdeveloped countries? *Technology in Society*. 46: 90-99.
- 12-Bashan, Y.; Holguín, G. & Ferrera Cerrato, R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. *Terra*, 14 (2):159-192.
- 13-Bejo. 2009. Semillas de Hortalizas, Sacatepéquez, GT. s.e. 44 p.
- 14-Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., y Tuteja, N. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories*. 13 (1): 66.
- 15-Bhattacharjee, R. y Dey, U. 2014. Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*. 8 (24): 2332-2343.
- 16-Biosca, A. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [En línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>. [Consulta: mayo, 02 2018].
- 17-Bouajila, K., & Sanaa, M. (2011). Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. *J. Mater Environ. Sci.*, 2, 485-490.
- 18-CACE. 2017. ¿Cómo se usan los diferentes Productos EVERGREEN? [En línea]. Disponible en: <https://centroagricolaesparza.wordpress.com/2013/04/17/como-se-usan-los-diferentes-productos-evergreen/>. [Consulta: mayo, 15 2018].
- 19-Calderón, Y. 2011. Evaluación de Biofertilizante a base de micorrizas y microorganismos eficientes en el crecimiento del 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".
- 20-Carvajal, M. J., & Mera, B. A. 2010. Fertilización biológica: técnica de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción*. 5: 78-96.
- 21-Carvajal-Muñoz, J. S. y Carmona-García, C. E. 2012. Benefits and limitations of biofertilization in agricultural practices. *Livestock Research for Rural Development*. 24 (3).
- 22-Cassan, F.D., I.E. García de Salamone. 2008. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Bs. As. ISBN. 8 (9): 97 987-98475.
- 23- CACE, 2017. OFERTA: Exhibición y Venta de Equipo Agrícola MARUYAMA – 01 y 02 de Diciembre 20[En línea]. Disponible en: <http://apertura.com/negocios/En-2017-se-vendieron-263-mil-productos-por-dia-a-través-de-internet-20180307-0006.html>. [Consulta: febrero, 28 2018].
- 24-Companioni, N. 2003. Manual de Agricultura orgánica y Sostenible. En: *Horticultura Orgánica*. P. 60 – 62.
- 25-Copo, Gertrudis. 2004. Microorganismos Eficientes. [En línea]. Disponible en: <http://www.expocampoyucatán.com/>. [Consulta: febrero, 28 2018].
- 26-Díaz, A. M. 2007. Evaluación de la adición de Microorganismos Eficaces (ME) a la dieta sobre el desempeño de cerdos de 28 a 70 días de edad. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Centroamericana de Agricultura, Zamorano. Honduras.
- 27-Dragan, L. 2008. Etude de l' effet de l'herbage sur les légumineuses au Sénégal [En línea]. Disponible en: www.acting-herbage.com [Consulta: mayo, 05 2018].
- 28-Dubois, M.K., A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, F. Smith. 1959. Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem.* 28: 350-356.

- 29-EARTH. 2008. Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.) Limon. Costa Rica. 16 p.
- 30-EMprotec. 2008. Utilización de los EM en la producción ganadera [En línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/1999/xhtml>. [Consulta: marzo, 05 2018].
- 31-Esquivel, C. G.; Cedillo, J. y Gómez, L. I. 2008. "Agroecología y sustentabilidad", *Convergencia*. 15 (46): 51-87.
- 32- Excel Ag Corporation. 2017. Evergreen Systemic Nutritional Complex and Biostimulant. [En línea]. Disponible en: <https://excelag.com/product-priority/top-products>. [Consulta: marzo, 16 2018].
- 33-Ferraris, G. y Couretot, Lucrecia. 2007. Ensayo comparativo de híbridos comerciales de Maíz en la localidad de Colón (Bs As). En: *Maíz. Cultivares. Promotores del crecimiento y otras experiencias en el cultivo del Maíz. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA. Pergamino y General. Villegas*. p. 75-85.
- 34-Gajewki, M.; Weglarz, Z, Sereda, A.; Bajer, M, Kuczkowska, A. y Magewki, M. 2010. Carotenoid accumulation by carrot storage root in relation to nitrogen fertilization level. *Notulae Botanicae, Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca*. 38 (1): 71-75.
- 35-García, M. 2005. El cultivo de zanahoria. Universidad de la república; Facultad de agronomía; Departamento de producción vegetal. Uruguay. 43 p.
- 36-Gaviola, J. 2013. Manual de producción de zanahoria. [En línea]. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-de-produccionde-zanahoria>. [Consultado: enero, 05 2018].
- 37-GmbH-Megamin. 2008: Comments about Plantos Verde Use. GmbH-Megamin Corporation. 5 p.
- 38-Herbagreen. 2008. Fertilizante Natural Foliar. [En línea]. Disponible en: <http://www.actingherbagreen.com> [Consulta: abril, 20 2018].
- 39-Hidalgo, L. 2008. Apuntes de horticultura. Riobamba- Ecuador 2008.
- 40-Higa, T. 1993. The Use of Agriculture of EM and Sustainability (versión by lee, K. H.). [En línea]. Disponible en: <http://www.emmexico.com/emagricultura.pdf> [Consulta: Mayo, 03 2018].

- 41-Higa, T. y Párr. J. 1994. Microorganismos Benéficos y Eficaces para una agricultura y medio ambiente sustentable. Microbiologista de Suelos [En línea]. Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/microbiologia/microbiologia.html> [Consulta: marzo, 11 2018].
- 42-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.
- 43-Huerres, C y Caraballo, N. 1996. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 95 – 105 p.
- 44-Huerres, C. 2002. Producción de Hortalizas. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Villa Clara, Cuba. 41 p.
- 45-Hurtado. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [En línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr> [Consulta: marzo, 07 2018].
- 46-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: mayo, 20 2018].
- 47- lpcdedios707. 2013. La zanahoria y sus beneficios. [En línea] Disponible en: <https://lpcdedios.wordpress.com/2013/05/31/la-zanahoria-y-sus-beneficios/>. [Consulta: marzo, 20 2018].
- 48-Ismail, E. G., Walid, W. M., Salah, K. y Fadia E. S. 2014. Effect of manure and biofertilizers on growth, yield, silymarin content, and protein expression profile of *Silybummarianum*. Advance in Agriculture and Biology. 2 (1): 36-44.
- 49-Izquierdo, O.H. 2009. Los oligogalacturónidos de origen péctico y su acción en las plantas. Temas de Ciencia y Tecnología de México, 13 (39):31-40.
- 50-Lardizabal, R.; The odoraco poulos, M. 2007. Manual de producción de zanahoria. MCA-Honduras / EDA. 20 p.

- 51-Lescaille, J.; Ramos, L.; López, Yudaimys.; Tamayo, Y. & Telo, L. 2015. Combinación de EcoMic[®] y microorganismos eficientes en el cultivo de *Vigna unguiculata*, L. 'Cantón-1' en áreas productivas de la Empresa Agropecuaria Imías. *Agrotecnia de Cuba*, 39 (4):80-88.
- 52-López, R.; Montano, R. & Caminero, R. 2003. Aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E[®] en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentus* L) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. FORUM, Universidad de Guantánamo, Cuba, 12 p.
- 53-Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R. Randall. 1951. Protein measurement the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- 54-Madera, T. Millas, R. y 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/page5.html [Consulta: febrero, 15 2018].
- 55-Malusá, E., Pinzari, F. y Canfora, L. 2016. Efficacy of biofertilizers: challenges to improve crop production. En D. Singh, H. Singh y R. Prabha (eds.), *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity: functional applications*. 2: 17-40. Nueva Delhi: Springer India.
- 56-Martínez, E; Fernández, E. A. 2002. Huerta orgánica. “Una forma sana de lograr productos sanos.” 133-141 p.
- 57-Martínez, L., Bello, P. y Castellanos, O. 2012. Sostenibilidad y Desarrollo el valor agregado de la agricultura orgánica. Programa de Investigación en Gestión, Productividad y Competitividad BioGestión. Universidad Nacional de Colombia Bogotá D.C.
- 58-Melgar, R. 2004. Actual and Potential Use of Micronutrient Fertilizers in Argentina. IFA International Symposium on Micronutrients. New Delhi, India.
- 59-MINAGRI. 2000. Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. ACTAF. 47 y 53 p.

- 60-Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428.
- 61-Mishra, P. y Dash, D. 2014. Rejuvenation of biofertilizer for sustainable agriculture and economic development. *Consilience: The Journal of Sustainable Development.* 11 (1): 41-61.
- 62-Moreira, Yanni.;López, Yusdaimis.; Lescaille, J. &Osorio, J. 2016. Combinación de dos cepas de micorrizas con microorganismos eficientes en el cultivo de la habichuela. *Hombre, Ciencia y Tecnología,* 20 (2):89-98.
- 63-Moscoso, S. 2002. Abonamiento nitrogenado y potásico en zanahoria (*Daucus carota* L.) cv. Nantes, bajo condiciones de desierto perárido subtropical. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Agronomía – UNSA. 162 p.
- 64-Mougeot, L. 2005. *Agropolis: the social, political and environmental dimensions of urban agriculture,* Sterling: Earthscan.
- 65-Mougeot; L.J.A, 2006. *Growing Better Cities. Urban Agriculture for Sustainable Development,* IDRC (International Development Research Centre).
- 66-Mujica, Yonaisy. 2012. Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) por dos vías diferentes en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales,* 33(4):71-76.
- 67-Núñez,D.;Liriano,R.;Pérez,Y.;Placeres,I.;Sianeh,G.2017.Respuesta del cultivo de la ZANAHORIA (*Daucus carota* ,L) a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola.*44(2):29–35.
- 68-Oeko Mineral. 2010. *Plantos verde, the original from inventor.* Deutschland AG, Germany. 4 p.
- 69-Padilla, W. 2005. *Suelos y Nutrición Vegetal.* Quito, EC. s.e. 185 p.
- 70-Pereg, L. y McMillan, M. 2015. Scoping the potential uses of beneficial microorganisms for increasing productivity in cotton cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry.* 80: 349-358.
- 71-Pentón, Gertrudis.; Reynaldo, I.; Martín, G.J.; Rivera, R. & Oropesa, Katerine. 2011. Uso del EcoMic[®] y el producto bioactivo Pectimorf en el

- establecimiento de dos especies forrajeras. *Pastos y Forrajes*, 34(3):1-3.
- 72-Peña, K.; Rodríguez, J.C. & León, N. 2015. Efectos de la aplicación simultánea de FitoMas-E® y Biobrás 16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Infociencia*, 19 (3):1-11.
- 73-Pereira, S. I. y Castro, P. M. 2014. Phosphate solubilizing rhizobacteria enhance *Zea mays* growth in agricultural efficient soils. *Ecological Engineering*. 73: 526- 535.
- 74-Pérez, A., Céspedes, C. y Núñez, P. 2008. Caracterización físico química y biológica en enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en la República Dominicana. *Rev suelo y nutrición*. 8(4):10-29.
- 75-Perfecto, I.; Vandermeer; J. y Wright, A. 2009. *Nature'smatrix: linking agricultura conservation and foods over eight y*, Londres: Earthscan.
- 76-Pernasetti, Susana. y Di Bárbaro, Gabriela. 2007. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal como biofertilizantes. *Biología en Agronomía*. 2 (2): 119-128.
- 77-Pernasetti, S y Di Bárbaro, G. 2012. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal como biofertilizantes. *Biología en Agronomía*. 2 (2): 119-128.
- 78-Pertusatti, J.; Prado, A. G. S. 2007. Buffer capacity of humic acid: Thermodynamic approach. *Journal Colloid and Interface Science*. 314: 84-489.
- 79-Piedrabuena. 2003. ¿Microorganismos eficientes: que son? [En línea] Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid> [Consulta: febrero, 19 2018].
- 80-Pilates, M. 2008. Tecnología de los microorganismos eficientes. [En línea] enero. Disponible en: deliverywww.martinguidofitness.com [Consulta: febrero, 25 2018].
- 81-Pretty, J. N. 2008. "Agricultural sustainability: concepts, principles, and evidence", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 363, pp.447-465.

- 82-Raghuwanshi, R. 2012. Opportunities and challenges to sustainable agriculture in India. *Nebio*. 3 (2): 78-86.
- 83-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. *Memorias del Congreso Agrociencia*. Habana, Cuba.
- 84-Restrepo, J. 2010. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1-239 p.
- 85-Rodríguez, M. Microorganismos eficientes (EM). 2009. [En línea]. Disponible en: http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20_manuel%20r. [Consulta: enero, 19 2018].
- 86-Roesti, D., Gaur, R., Johri, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K. y Aragno, M. 2006. Plant growth stage: fertiliser management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry*. 38 (5): 1111-1120.
- 87-Rojas, R. K., & Ortuño, N. 2007. Micorriza arbuscular en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola. *Acta Nova*, 3, 697-719.
- 88-Rueda-Puente, E. O., Ortega-García, J., Barrón-Hoyos, J. M., López-Elías, J., Murillo-Amador, B., Hernández-Montiel, L. G. et ál. 2015. Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *Invurnus*. 10 (1): 10-17.
- 89-Ruiz, C., Russian, T.; Tua, D. 2007. Effect of the organic fertilization in the cultivation of the onion (*Allium cepa* L). *Agronomia Tropical*. 24: 15-24.
- 90-Saborit R., Meneses P. y Cañizares A. 2013. Efecto de las aplicaciones de Fitomas – E combinadas con la fertilización orgánica y mineral sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz en aniego. *Infociencia*. 17 (4).
- 91-Sahu, P. K. y Brahma Prakash, G. P. 2016. Formulations of biofertilizers Approaches and advances. En D. Singh, H. Singh y R. Prabna (eds.),

- Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity. 179- 198 p.
Nueva Delhi: Springer India.
- 92-Salgado, D. 2007. Tecnologías para la utilización de los EM en la producción ganadera. Ecotecnologías, Caracas, Venezuela. 4-9 p.
- 93-Salgado-García, S., R. Núñez-Escobar. 2010. Manejo de fertilizantes Químicos y Orgánicos. Colegio de Posgraduados. Mundi - Prensa. México.
- 94-Sánchez, S., Hernández, M. y Ruz, F. 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes. 34(4):375-392.
- 95-Sangiaco, M. A. 2005. Zanahoria "*Daucus carota*". Departamento de Tecnología. Producción Vegetal III (Horticultura). Universidad Nacional de Luján. Argentina. 58- 4 p.
- 96-Sanovita, 2011. Resultados con Herbagreen. Ejemplo de mejoramiento del crecimiento radicular y del rendimiento de hibernación después del tratamiento otoñal. En Sweetheart - Cabbage, Irlanda del Norte (empresa Gilfresh).
- 97-Seminis. 2003. El cultivo de la zanahoria. [En línea]. Disponible en: <http://www.semilleria.cl/desarrollo/AdjuntosProd/372.PDF>. [Consulta: enero, 04 2018].
- 98-Serre, M. Santé. 2010. Nutrition. [En línea]. Disponible en: <http://www.saveursdumonde.net/produits/articles/carotte-nutrition/>. [Consulta: mayo, 9 2018].
- 99-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: abril, 17 2018].
- 100- Silva, M. Microbiología General. 2009. [En línea]. Disponible en: <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismoseficien.html>. [Consulta: marzo, 27 2018].
- 101- Suquilanda, 1996, 2005, 2014. Agricultura Orgánica. Ediciones UPS. Publicación Fase II de Fundagro, Impresión Talleres Gráficos ABYA-YALA, Quito-Ecuador. 654 p.

- 102- Swain, M; Ray, R; Nautiyal, C. 2008. Biocontrol efficacy of *Bacillus subtilis* strains isolated from cow dung against postharvest yam (*Dioscorea rotundata* L.) pathogens. *Current microbiology*. 575:407-411.
- 103- Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*, 4th Ed. Sinauer, Sunderland, M. A. 660 p.
- 104- Terry, Elein.; Ruíz, Josefa.; Tejeda, Tamara.; Reynaldo, Inés.; Carrillo, Y. & y Morales, H.A. 2015. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 8(3):163-174.
- 105- Terry, Elein; Núñez, Miriam.; Pino, María de los A. & Medina, N. 2001. Efectividad de la combinación biofertilizantes análogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*, 22(2):56-59.
- 106- Tomich, T.; Brodt, S.; Ferris, H.; Galt, R.; Horwath, W.R.; Kebreab, E.; Leveau, J. H.; Liptzin, D.; Lubell, M.; Merel, P.; Micheltore, 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.
- 107- Tüzel Y, Öztekin GB, Ongun, AR., Gümü M, Tüzel IH, Eltez RZ. 2004. Organic tomato production in the greenhouse. *Acta Hort*. 659: 729-736.
- 108- Uwe, R. 2007. *The EM use manual in hotel and restaurants*. AGEARTH, Yucatán, México.4 p.
- 109- Vázquez, Edith y Torres, S. 1995. *Fisiología vegetal*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p 289.
- 110- Velazco, A.; Fernandez, F. 2002. Caracterización microbiológica del desecho de la lombriz de tierra. *Cultivos Tropicales*. 11:95-97.
- 111- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. 255: 571-586.
- 112- Vidal, A., José. 2005. *Enciclopedia básica visual*. Editorial: Océano. Tomo VIII. 37-44 p.
- 113- Villatoro, D. E. 2000. Experiencias con EM en Guatemala. *Sustainable Community Development*. 3-4 p.

- 114- Xiang, W., Zhao, L., Xu, X., Qin, Y., y Yu, G. 2012. Mutual information flow between beneficial microorganisms and the roots of host plants determined the bio-functions of biofertilizers. *Amer. J. Plant Sci.*3: 1115-1120.
- 115- Yanes, A. 2015. Evaluación del efecto del fertilizante foliar "Plantos verde" en el crecimiento y desarrollo de plántulas de henequén (*Agave fourcroydes Lem.*) en la fase de previvero. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- 116- Zawolo, Gaydou. 2015. Evaluación de Biofertilizante a base de Biopreparado de Microorganismos Nativos (ME) en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota, L*), e condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".



