



UNIVERSIDAD DE MATANZAS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Título: “Respuesta agroproductiva del cultivo de la col, (*Brassica oleracea* L.) a la aplicación foliar de productos naturales en condiciones de huerto intensivo. ”



Autora: Jeniffer García Falcón.

Tutora: MSc. Dania Bárbara Núñez Sosa.

Curso 2017 – 2018.

PENSAMIENTO.

“...Sin una agricultura fuerte y eficiente que podamos desarrollar con los recursos de que disponemos, sin soñar con las grandes asignaciones de otros tiempos, no podemos aspirar a sostener y elevar la alimentación de la población, que tanto depende todavía de importar productos que pueden cultivarse en Cuba...”

Raúl 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, Jeniffer García Falcón, soy la única autora de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: _____

DEDICATORIA.

- A mis abuelos paternos que aunque la vida no me dio la oportunidad de conocerlos se que desde el cielo han guiado mi camino.
- A mis padres Maylín Falcón Gonzales y Jesús García García por confiar y creer siempre en mi, por guiar mis pasos y porque sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta aquí.
- A mi abuela Cecilia Gonzales Castañeda (mimi) porque se que vive orgullosa de todos mis logros.
- A mi novio Aldo Yusniel Rodríguez Padrón por su apoyo y amor.
- A mi tía Elo por ser de gran ayuda en los primeros años de mi carrera.
- A mi tutora MSc. Dania Bárbara Núñez Sosa por su paciencia, tiempo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS.

- A mis padres y mis abuelos, quienes me han apoyado en todo momento.
- A mi novio por su amor y por ayudarme siempre.
- A mis vecinos por brindarme su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida.
- A todas mis tías (Elo, Maye y Haydee) y a mi prima Liz.
- A mis amigas Lia, Leysis, Milena y Ali por estar ahí cuando más los necesite
- A mi tutora MSc. Dania Bárbara Núñez Sosa, por brindarme sus conocimientos y su experiencia para llegar hasta aquí.
- Al profesor Conrado Camacho por ayudarme en uno de los peores momentos de mi carrera y en general a todos los profesores que contribuyeron con su dedicación y paciencia.
- A Lima el informático de la facultad de agronomía por todo el tiempo que me dedico.
- A la Revolución Cubana por permitirme ser universitaria.
- En general a todos los que de una manera u otra me ayudaron y brindaron su mano cuando lo necesité

OPINIÓN DEL TUTOR.

La producción de hortalizas en el contexto de la Agricultura Urbana constituye una de las prioridades del estado cubano para satisfacer las crecientes demandas de alimentos a la población, a su vez, las hortalizas poseen una alta demanda por parte de los pobladores que incorporan a diario en la dieta, sin embargo, existen limitaciones para su producción a causa de las insuficientes entregas de materia orgánica para utilizar en las modalidades de organónico y huertos intensivos.

El Trabajo de diploma: “Respuesta agroproductiva del cultivo de la col, (*Brassica oleracea* L.) a la aplicación foliar de productos naturales en condiciones de huerto intensivo”, desarrollado por la estudiante Jeniffer García Falcón presenta gran importancia por la trascendencia que constituye el empleo de estimuladores 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, permitiendo 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 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 foliar de productos naturales (biopreparado de microorganismos nativos (ME) y Plantos verde) en el crecimiento del cultivo de la col (*Brassica oleracea* L), variedad KKcross, para lo cual se realizó un experimento en condiciones de huerto intensivo, en áreas del organóponico 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 15, 30 y 45 días posteriores al trasplante. 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 $p < 0,05$ auxiliándonos del paquete estadístico Statgraphics, versión 5.0. Los resultados obtenidos, sugieren que las aplicaciones simples y combinadas de los estimuladores del crecimiento de origen natural (Biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) y Plantos verde) mostraron en su generalidad valores superiores con respecto al tratamiento control, en el rendimiento y sus componentes y en los contenidos de proteínas solubles totales, carbohidratos solubles totales y azúcares reductores. El análisis de factibilidad económica de la aplicación de productos naturales foliares mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia en todos los tratamientos evaluados.

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

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Problema.....	2
3.	Hipótesis.....	3
4.	Objetivos.....	4
5.	Revisión bibliográfica.....	5
5.1	El cultivo de la col.....	5
5.1.1	Origen del cultivo de la col.....	5
5.1.2	Importancia económica y alimenticia.....	5
5.1.3	Taxonomía y descripción morfológica.....	7
5.1.4	Exigencias ecológicas.....	9
5.2	Abonos orgánicos y biofertilizantes.....	10
5.2.1	Ventajas y beneficios en el uso de los abonos orgánicos.....	13
5.2.2	Características y beneficios de los biofertilizantes.....	14
5.3	Microorganismos eficientes (ME).....	16
5.3.1	Antecedentes. Definición.....	16
5.3.2	Mecanismo de acción.....	18
5.3.3	Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.....	18
5.3.4	Efectos de los Microorganismos Eficientes.....	20
5.4	El fertilizante ecológico “Plantos verde”.....	22
5.4.1	Características del producto y composición.....	22
5.4.2	Modo de acción y efectos biológicos.....	24
6	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
6.1	Evaluaciones realizadas.....	30
6.2	Análisis Estadístico.....	30
6.3	Evaluación Económica.....	31
7.	RESULTADOS Y DICUSIÓN.....	32
7.1	Evaluación económica.....	41
8	CONCLUSIONES.....	43

9	BIBLIOGRAFIA.....	45
	Anexos.....	60

1. Introducción.

Las hortalizas en general juegan un rol importante en la alimentación humana, ganando espacio en la preferencia de la población. *Brassica* es el nombre latino de las coles, término que se deriva a su vez, del latín *caulis* que significa tallo y que corresponde al nombre general en español para el grupo de hortalizas que componen esta especie. De las seis variedades botánicas que más se utilizan en el mundo, la col de repollo (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata* L), perteneciente a la familia *Brassicaceae* (Crucíferas) es la más popular en Cuba.

El cultivo de la col en Cuba se ha incrementado en los últimos años, fundamentalmente con motivo de la gran aceptación de esta especie por la población, y por la creciente demanda de productos hortícolas en general, todo ello como resultado del perfeccionamiento de la producción en las diferentes modalidades de la Agricultura Urbana.

Este movimiento contempla el uso de tecnologías que posibilitan el incremento de la calidad y las producciones durante todo el año para casi todas las hortalizas, entre las que se encuentra la col de repollo (MINAG, 2007).

El uso de los productos naturales en las modalidades de la Agricultura Urbana, constituye una alternativa viable para el aumento de los rendimientos agrícolas para la satisfacción de las demandas crecientes por parte de la población, resulta además sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, lo cual permite obtener producciones a bajo costo además de contribuir con la conservación del medio ambiente.

2. Problema.

Baja disponibilidad de materia orgánica para restituir los niveles recomendados en los huertos intensivos, que trae consigo disminución en los rendimientos del cultivo de la col.

3. Hipótesis.

Si se realizan aplicaciones foliares de productos naturales en áreas de huertos intensivos, pudiera bioestimular el crecimiento y desarrollo vegetal con la resultante del incremento en el rendimiento del cultivo de la col.

4. Objetivos.

a. Objetivo General: Evaluar el efecto de la aplicación de productos naturales foliares en el crecimiento del cultivo de la col (*Brassica oleracea* L) variedad KKcross en condiciones de huerto intensivo.

b. Objetivos específicos:

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

5. Revisión bibliográfica.

5.1 El cultivo de la col.

5.1.1 Origen del cultivo de la col.

El cultivo se considera originario de la región mediterránea (Guenkov, 1974) y de las costas marítimas de Gran Bretaña y del sudoeste de Europa (Huerres y Caraballo, 1996). Recientemente se demostró que su origen obedece a escapes del cultivo con incorporación de genes foráneos en el genoma de *Brassica oleracea* silvestre extendida por el centro europeo según cita Benítez *et al.*, (2007).

Su distribución es muy alta y se cultiva en diferentes regiones del mundo. Para el año 2009, se reportaron alrededor de 3.2 millones de hectáreas sembradas de este cultivo (de las cuales 800,000 fueron en América) produciendo alrededor de 71 millones de toneladas (Maršić *et al.*, 2012).

Actualmente se cultiva en las regiones templadas de Asia y en los trópicos. Las variedades de coles se agrupan en: hoja crespa, la col verde, morada y la col china de hojas algo cerradas que no alcanzan a formar cabeza (Terranova, 2007),

5.1.2 Importancia económica y alimenticia.

En Cuba la col es un cultivo hortícola de importancia, se produce en todas las provincias del país, presenta diversos usos, lo mismo en fresco que en conserva (Huerres y Caraballo, 1996).

Su producción está dedicada básicamente al consumo fresco de la población y una cierta cantidad, se destina para conserva como coles encurtidas o mezcladas con otros vegetales. Su demanda es superior comparada con otras crucíferas debido a los hábitos alimentarios ya establecidos y según señala Benítez *et al.*, (2011) como resultado del desarrollo hortícola en los programas de la Agricultura Urbana que promueven estos cultivos considerando su alto valor nutritivo. Su amplia aceptación y preferencia se debe a sus cualidades gustativas, tanto en forma fresca como en conserva, elaborada de múltiples formas, así como a su aporte en vitaminas y minerales (Calderón, 2009).

Proporciona buenos rendimientos tanto en huertos intensivos como en organopónicos y se puede cultivar durante todo el año. Este cultivo ocupa un lugar importante en la dieta del consumidor cubano y representa el 10 % en el volumen anual de la producción hortícola del país (ACTAF, 2015).

La col de repollo es particularmente rica en carbohidratos (16.9 %) y vitaminas. Según Guenkov, (1974) el contenido de vitaminas C de esta varía de 35 a 60 mg y según la experiencia de algunos investigadores, las hojas exteriores del repollo son más ricas en este elemento que las interiores. Es importante el contenido de azufre que posee (0,03 - 0.04 %).

No obstante, el contenido nutricional es variable, dependiendo de las condiciones ambientales, la edad, el cultivar y el método de conservación, procesamiento y preparación del mismo. El principal aporte a la dieta humana corresponde a vitaminas y minerales, donde se destaca el elevado suministro de vitamina C; el requerimiento diario de esta vitamina en una persona adulta se supliría consumiendo 100 g del producto fresco; el sabor y olor característicos están dados básicamente, por compuestos azufrados, responsables también de su poder antioxidante.

Es un alimento rico en fibras, en provitamina A, en vitamina C, en ciertos compuestos azufrados, antioxidantes, entre otros elementos (SIBUC, 2001). Su aporte más importante son las vitaminas E y C.

Recientemente se ha demostrado que el repollo tiene propiedades preventivas contra las enfermedades, por poseer una capacidad antioxidante de 2,04 mM Trolox/g, compuesto que retrasa el envejecimiento y combate la degeneración y muerte que provocan los radicales libres en las células (Gutiérrez *et al.*, 2007).

Los vegetales de la familia *Cruciferae* juegan un importante papel en la salud y nutrición humana debido a su contenido en glucosinolatos, isotiocianatos (ITCs), carotenoides, compuestos fenólicos, y minerales (Mithen *et al.*, 2000; Podsedek, 2007). En especial, la mayoría de los estudios dirigen su atención al estudio de los glucosinolatos, los cuales, según amplias evidencias en la literatura, son los

principales responsables de las cualidades organolépticas, nutritivas y medicinales de las crucíferas (Mithen, 2001). Los glucosinolatos y sus productos de degradación han demostrado ser unos potentes inhibidores del crecimiento de ciertas células tumorales. Así, se ha comprobado que ciertos compuestos como el sulforrafano, derivado de la glucorafanina, un glucosinolato presente en las hojas de rúcula y en otras crucíferas como el brécol, tienen un marcado efecto protector contra determinadas sustancias carcinogénicas (Juge *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2009; Keum *et al.*, 2009; Chambers *et al.*, 2009; Traka *et al.*, 2010).

5.1.3 Taxonomía y descripción morfológica.

5.1.3.1 Taxonomía.

División: *Macrophyllrophyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Magnoliopsidae*

Orden: *Chaparrales*

Familia: *Brassicaceae*

Género: *Brassica*

Espécie: *Brassica Oleracea var capitata*.

Pertenece a la familia de las *Brassicaceae* que se caracteriza por contener especies de ciclo corto con amplia adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas. Según Nosek *et al.*, (2011) es una familia que incluye alrededor de 3500 especies que se distribuyen en 350 géneros.

5.1.3.2 Descripción morfológica.

Es una planta bienal, en el primer año se forma solo el follaje y el repollo. En este se acumulan las sustancias nutritivas de reserva, necesarias para el crecimiento del tallo floral, al principio del ciclo vegetativo. En el segundo año se produce el tallo floral (semilla). En Cuba debido a las condiciones climáticas, solo ocurre la primera fase.

5.1.3.2.1 Raíces.

El repollo se caracteriza por poseer una gran cantidad de ramificaciones radicales muy finas, con muchos pelos absorbentes, particularmente en las ramificaciones más jóvenes, lo que favorece su capacidad de absorción. La mayor parte de las raíces está ubicada a una profundidad de 30 – 45 cm aunque algunas pueden llegar hasta 1,50 m y lateralmente alcanzar hasta 1,05 m. Las características rizogénicas citadas determinan grandes exigencias de agua y frecuentes aplicaciones de fertilizantes. (Restrepo, 2010).

5.1.3.2.2 Tallo.

Durante el primer ciclo vegetativo (germinación hasta la formación de cabeza) la planta de repollo forma un tallo corto herbáceo, erecto y sin ramificaciones.

Sobre el tallo, en las axilas de las hojas están situadas las yemas laterales que durante las primeras fases del ciclo vegetativo se encuentra en estado de reposo. Solamente la yema apical es activa. El crecimiento de las laterales puede ser estimulado con solo suprimir la yema apical posibilitándose así aunque de escasa importancia comercial (Suquilanda, 1996).

5.1.3.2.3 Hojas.

Las hojas pueden ser sésiles o de pedúnculo corto, grandes de limbos redondeados o elipsoidales, con un color que varía desde unos verde claro hasta intensos violáceos, glabros y cubiertos de una capa cerosa que da resistencia a la sequía.

Las nervaduras de las hojas pueden tener diferente desarrollo, presentándose algunas veces muy gruesas debido a un crecimiento anormal de los tejidos constituyéndose esta anomalía un índice de baja calidad de los repollos o cabezas. (Aguirre, 1997).

El final de la fase que caracteriza la formación de la roseta de hojas da inicio a la formación de la cabeza del repollo. Esta cabeza no es más que una gigantesca yema compuesta y está formada por un tallo interior, hojas notablemente arrugadas no abiertas, yema apical y yemas laterales situadas sobre el tallo en las axilas de las hojas (Bolea, 1982).

5.1.3.2.4 Flores.

Las coles son plantas bienales (excepto muchos cultivares de brócoli y coliflor que presentan ciclo de vida anual), por lo que requieren de un período de vernalización para florecer. (Centeno, 1972).

El número de flores es grande (centenas de flores) de coloración amarilla, llegando a medir cerca de un cm, cuando están abiertas. Estas flores son hermafroditas, actinomorfas, heteroclamídeas. Presentan 4 sépalos y 4 pétalos dispuestos en forma de cruz de donde se denomina el nombre de crucífera.

Algunos autores indican que a pesar de que las flores son hermafroditas, la polinización es cruzada debido a una autoincompatibilidad genética (Caicedo, 1972).

5.1.4 Exigencias ecológicas.

El cultivo de la col está muy ampliamente difundido en el mundo. Gracias a su gran adaptabilidad, la col se aviene a gran variedad de condiciones geográficas.

Su relativa resistencia al frío la hace de gran número de países y regiones con condiciones desfavorables para otras plantas.

La col se cultiva sobre todo en los países del norte, aunque en los del sur se cultiva durante los periodos más propicios. Aunque las exigencias de la col a las condiciones ambientales no son muy diferentes, para la correcta formación de los órganos es necesario que se satisfagan algunas exigencias ecológicas específicas.

Para el desarrollo óptimo de repollo, se necesitan temperaturas entre los 15 y 20 °C y la disponibilidad regular de agua; bajos suministros de agua pueden repercutir directamente en la disminución de sus rendimientos (Muleke *et al.*, 2014). Una frecuencia adecuada de riegos (típicamente al menos 7 veces por semana) también mejora las propiedades organolépticas porque reduce los

compuestos responsables de sabores amargos, permitiendo aumentar la percepción de dulzura en el repollo (Radovich *et al.*, 2005).

Las altas temperatura mayores de 30 °C son perjudicial para la col, sobre todo si están acompañadas de una baja humedad del suelo y del aire. En tales condiciones, las plantas permanecen pequeñas, el sistema foliar se reduce, el tronco exterior se alarga notablemente y los repollos que se obtienen son pequeños y de bajos rendimientos.

Las temperaturas altas son menos perjudiciales cuando existe un adecuado balance de la humedad entre el suelo y el aire.

Las temperaturas más propicias para el crecimiento y desarrollo armónico de la planta de la col son aproximadamente de 15 a 16 °C, aunque a tal temperatura dicho crecimiento armónico es lento.

La col exige mucha iluminación. En caso de haber poca, las plantas se ahílan fácilmente.

5.2 Abonos orgánicos y biofertilizantes.

Entre las acciones para proteger los agroecosistemas y prevenir su degradación, la aplicación de abonos orgánicos tiene una importancia significativa, pues resulta insoslayable que la materia orgánica (MO) y particularmente el humus, es el sostén básico para la vida en este medio (Sánchez *et al.*, 2011).

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. 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).

El uso de abonos de origen orgánico, además de su aporte nutricional a los suelos, proporciona biomasa microbiana, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales, estimula el crecimiento vegetal y la calidad de las producciones agrícolas (Wang y Lin, 2002), preserva las propiedades del suelo (Salter, 2006) e incluso mejora la resistencia de las plantas a las plagas (Oka y Yermiyahu, 2002; Gómez-Rodríguez *et al.*, 2008).

La aplicación de MO 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).

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).

Con la introducción de la fertilización orgánica en sistemas de producción protegidas (López *et al.*, 2015) lograron rendimientos promedios de 12,87 kg/m² convirtiéndose en una alternativa orgánica como vía para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos.

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

nutrimentos 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 (Carvajal y Mera, 2010 y Bouajila y Sanaa, 2011). Los abonos orgánicos tienen el potencial de ser una fuente de nutrimentos económica y de gran eficacia en la nutrición de los cultivos.

En las últimas dos décadas son muchos los bioestimulantes que se han utilizado en la agricultura mundial, los 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).

En la actualidad, los inoculantes microbianos poseen gran preponderancia ecológica y económica en la agricultura. El papel de los microorganismos se ha incrementado de manera prominente para la conservación y fertilidad de los suelos (Adesemoye y Kloepper, 2009; Hungría, Rubens, Souza, y Pedrosa, 2010).

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 y Ortuño, 2007; Xiang, Zhao, Xu, Qin, y Yu, 2012).

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).

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 antagónicas 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 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 Brahmaaprakash, 2016).

Estos biofertilizantes pueden ser aplicados a las semillas, la superficie de las plantas o el suelo para colonizar la rizósfera o el interior de la planta, y promover el crecimiento al aumentar la oferta o disponibilidad de nutrientes primarios a la planta huésped.

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).

5.2.1 Ventajas y beneficios en el uso de los 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.

- 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.
- 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.
- Mejora en la salud humana.

5.2.2 Características y beneficios de los biofertilizantes.

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 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 rizobacterias 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.

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, Salah 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 y el Sistema Integrado de Nutrición Vegetal (Raghuwanshi, 2012).

Los biofertilizantes se producen mediante un cultivo natural y además son inofensivos para los seres humanos. Por estas razones, pueden conducir a un desarrollo económico sostenible para los agricultores y el país donde se produce (Mishra y Dash, 2014).

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).

5.3 Microorganismos eficientes (ME).

5.3.1 Antecedentes. Definición.

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

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

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

Al respecto Correa (2009) señala que la tecnología del ME se ha experimentado en más de 110 países, especialmente en la República Popular Demócrata de

Corea, Vietnam, Laos, Myanmar, Bhután, Maldivas, Pakistán y Egipto, los gobiernos tienen ya abierto el camino para la implementación.

Internacionalmente, existen numerosas experiencias exitosas de la utilización de bioproductos elaborados con tecnología ME, tanto en la producción de vegetales (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).

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.

Piedrabuena (2003) indica que 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. En tal sentido (Madera *et al.*, 2009) señalan que los ME contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida.

ME no es un sustituto de otras prácticas, es, en cambio una dimensión agregada para optimizar nuestras mejores prácticas de manejo de suelos y cultivos, el uso de enmiendas orgánicas, el reciclado de los desechos de los cultivos, y el bio-control de plagas. ME puede aumentar significativamente los efectos benéficos de éstas prácticas (Higa, 1993). ME se compone de culturas mixtas benéficas y que existen naturalmente en la naturaleza, que pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en plantas y suelos (Higa y Párr, 1994).

Hurtado (2001) expresa que no es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos

microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes.

La producción y aplicación de ME es considerada como una práctica agroecológica que se emplean en nuestro país para la obtención de alimentos saludables. Varios estudios demuestran que la producción ecológica de alimentos puede reducir efectivamente tanto problemas ambientales como sociales (Esquivel et al., 2008; Pretty, 2008; Perfecto et al., 2009; Altieri y Toledo, 2011; Tomich et al., 2011). 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 (Mougeot, 2005; 2006; Aquino y Assis, 2007).

5.3.2 Mecanismo de acción.

Hurtado (2001) manifiesta que 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.

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

5.3.3 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.

Según Shuichi (2009) cada una de 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.

5.3.3.1 Levaduras.

Biosca (2001) indica que 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 láctico y actinomicetos.

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

5.3.3.2 Actinomicetos.

La Red de Agricultura natural para la región Asia/ Pacífico por sus siglas APNAN (2003) manifiesta que 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.

5.3.3.3 Hongos de Fermentación.

APNAN (2003) expresa 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.

5.3.4 Efectos de los Microorganismos Eficientes.

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

Semilleros.

1. Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
2. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
3. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
4. Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.

Plantas de cultivo.

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

Suelos.

1. Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, 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 Rizósfera (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.

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.

En la actualidad, la producción orgánica está usando de forma acelerada los microorganismos eficientes, los cuales, según (Oliva *et al.*, 2014) se definen como una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que contienen microorganismos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos, así como metabolitos derivados de la fermentación. En la agricultura, estos microorganismos han sido ampliamente usados con diferentes propósitos, demostrando que mejoran la

calidad de los suelos; los que al entrar en contacto con la materia orgánica segregan sustancias beneficiosas tales como: vitaminas, ácidos orgánicos y minerales, que son considerados los principales responsables de la descomposición de la materia orgánica (Montaño *et al.*, 2010). Además, se estima que son una fuente prometedora de sustancias bioactivas, debido a su capacidad de producir metabolitos secundarios e incremento de la biodiversidad microbiana (BIOEN, 2011).

5.4 El fertilizante ecológico “Plantos verde”.

Con la invención del tratamiento tribomecánico de materiales naturales a través del inventor croata Tihomir Lelas en los años 90, 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 tales como trigo, cebada, maíz, arroz, y también con los cultivos de *Jatropha* y palmeras (Melgar, 2004).

5.4.1 Características del producto y composición

Dentro de los bioestimulantes empleados en la agricultura se encuentran productos comerciales como el Plantos Verde, Herbagreen, los cuales constituyen un complejo nutricional sistémico y bioestimulante que es una formulación equilibrada soluble en agua que contiene nitrógeno, fósforo y potasio. También contiene micronutrientes, algas, vitaminas y ácidos húmicos (Calvo *et al.*, 2014).

“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.

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.

Según Oekomaterial (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 France, 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.

Plantos Verde presenta similitud comercial con el Ever Megagreen, es un complejo nutricional sistémico y bioestimulante, es regulador de macro y microelementos esenciales para el crecimiento de los cultivos, contiene fitohormonas y vitaminas de origen vegetal que actúan como promotores del crecimiento.

Este bioproducto posee sustancias húmicas, estas constituyen una de las alternativas más estudiadas dentro de un grupo de productos empleados en la agricultura orgánica, fundamentalmente aquellas sustancias húmicas que se obtienen a partir de fuentes orgánicas de carácter reciclables dado fundamentalmente por su acción bioestimulantes del tipo “like-hormone”.

También 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 (Calvo *et al.*, 2014).

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.

“Plantos verde” es muy asimilable por las plantas (hasta un 85%) y posee un pH muy estable (Dragan, 2008). En la Tabla 1 se muestra el contenido del preparado.

Tabla 1. 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

5.4.2 Modo de acción y efectos biológicos

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.

Cuando se aplica las partículas activadas de CaCO₃ se descomponen sobre la superficie de la hoja, y posibilita la admisión de calcio y de carbono. Gracias al reducido tamaño de las partículas de calcita (inalcanzado hasta ahora), penetran por los poros de las hojas alcanzando directamente el interior de la hoja.

Dentro de la hoja la enzima “Rubisco” es la responsable del crecimiento. El desarrollo de toda planta se ve limitado por un mecanismo arcaico llamado fotorespiración. Cuando empobrece el contenido de CO₂ en el interior de la hoja, la enzima Rubisco enlaza con el oxígeno y se desencadena un proceso biológico que cuesta mucha energía y agua, aparte de reducir en 20 - 30 % la fotosíntesis.

Se informa que las partículas de Megagreen liberan CO₂, la enzima Rubisco enlaza el CO₂ y favorece la actividad fotosintética de la planta. El resultado es un mejor desarrollo de las hojas y del fruto.

Otros efectos del bioproducto Plantos Verde y sus componentes estructurales. Plantos Verde promueve la salud general de la planta y aumenta la tolerancia de las plantas a condiciones adversas (NATURAGRO S.A, 2016); además:

1. Promueve una mayor masa de raíces y el vigor de las plantas tratadas.
2. Mejora la frecuencia de emisión foliar al reducir la "hoja de encogimiento".
3. Estimula la precocidad, reduciendo de este modo el ciclo de cultivo en 3 - 8 días, dependiendo de las condiciones ambientales.
4. Incrementa el desarrollo de los tejidos, y aumenta la productividad de los cultivos tratados.
5. Mejora la calidad de la fruta en la cosecha.
6. Aumenta el rendimiento mediante la mejora del peso y la calidad de las cosechas.
7. Mejora significativamente la rentabilidad y costo/beneficio.

El calcio presente en este producto, es importante tanto para las estructuras de las paredes celulares (aglomeración de polisacáridos) como para la integridad de las membranas celulares. Por eso la presencia de calcio tiene un efecto positivo sobre la formación y conservación de los frutos.

El hecho de que la planta tenga calcio disponible en la hoja constituye una ventaja esencial en el período de crecimiento ya que este elemento se desplaza con dificultad y de este modo garantiza que se encuentre precisamente donde la planta lo necesite. Debido a que las membranas y las paredes celulares están mejor construidas, se forma una barrera física más efectiva contra enfermedades y determinados parásitos.

El calcio es uno de los transmisores más importantes en las reacciones de estrés en las plantas, ya sea por un organismo patógeno o por condiciones medioambientales adversas. Una vez traspasada la barrera física, el transmisor patógeno en la planta activa una reacción defensiva que refuerza la epidermis y por tanto cambia la actividad metabólica.

El calcio es uno de los componentes de la ATPase, la enzima necesaria para la conversión de ATP en ADP. Esta reacción es insustituible ya que suministra la energía necesaria para la formación de azúcar (fase oscura de la fotosíntesis).

Según ExcelAg 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.

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 CO₂ aumenta el proceso de fotosíntesis y reduce la respiración celular (Figura 1).

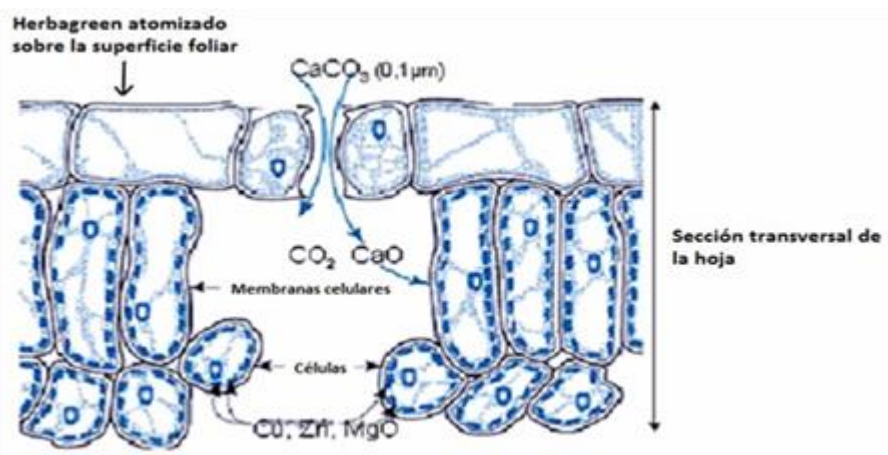


Figura 1. Efecto de “Plantos verde” sobre el proceso de fotosíntesis. Modificado de (Herbogreen, 2008).

El centro de estudios en Francia Agronomic Research Internacional Center for Development, refirió en 2006, 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 (Herbogreen, 2008).

Dentro de las cualidades que se atribuye a este producto se encuentran: aumento de la productividad (acelera la nutrición de la planta con las materias nutritivas), aumento de la materia seca y la dulzura de los frutos, los sabores y los olores; reduce el período vegetativo del fruto (maduración más rápida), 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 reduce la necesidad de los plaguicidas y del agua en dependencia del cultivo (hasta un 30 %), alarga el tiempo del almacenamiento de los frutos y del transporte, mejora las características organolépticas de los frutos y la intensidad del color de las plantas y su aplicación foliar no presenta consecuencias perjudiciales (Herbogreen, 2008).

6 MATERIALES Y MÉTODOS.

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación se realizó un experimento en áreas del huerto intensivo perteneciente a la Granja Urbana, situado en la Universidad de Matanzas, en el municipio y provincia del mismo nombre, en el cultivo de la col (*Brassica oleracea L*) variedad Kkcross.

Se utilizaron para ello 18 surcos contiguos con una longitud de 25m de largo, con una distancia de plantación de 0,90 m X 0,40 m, estableciéndose parcelas experimentales de 15 m², con cuatro réplicas por tratamiento, utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado. (Figura 2 y Anexo 1).



Figura 2. Área experimental.



Figura 3. Variedad Kkcross.

Los productos bioestimuladores de origen natural empleados fueron:

- Biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m⁻² producidos en la planta de bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM, que se encuentra localizada en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. (Figura 4)
- Plantos verde a una dosis de 4 kg.ha⁻¹ comercializado por OEKOMINERAL AG, Alemania. (Figura 4)

Estudiándose los siguientes tratamientos.

- T1: Control (T).
- T2: Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL.m⁻², asperjado a los 15; 30 y 45 días posteriores al trasplante.
- T3: Aplicación de Plantos verde en dosis de 4 kg.ha⁻¹, asperjado a los 15; 30 y 45 días posteriores al trasplante.
- T4: Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 10 mL. + Plantos verde en dosis de 4 kg.ha⁻¹, asperjado a los 15; 30 y 45 días posteriores al trasplante.

Las aplicaciones fueron realizadas en horas tempranas de la mañana, utilizándose para ello una mochila manual marca MATABI.



Figura 4. Productos empleados.

La obtención del biopreparado de microorganismos nativos se efectuó en la Planta de producción de Bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM.

6.1 Evaluaciones realizadas.

Para las evaluaciones realizadas se tomaron 20 plantas aleatoriamente en cada parcela experimental en el momento de la cosecha, determinándose:

- Diámetro polar. Con el empleo del pie de rey.
- Diámetro ecuatorial. Empleando pie de rey.
- Peso del repollo (g). Utilizando balanza analítica.
- Rendimiento en kg.m^{-1} .
- Contenido de carbohidratos solubles totales (mg.mL^{-1}).
- Contenido de proteínas solubles totales (mg.mL^{-1}).
- Contenido de azúcares reductores (mg.mL^{-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).

- **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.

- **Contenido de azúcares reductores.**

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

6.2 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.

6.3 Evaluación Económica.

Se determinó la factibilidad económica de la aplicación de los productos empleados. 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 huerto intensivo y el desarrollo del cultivo.

Para el cálculo de los gastos de aplicación de los productos foliares, se tuvo en cuenta los gastos de aplicación de los mismos, así como los gastos de los productos utilizados, según los precios siguientes:

- Microorganismos Eficientes. \$ 10.00 MN el litro.
- Plantos verde. 2 500 USD/t.

Se partió de los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, asumiendo un área de 15m² 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:

Producción obtenida (kg) = Rendimiento (kg/m²) x Área (m²).

Para determinar los ingresos se tuvo en cuenta el precio de venta. La venta se realizó por unidad a un precio de \$ 5,00.

Utilizándose la siguiente expresión:

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

La ganancia fue calculada empleando la siguiente fórmula:

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

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

7. RESULTADOS Y DICUSIÓN.

La respuesta del cultivo de la col (*Brassica oleracea L*) a la aplicación de estimuladores del crecimiento de origen natural (Biopreparado a base de microorganismos nativos y Plantos verde) se presenta en las figuras de la 5 a la 11.

En la figura 5, se puede observar la respuesta del diámetro polar, donde las medias oscilaron entre 15,61 cm y 18,08 cm, las mejores respuestas fueron obtenidas en los tratamientos donde se aplicó Plantos verde en forma simple (T3) y la aplicación combinada de Plantos verde y biopreparado de microorganismos nativos (T4), los cuales no difieren entre sí pero si del tratamiento control (T1), donde se obtuvo el menor diámetro polar. La aplicación simple de biopreparado de microorganismos nativos (T2) mostró diferencias significativas con la aplicación combinada de los productos foliares evaluados, pero no con el resto de los tratamientos.

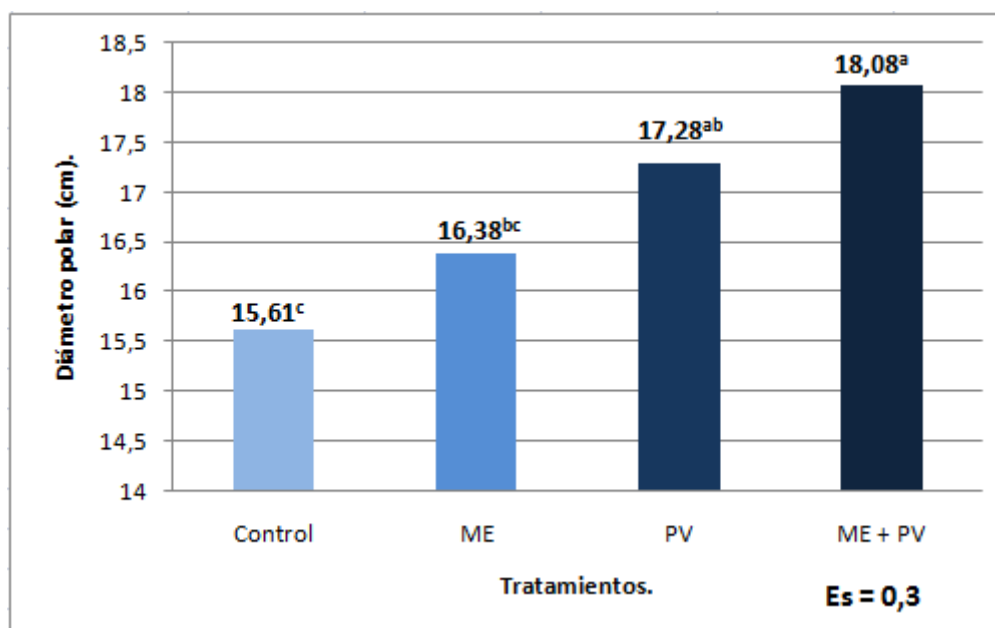


Figura 5. Respuesta del diámetro polar (cm) en el cultivo de la col a la aplicación foliar de productos naturales.

En la figura 6, se puede observar la respuesta del diámetro ecuatorial, en este indicador el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento donde se realizó la aplicación combinada de los estimuladores del crecimiento de origen natural (T4),

el cual muestra diferencias significativas del resto de los tratamientos. El tratamiento 3 , en el que se aplicó el Plantos verde también muestra resultados favorables, siendo significativamente superiores al resto de los tratamientos, sin embargo no alcanza valores similares a los alcanzados en el tratamiento 4. Los resultados más bajos se encontraron en el tratamiento control (T1) y en el tratamiento 2 en el que se aplicó de forma simple el biopreparado de microorganismos nativos.

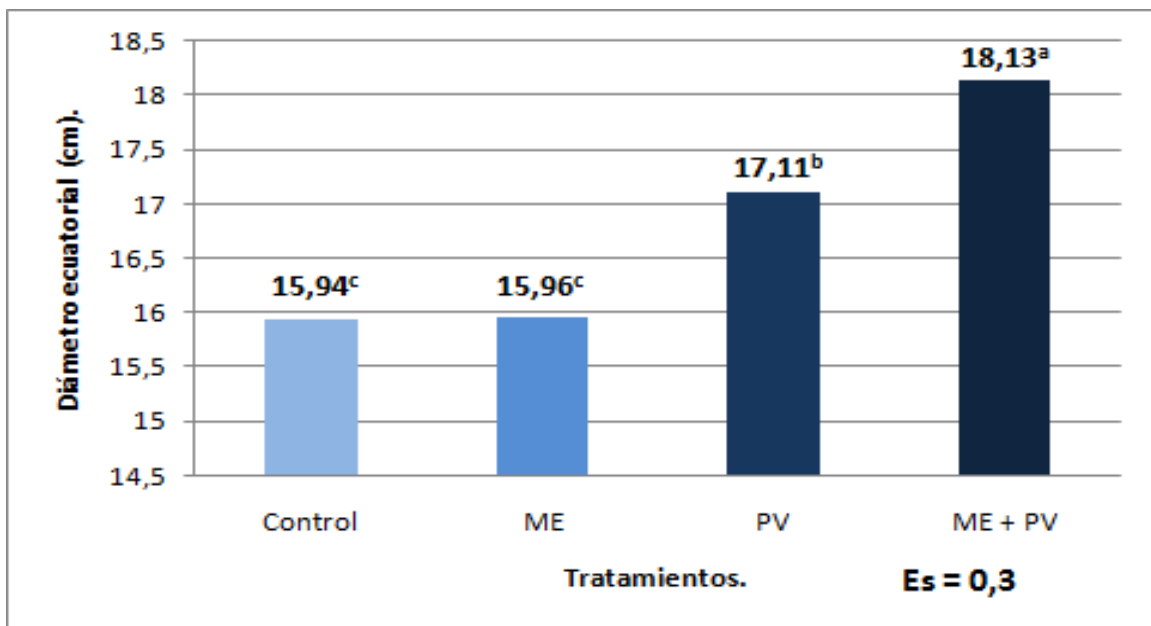


Figura 6. Respuesta del diámetro ecuatorial (cm) en el cultivo de la col a la aplicación foliar de productos naturales.

De manera general en los indicadores antes mencionados se aprecia una respuesta favorable del cultivo a la aplicación simple de Plantos verde y a la combinación de Plantos verde y biopreparado de microorganismos nativos, comportándose de manera similar el tratamiento control y el tratamiento donde fue aplicado de forma simple el biopreparado de microorganismos nativos.

Armenteros (2017) obtuvo resultados similares a los nuestros al evaluar los mismos productos y dosis en el cultivo de la lechuga en las variables diámetro de la roseta, peso seco en hojas y rendimiento.

Valores similares encontraron (Pérez y Casanova, 1992 y Benítez *et al.*, 2007) para el diámetro polar y ecuatorial del repollo, en KK Cross.

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.

Lescaille *et al.*, (2015), en el rendimiento de la habichuela obtuvieron incrementos estadísticamente favorables para las combinaciones del ME con las cepas de EcoMic[®], por tanto se observa que la combinación múltiple propicia mejores resultados que la aplicación simple de cada producto.

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 7, se puede observar la respuesta del peso del repollo, donde el tratamiento 4 muestra el mayor valor con 2,53 kg con diferencias estadísticas entre el resto de los tratamientos. Las aplicaciones simples de los estimuladores del crecimiento de origen natural muestran respuestas similares, sin diferencias estadísticas entre ellos, a su vez la aplicación simple de biopreparado de microorganismos nativos se comportó similar al control.

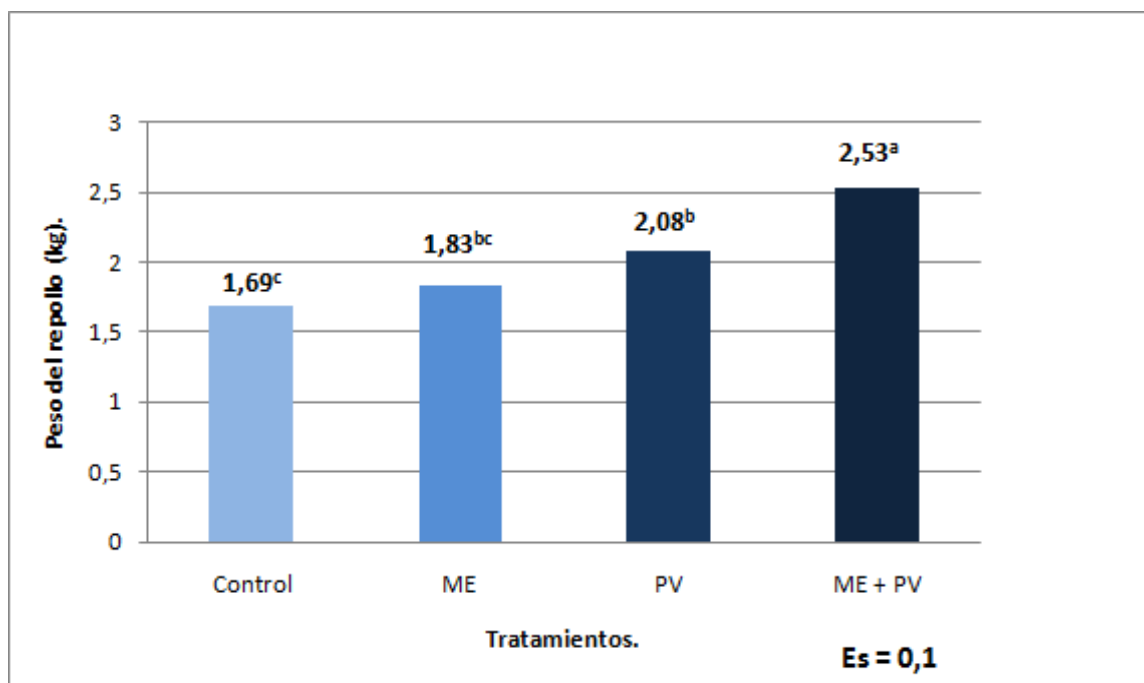


Figura 7. Respuesta del peso del repollo (kg) en el cultivo de la col a la aplicación foliar de productos naturales.

Es importante señalar que existen numerosas investigaciones donde se demuestra que es posible alcanzar una reducción de la fertilización mineral, logrando una influencia positiva en el entorno ambiental y económico, ya que con la aplicación de los bioproductos orgánicos permite obtener buenos rendimientos y enriquecer la población microbiana del suelo (Gutjahr *et al.*, 2009), disminuyendo el consumo de un material costoso y poco accesible como los fertilizantes minerales, criterios que sustenta además (Falcón, 2016).

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 y 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.

Para el cultivo de la Col (*Brassica oleracea* L.) se han obtenido resultados favorables con la aplicación de los microorganismos eficientes, estos incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, de forma general funcionan como desintegradores de la materia orgánica del suelo, restableciendo su equilibrio microbiológico y mejorando las condiciones físico-químicas a la vez que son capaces de producir sustancias bioactivas estimuladoras del crecimiento y desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los resultados obtenidos por Álvarez *et al.*, (2012).

El comportamiento de los indicadores bioquímicos de respuesta biológica de la planta se presenta en las figuras 8, 9 y 10 donde se puede observar que en todos los casos se destaca la aplicación combinada de los estimuladores del crecimiento de origen natural aplicados, los cuales muestran valores aumentados en todos los casos.

En los indicadores bioquímicos carbohidratos solubles totales y proteínas solubles totales se puede apreciar que las aplicaciones simples y combinadas de

biopreparado de microorganismos nativos y Plantos verde superan al tratamiento control, mostrándose diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados.

Mientras que en los azúcares reductores totales la aplicación simple de Plantos verde y la combinación de biopreparado de microorganismos nativos y Plantos verde mostraron respuestas similares, superiores a la aplicación simple de biopreparado de microorganismos nativos y al tratamiento control, entre los cuales no se evidenció diferencias significativas.

Lo anteriormente descrito demuestra que la aplicación foliar de productos naturales en condiciones de huerto intensivo puede incrementar la calidad nutricional de este cultivo, reflejado en los niveles aumentados de carbohidratos, proteínas y azúcares reductores.

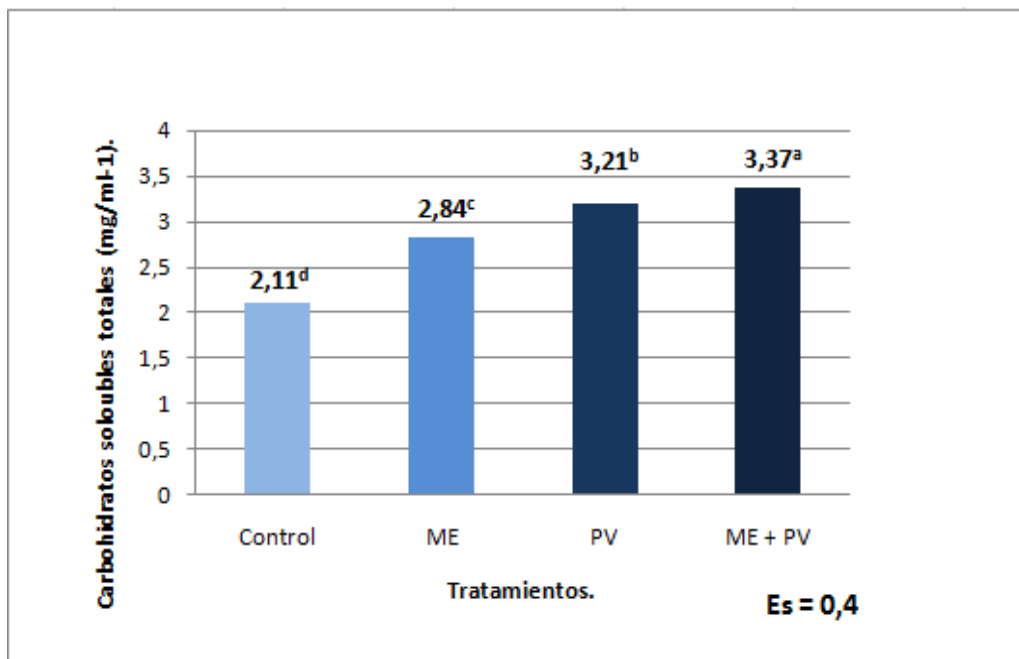


Figura 8. Contenido de carbohidratos solubles totales (mg/ml⁻¹).

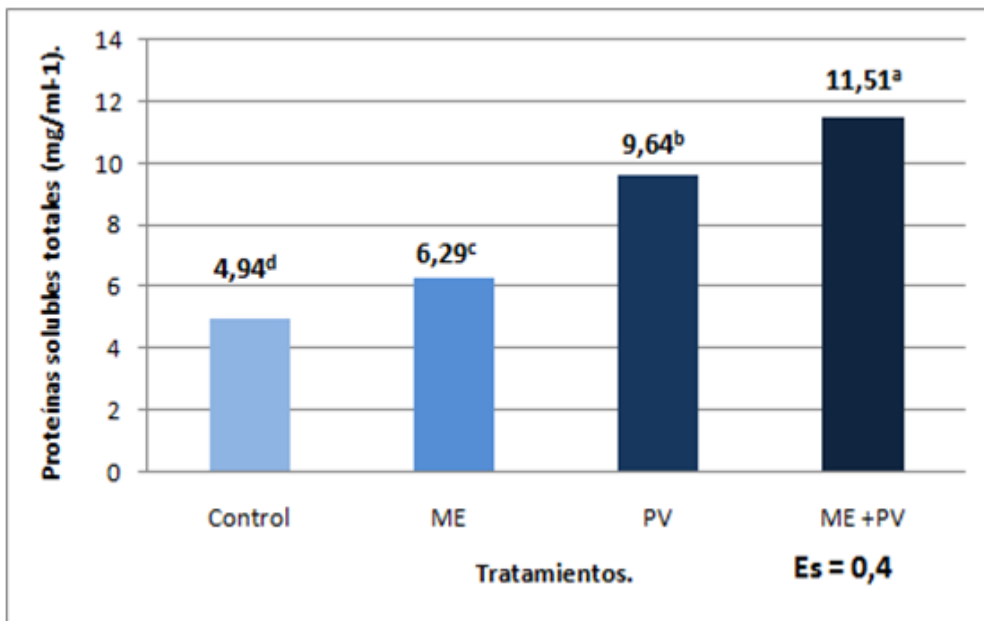


Figura 9. Proteínas solubles totales (mg/ml^{-1}).

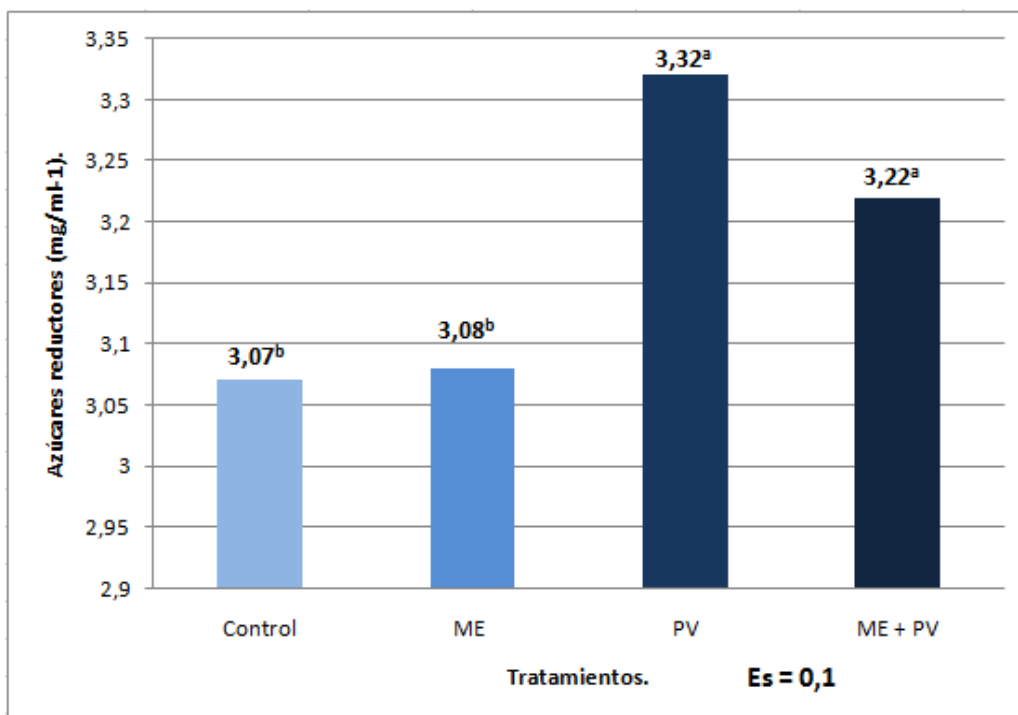


Figura 10. Contenido de azúcares reductores (mg/ml^{-1}).

Por los resultados obtenidos en esta investigación se puede afirmar que de manera general hubo un efecto positivo a la aplicación foliar de productos naturales de forma simple y combinada en condiciones de huerto intensivo en la respuesta biológica del cultivo y en los indicadores bioquímicos evaluados, destacándose el tratamiento donde se aplicó de manera combinada Plantos

verde y biopreparado de microorganismos nativos, los cuales de alguna manera produjeron un efecto positivo sobre los procesos fisiológicos de las plantas que permitieron el incremento de la biomasa, con un mayor efecto en la combinación de estos productos de acuerdo con las condiciones de estudio.

Los efectos de 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 (Herbagegreen, 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).

Por otro lado el efecto que tienen los microorganismos eficientes sobre el metabolismo de las plantas, pudiera estar relacionado con un aumento de la capacidad fotosintética de los cultivos, lo cual puede asociarse con el incremento de las concentraciones de carbohidratos solubles totales y azúcares reductores (Silva, 2009).

Según Hurtado (2001) 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 nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. También, los microorganismos eficientes 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.

Un estudio realizado por Sanovita (2011) empleando 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 la figura 11 se observa el rendimiento alcanzado por el cultivo de la col. El menor rendimiento fue obtenido en el tratamiento control (T1), que difiere significativamente de los tratamientos donde se aplicó de forma combinada los productos naturales (T4) y con la aplicación simple de Plantos verde (T3), pero no mostró diferencias significativas con la aplicación simple de bioprepado de microorganismos nativos (T3).

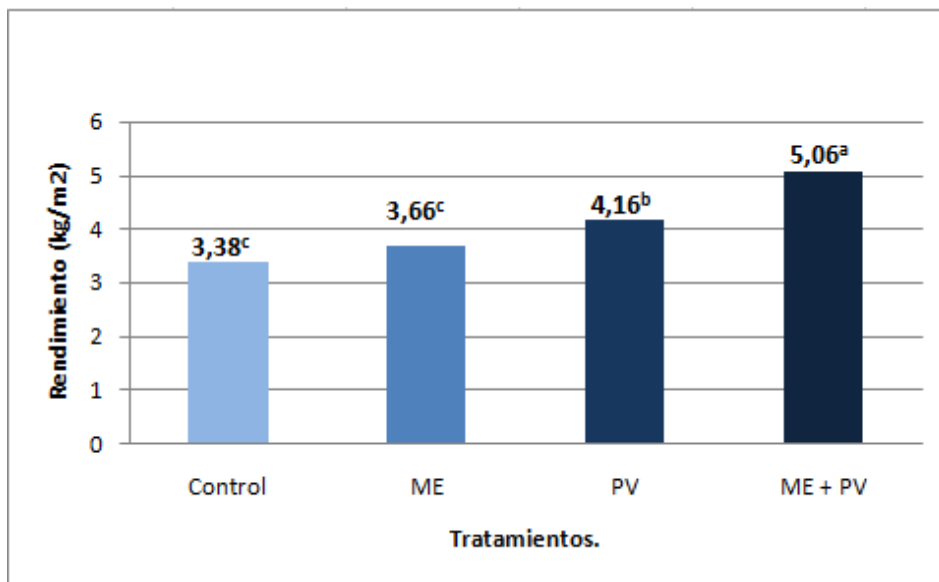


Figura 11: Rendimiento alcanzado en el cultivo de la col.

Resultados favorables con la utilización de bioproductos y su influencia en los componentes del rendimiento de varios cultivos han sido obtenidos en diferentes cultivos por autores como: (Fundora *et al.*, 2009) en el cultivo del boniato;

(Serbelló *et al.*, 2013) en el cultivo de la fruta bomba; (Zuaznabar *et al.*, 2013) en el cultivo de la caña de azúcar; (Martínez *et al.*, 2013) en el cultivo del Maíz; (Ramos *et al.*, 2013) en el cultivo de la guayaba; (Maceda, 2013) en el cultivo del tabaco; (Pulido *et al.*, 2013 y Liriano *et al.*, 2015); en el cultivo de la cebolla; (Borrero *et al.*, 2014) en el cultivo de la yuca; (Castellanos *et al.*, 2014 y Peña *et al.*, 2015) en el cultivo del frijol; (Meriño *et al.*, 2015) en el cultivo de la soya, solo para citar los trabajos más recientes, lo que pone de manifiesto la eficiencia de del uso de los biofertilizantes y bioestimulantes en rendimiento de las especies agrícolas.

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 mL. m⁻², con un incremento del rendimiento de 0,72 kg.m⁻², de la misma forma reflejan que los indicadores bioquímicos se vieron favorecidos.

En las condiciones de Cuba Abreu *et al.*, (2013) informan incrementos en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanun tuberosum* L) y en otras variables de eficiencia biológica del cultivo, con la aplicación del fertilizante herbagreen y la reducción de las dosis de fertilizante químico

7.1 Evaluación económica.

El análisis de la factibilidad económica de la aplicación foliar de productos naturales en el cultivo de la col en condiciones de huerto intensivo, muestra resultados económicos favorables en todos los tratamientos objeto de investigación, avalados por la obtención de ganancias, siendo superiores las mismas con el empleo de los productos naturales evaluados con respecto al tratamiento control. (Tabla 2).

Tabla 2. Valoración económica de los resultados obtenidos en el cultivo de la col en condiciones de huerto intensivo.

Conceptos	Unidad	T	ME	PV	ME + PV
Rendimiento	Kg . m ⁻²	3,38	3,66	4,16	5,06
Producción	kg	50,7	59,4	62,4	75,9
Ingresos	\$	253,5	274,5	312,00	379,50
Gastos	\$	60,16	70,80	67,16	77,80
Ganancias	\$	193,34	203,70	244,84	301,70

El empleo de estimuladores del crecimiento de origen natural 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.

8 CONCLUSIONES.

1. Las aplicaciones foliares simples y combinadas de productos naturales (Biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) y Plantos verde) de manera general mostraron valores superiores con respecto al tratamiento control, en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la col..
2. Los contenidos de proteínas solubles totales, carbohidratos solubles totales y azúcares reductores de manera general se vieron favorecidos con las aplicaciones foliares de los productos de origen natural empleados.
3. El análisis de factibilidad económica de la aplicación de estimuladores del crecimiento de origen natural mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia en todos los tratamientos evaluados.

9. RECOMENDACIONES.

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

9 BIBLIOGRAFIA

1. Abreu, O; Oramas, G; Liriano, R; Véliz, J; Ost, P y Monzón, S. 2013. Respuesta del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a la combinación del fertilizante Herbagreen con fertilizante químico. Centro Agrícola. 44(1): 80 – 89.
2. ACTAF. 2015. Guía técnica para la producción del cultivo de la col. MINAGRI. La Habana.18p.
3. Adesemoye, A. O., & Kloepper, J. W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85(2): 1-12.
4. AGROMINERAL. 2016. Comment Appliquer Plant od Verde. Pulvériser, Mode d'application, Dosage. Agromineral France 4 Rue Jules Verne 57600 Forbach. [en línea]. Disponible en: www.agromineralfrance.fr. [Consulta: enero, 29 2018].
5. Aguirre. 1997. Informe Técnico-económico del cultivo del repollo en la meseta de los pueblos. Cooperativa de Ahorro y Crédito “La Meseta”. San Marcos. Carazo. 5 p.
6. Altieri, M. A. y Toledo, V.M. 2011. “The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants”, E Journal of Peasant Studies. 38 (3): 587-612.
7. Álvarez, J.L.; Núñez, Dania B.; González, R.L. & Terence, G. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. Centro Agrícola, 39 (4):27-30.
8. APNAN. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. 2003. Manual de Aplicación [en línea]. Disponible en: www.apnam.com. [Consulta: Abril, 1 2018].
9. Aquino, A. M. y Assis, R. L. 2007. “Agricultura orgánica en áreas urbanas y periurbanas con base agroecológica”, Ambiente & Sociedad. 10 (1): 137-150.
10. Aranda, S. 2011. Manual de elaboración del biol. Curso de soluciones prácticas [en línea]. Disponible en:

<http://es.slideshare.net/frederys1712/manual-de-elaboracindelbiol?related=1>[Consulta: febrero, 18 2018]

11. Armenta, A., García, B., Camacho, R., Apodaca L. Montoya G. y Nava, M. 2010. Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. 1(6):51-56.
12. 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.
13. Barragán-Ocaña, A. y Valle-Rivera, M. 2016. Rural development and environmental protection through the use of biofertilizers in agriculture: An alternative founder developed countries? *Technology in Society*. 4(6): 90-99.
14. Bashan, Y.; Holguín, G. & Ferrera Cerrato, R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. *Terra*, 14 (2):159-192.
15. Benítez, M. E., 2007. Comportamiento de variedades de col (*Brassica oleracea* var. capitata L.) en Cuba, XI Jornada Científica "Juan Tomás Roig in memoriam". Resúmenes. Taller de Recursos Fitogenéticos y Mejoramiento Genéticos. INIFAT
16. Benítez, M. E., Rivero, P. y Martínez, J. 2011. Evaluación del Fondo Genético Comercial Cubano de Col. AGRISOT.
17. Bhardwaj, D; Ansari, MW; Sahoo, RK; 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):66-66.
18. Bhattacharjee, R. y Dey, U. 2014. Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*. 8 (24): 2332-2343.
19. BIOEN (Servicios de asistencia técnica para el sector agropecuario y ambiental). 2011. En Tecnología EM (Microorganismos Eficaces) Perú [en línea]. Disponible en [http:// www.BIOEM.com.pe](http://www.BIOEM.com.pe). [Consulta: abril, 26 2018].

20. Biosca, A. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [en línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr> [Consulta: Marzo, 16 2018].
21. Bolea. 1982. Cultivo de coles, coliflores, y bróculis. S.A. Barcelona. Editorial Sintesis. 323p.
22. Borrero, Yolaisis.; Rojas, Omara.; Rodríguez, Alegna. & Morales, E. 2014. Evaluación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares y el FitoMas-E® en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la yuca. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 18 (1):48-55.
23. Bouajila, K., & Sanaa, M. 2011. Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. *J. Mater Environ*. 2(5): 485-490.
24. 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].
25. Caicedo. 1972. Curso de Horticultura. 3Ed. Edición Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía 286p.
26. Calderón. 2009. Uso de Abonos Orgánicos y Bioles, en la nutrición del follaje, Monografía. Ecuador. 56p.
27. Calvo, P; Nelson, L y Kloepper, J. 2014: Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 10.1007/s11104-014-2131-8. 34p.
28. Carvajal, M. J., & Mera, B. A. 2010. Fertilización biológica: técnica de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. 5(12): 78-96.
29. 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):33-36.
30. Castellanos, Xiomara.; Montoya, A.; Hernández, Maisy.; Parra, Alma. & Posos, P. 2014. Efecto del FitoMas-E® y compostaje de residuales de cochiguera en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 18 (1):94-102.

31. Centeno. 1972. Evaluación del rendimiento agronómico de doce cultivares de repollo (*Brassica oleracea*. L) y la incidencia de *Plutella xylostella* L., en la estación experimental del valle de Sébaco. Matagalpa. 35p.
32. Chambers, K. F., Bacon, J. R., Kemsley, E. K., Mills, R. D., Ball, R. Y., Mithen, R. F., Traka, M. H. 2009. Gene expression profile of primary prostate epithelial and stromal cells in response to sulforaphane or iberin exposure. *Prostate* 69: 1411-1421.
33. Copo, Gertrudis. 2004. Microorganismos Eficientes. [en línea]. Disponible en: <http://www.expocampoyucatán.com/>. [Consulta: febrero, 1 2018].
34. Correa, M. 2009. Microorganismos Eficaces (EM). [en línea]. Disponible en: <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=543>. [Consulta: abril, 25 2018].
35. 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.
36. Dragan, L. 2008. Etude de l'effet de l'herbage sur les légumineuses au Sénégal [en línea]. Disponible en: www.acting-herbagegreen.com [Consulta: Marzo, 20 2018].
37. Dubois, M.K., A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem.* 28(3): 350-356.
38. EARTH. 2008. Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.) Limón. Costa Rica. 16p.
39. EMprotec. 2008. Utilización de los EM en la producción ganadera [en línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/1999/xhtml>. [Consulta: mayo, 26 2018].
40. Esquivel, C. G.; Cedillo, J. y Gómez, L. I. 2008. "Agroecología y sustentabilidad", *Convergencia*. 15 (46): 51-87.

41. Excel Ag Corporation. 2017. Evergreen Systemic Nutritional Complex and Biostimulant [en línea]. Disponible en: <https://excelag.com/product-priority/top-product>. [Consulta: enero, 29 2018]
42. Falcón, A.B. 2016. Las oligosacarinas y sus potencialidades para el desarrollo de bioproductos para la agricultura en Cuba. Conferencia impartida por el Dr.C Alejandro Falcón Rodríguez, del INCA, en el Consejo Técnico Asesor de la EEPF "Indio Hatuey", 27 de Mayo del 2018.
43. Fundora, L.R.; González, J.; Ruiz, L.A. & Cabrera, J.A. 2009. Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante FitoMas-E® y el biofertilizante EcoMic® en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*, 30 (3):14-17.
44. GmbH-Megamin. 2008: Comments about Plantos Verde Use. GmbH-Megamin Corporation. 5 p.
45. Gómez-Rodríguez A, Villa-Briones A, Vargas-Hernández M., Zavaleta-Mejía E, Ramírez Alarcón S. 2008. Incorporación de vermicomposta para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Chapingo Ser. Hort.* 14(7): 249-255.
46. Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana, Col de repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata L.). La Habana.
47. Gutiérrez, A.; Ledesma, L.; García, I. y Grajales, O. 2007. Capacidad Antioxidante total en Alimentos Convencionales y Regionales de Chiapas, Ciudad Habana. 1(33): 50.
48. Gutjahr, C.; Casieri, L. & Paszkowski, U. 2009. Glomus intraradices induces changes in root system architecture of rice independently of common symbiosis signaling. *New Phytologist*, 182 (4):829-837.
49. Herbagreen. 2008. Fertilizante Natural Foliar. [en línea]. Disponible en: <http://www.actingherbagreen.com> [Consulta: noviembre, 4 2017].
50. 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, 30 2018].
51. Higa, T. 2004. Effective microorganisms - a new dimension for nature farming. In: Parr, J. F., Hornick, S. B. & Simpson, M. E. (Eds.),

- Proceedings of the 2nd International Nature Farming Conference. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, USA, 20-22p.
52. Higa, T. y Párr. J. 1994. Microorganismos Benéficos y Eficaces para una agricultura y medio ambiente sustentable. *Microbiología de Suelos* [en línea]. Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/microbiologia/microbiologia.html> [Consulta: Mayo, 21 2018].
53. 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.
54. Huerres, C. y Caraballo. N. 1996. *Horticultura. Cultivo de la Col*, 33(6): 54-69.
55. Hungria, M., Rubens, C., Souza, E., & Pedrosa, F. 2010. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yield of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil*, 33(1): 413-425.
56. Hurtado. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [en línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgb> [Consulta: Marzo, 2, 2018].
57. 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, 26 2018].
58. 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.
59. 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.

60. Juge, N., Mithen, R. F., Traka, M. 2007. Molecular basis of chemoprevention by sulforaphane: a comprehensive review. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64: 1105-1127.
61. Keum, Y. S., Khor, T. O., Lin, W., Shen, G., Kwon, K. H., Barve, A., Li, W., Kong, A. N. 2009. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of broccoli sprouts on the suppression of prostate cancer in transgenic adenocarcinoma of mouse prostate (TRAMP) mice: implication of induction of Nrf2, HO-1 and apoptosis and the suppression of Akt-dependent kinase pathway. *Pharmaceutical Research*, 26: 2324-2331.
62. 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.
63. Liriano, R.; Núñez, Dania B.; Ibáñez, Dianela. & García, P. 2015. Evaluación de la aplicación de biopreparados a base de Microorganismos Nativos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola*, 42 (2):5-10.
64. López, P., Castillo, A., Montejo, J.L., Guevara, A., Bardanca, T., Peña, E., Hartman, T. y Casañola, A. 2015. Introducción de alternativas orgánicas para la producción de hortalizas en sistemas de cultivos protegidos *Centro Agrícola*, 42(1):91-93.
65. López, R.; Montano, R. & Caminero, R. 2003. Aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentus* L) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. *FORUM*, Universidad de Guantánamo, Cuba, 12 p.
66. Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R. Randall. 1951. Protein measurement the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 19(3): 265-275.
67. Maceda, L.M. 2013. Utilización de VIUSID Agro, Bayfolán forte y FitoMas-E® en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba, 33p.

68. 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: marzo, 2 2018].
69. Malusá, E., Pinzari, F. y Canfora, L. 2016. Efficacy of biofertilizers: challenges to improve crop production. Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity: functional applications. 2(7): 17-40.
70. Maršić, NK; Šturm, M; Zupanc, V; Lojen, S; Pintar, M. 2012. Quality of white cabbage yield and potential risk of ground water nitrogen pollution, as affected by nitrogen fertilization and irrigation practices. Journal of the Science of Food and Agriculture 9(21):92-98.
71. 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.
72. Martínez, N.; González, J.A. & Piñeiro, D.A. 2013. Efecto de FitoMas-E® en el maíz (*Zea mays* L.) variedad Tuzón a las condiciones edafoclimáticas del municipio Amancio Rodríguez, Las Tunas. Innovación Tecnológica, 19 (1):1-12.
73. Melgar, R. 2004. Actual and Potential Use of Micronutrient Fertilizers in Argentina. IFA International Symposium on Micronutrients. , New Delhi, India.
74. Meriño, Yanitza.; Boicet, T.; González, G.; Boudet, Ana.; Gómez, Yarisbel. & Bárzaga, O. 2015. Respuesta productiva del cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merrill) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMás-E® .Centro Agrícola, 42 (2):65-70.
75. Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 3(1): 426-428.
76. MINAG. 2007. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Sexta edición ACTAF-INIFAT.

77. 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.
78. Mithen, R. 2001. Glucosinolates-biochemistry, genetics and biological activity. *Plant Growth Regulation*, 34: 91-103.
79. Mithen, R. F., Dekker, M., Verkerk, R., Rabot, S., Jonson, I. T. 2000. Review: The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods. *Journal of Science of Food and Agriculture* 80: 967-984.
80. Montaña, N., Sandoval, A., Camargo, R. y Sánchez. 2010. Los microorganismos: Pequeños Gigantes. [en línea]. Disponible en: www.elementos.buap.mx/num77/pdf/15.pdf. [Consulta: marzo, 10 2018].
81. 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.
82. Mougeot, L. 2005. *Agropolis: the social, political and environmental dimensions of urban agriculture*, Sterling: Earthscan.
83. Mougeot; L.J.A, 2006. *Growing Better Cities. Urban Agriculture for Sustainable Development*, IDRC (International Development Research Centre).
84. 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.
85. Muleke, EM; Saidi, M; Itulya, FM; Martin, T; Ngouajio, M. 2014. Enhancing Cabbage (*Brassica oleraceae* Var capitata) Yields and Quality through Microclimate Modification and Physiological Improvement Using Agronet Covers. *Sustainable Agriculture Research* 32(8):24.
86. NATURAGRO S.A. 2016). Mecanismo de acción y eficacia biológica del Plantos Verde. [en línea]. Disponible en: www.NATURAGRO.NET. [Consulta: mayo, 3 2018].

87. Nosek, M; Surówka, E; Cebula, S; Libik, A; Goraj, S; Kornas, A; Miszalski, Z. 2011. Distribution pattern of antioxidants in white cabbage heads (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. Alba). *Acta Physiologiae Plantarum* 336:2125-2134.
88. 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 orgapónico. *Herbagreen con fertilizante químico*. *Centro Agrícola*. 44(2): 29 – 35.
89. Oeko Mineral. 2010. *Plantosverde, the original from inventor*. Deutschland AG, Germany. 4p.
90. Oka Y, Yer miyahu U. 2002. Suppressive effects of composts against the root-k not nematode *Meloidogyne javanica* on tomato. 33(9): 891-898.
91. Oliva, R., Fariñas, M., Núñez D., Pérez, M. Naranjo, B. y Concepción C. 2014. Estudio toxicológico de irritabilidad dérmica y ofálmica de EM (VersaKlin®). *RETEL*. 4(4):29-33.
92. 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.
93. Peña, K.; Rodríguez, J.C. & León, N. 2015. Efectos de la aplicación simultanea de FitoMas-E® y Biobrás 16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Infociencia*, 19 (3):1-11.
94. 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. *Suelo y nutrición*. 8(4):10-29.
95. Pérez, P. y Casanova, A. 1992. Estudio de ocho variedades de col, durante el período no óptimo en diferentes marcos de plantación. *Agrotecnia de Cuba*, 24(1), 53 – 58.
96. Perfecto, I.; Vandermeer; J. y Wright, A. 2009. *Nature'smatrix: linking agricultura conservation and foods over eignty*, Londres: Earthscan.

97. Piedrabuena. 2003. ¿Microorganismos eficientes: que son? [en línea] Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid> [Consulta: noviembre, 1 2017].
98. Pilates, M. 2008. Tecnología de los microorganismos eficientes. [en línea] enero. Disponible en: www.martinguidofitness.com [Consulta: febrero, 19 2018].
99. Podsdek, A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *Food Science and Technology* 40: 1-11.
100. Pretty, J. N. 2008. "Agricultural sustainability: concepts, principles, and evidence", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 36(3):447-465.
101. Pulido, J.; Soto, R. & Castellanos, R. 2013. Efecto del BioBrás y el FitoMas-E® en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 40 (1):29-34.
102. Radovich, TJ; Kleinhenz, MD; Streeter, JG. 2005. Irrigation timing relative to head development influences yield components, sugar levels, and glucosinolate concentrations in cabbage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 130(6):943-949.
103. Raghuwanshi, R. 2012. Opportunities and challenges to sustainable agriculture in India. *Nebio*. 3 (2): 78-86.
104. 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.
105. Ramos, I.; Arozarena, N.J.; Reyna, Y.; Telo, L.; Ramírez, M.; Lescaille, J. & Martín, Gloria M. 2013. Hongos Micorrízicos Arbusculares, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y FitoMas-E®: Una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja Cubana. *Cultivos Tropicales*, 34 (1):5-10.
106. Restrepo, J. 2010. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1-239p.

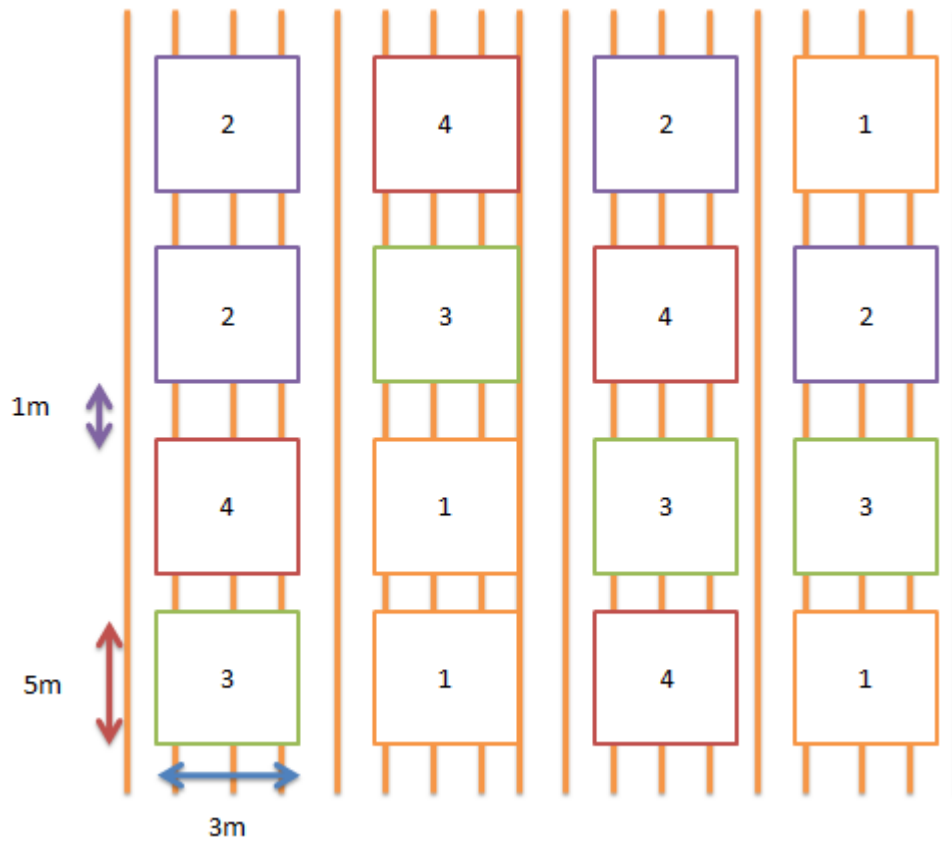
107. Rodríguez, M. Microorganismos eficientes (EM). 2009. [en línea]. Disponible en:http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20_manuel%20r.pdf [Consulta: febrero, 21 2018].
108. Rojas, R. K., & Ortuño, N. 2007. Micorriza arbuscular en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola. *Acta Nova*, 3(6): 697-719.
109. Ruiz, C., Russian, T.; Tua, D. 2007. Effect of the organic fertilization in the cultivation of the onion (*Allium cepa* L). *Agronomia Tropical*. 24(7): 15-24.
110. 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):39-50.
111. 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.
112. Salgado, D. 2007. Tecnologías para la utilización de los EM en la producción ganadera. *Ecotecnologías*, Caracas, Venezuela. 4-9p.
113. Salter, C. 2006. Compost and compost tea- boost soil vitality “The Cutting Edge” seeds of change.e-Newsletter. [en línea]. Disponible en: http://www.seedsofchange.com/enewsletter /issue_57/compost_tea.asp. [Consulta: enero, 10 2018].
114. 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.
115. Sanovita, 2011. Resultados con Herbagreen. Ejemplo de mejoramiento del crecimiento radicular y del rendimiento de hibernación después del tratamiento otoñal En Sweetheart - Cabbage (col), Irlanda del Norte (empresa Gilfresh).

116. Serbelló, F.G.; Soto, Rafaela. & Mesa, J.R. 2013. Efecto de la aplicación de Fitomás-E® en la producción de posturas de papayo var. Maradol Roja en Cienfuegos, Cuba. *Centro Agrícola*, 40 (1):35-38.
117. 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].
118. SIBUC. 2001. Repollo. [en línea]. Disponible en: <http://www.sibuc.puc.cl> [Consulta: Abril, 19 2018]
119. Silva, M. Microbiología General. 2009. [en línea]. Disponible en: <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismoseficientes.html>. [Consulta: marzo, 7 2018].
120. Singh, S. V., Warin, R., Xiao, D., Powolny, A. A., Stan, S. D., Arlotti, J. A., Zeng, Y., Hahm, E. R., Marynowski, S. W., Bommareddy, A., Desai, D., Amin, S., Parise, R. A., Beumer, J. H., Chambers, W. H. 2009. Sulforaphane inhibits prostate carcinogenesis and pulmonary metastasis in TRAMP mice in association with increased cytotoxicity of natural killer cells. *Cancer Research* 69: 2117-2125.
121. Suquilanda, 1996. Agricultura Orgánica. Ediciones UPS. Publicación Fase II de Fundagro, Impresión Talleres Gráficos ABYA-YALA, Quito-Ecuador 654p.
122. Suquilanda, M. 2014. La Agricultura Orgánica en Ecuador - Radio Turismo Ecuador. [en línea]. Disponible en: <http://radioturismoecuador.com/index.php>. [Consulta mayo, 5 2018].
123. 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* 57(5):407-411.
124. Taiz, L. and Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*, 4th Ed. Sinauer, Sunderland, M. A. 660p.
125. Terranova, E. 2007. *Práctica de la agricultura y ganadería. Cultivos protegidos* Editorial Océano Centrum. Barcelona España. 768p

126. 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.
127. 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.
128. Tomich, T.; Brodt, S.; Ferris, H.; Galt, R.; Horwath, W.R.; Kebreab, E.; Leveau, J. H.; Liptzin, D.; Lubell, M.; Merel, P.; Michelmore, R.; Rosenstock, T.; Scow, K.; Six, J.; Williams, N. y Yang, L. 2011. "Agroecology: A review from a global-change perspective", *Annual Review of Environment and Resources*. 36(10): 193-222.
129. Traka, M. H., Spinks, C. A., Doleman, J. F., Melchini, A., Ball, R. Y., Mills, R. D., Mithen, R. F. 2010. The dietary isothiocyanate sulforaphane modulates gene expression and alternative gene splicing in a PTEN null preclinical murine model of prostate cancer. *Molecular Cancer* 9: 189.
130. Tüzel Y, Öztekin GB, Ongun, AR., Gümü M, Tüzel IH, Eltez RZ. 2004. Organic tomato production in the greenhouse. *Acta Hort.* 65(9): 729-736.
131. Uwe, R. 2007. The EM use manual in hotel and restaurants. AGEARTH, Yucatán, México. 4 p.
132. Velazco, A.; Fernández, F. 2002. Caracterización microbiológica del desecho de la lombriz de tierra. *Cultivos Tropicales*. 11(6):95-97.
133. Vidal, A., José. 2005. Enciclopédia básica visual. Editorial: Océano. Tomo VIII. 37-44p.
134. Villatoro, D. E. 2000. Experiencias con EM en Guatemala. *Sustainable Community Development*. 3-4p.
135. Wang SY, Lin S. 2002. Composts as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry. *J. Plant Nutr.* 25(9): 2243-2259.

136. Xiang, W., Zhao, L., Xu, X., Qin, 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(8): 1115-1120.
137. Zuaznabar, R.; Pantaleón, G.; Milanés, N.; Gómez, I. & Herrera, A. 2013. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar Fitomas-E® en el estado de Veracruz, México. *ICIDCA*, 47 (2):8-12.

Anexos.



Anexo 1: diseño experimental.

