



CETAS

Centro de Estudios
para la Transformación Agraria Sostenible

Tesis en Opción al Título Académico de Máster en Agricultura Sostenible



Título: Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en Aguada de Pasajeros.

Por:

Autora: Ing. María Andrea Luna Feijoo.

Tutora: Dra. Rafaela Soto Ortiz.

Año 2017

“Año 59 de la Revolución”

Resumen

1. El presente trabajo se desarrolló en el Agroecosistema "Acueducto" de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) "Conrado Benítez", del municipio Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico en época de primavera, en el período comprendido del 10 de mayo al 21 de septiembre del 2015. Se empleó la variedad TGH. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz. Se montó un experimento de campo, mediante el cual se conformó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco réplicas. Los tratamientos aplicados fueron: 1. Testigo; 2. Aplicación de Fitomás-E a una dosis de 14 l. ha^{-1} ; 3. Aplicación de ME-50 una dosis de 7 l. ha^{-1} ; 4. Aplicación de ME-JB a una dosis de 7 l. ha^{-1} ; 5. Aplicación de Biobrás-16 a una dosis de 0.12 l. ha^{-1} . A todos los tratamientos se le aplicaron los productos del paquete tecnológico recibido por el productor para la campaña. Las aplicaciones se realizaron en dos etapas de crecimiento a los 25 y a los 50 días, por la vía foliar y al suelo. Las aplicaciones de los bioproductos Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 en el cultivo del maíz tienen un efecto positivo sobre el crecimiento, desarrollo lo que se tradujo en el aumento de los rendimientos en más de un 50% con relación al testigo, además de elevar los ingresos y con ello la rentabilidad.

Palabras clave: Fitomás-E, Biobrás-16, Microorganismos eficientes, rendimiento.

Summary

The present work was developed in the agricultural ecosystem "Acueducto" of the Cooperative of Credits and Strengthened Services (CCSF) "Conrado Benítez", of the municipality "Aguadas de Pasajeros", county Cienfuegos in spring time in the understood period of May 10 at September 21 the 2015. The variety TGH was used. This investigation had as objective to evaluate the effect of Fitomas-E, ME-50, ME-JB and Biobras-16 on the cultivation of the corn. A field experiment was mounted, by means of which conformed to a design of blocks at random with five treatments and five replicas. The applied treatments were: 1. witness; 2. application of Fitomas-E; 3. application of: ME-50; 4. application of ME-JB; 5. application of Biobras-16. To all the treatments they were applied the products of the technological package received by the producer for the campaign. The applications were carried out in two stages of growth at the 25 and the 50 days, they were applied by the via foliating and to the floor. The applications of the biopreparations ME-50, ME-JB, Fitomás-E and Biobras-16 in the cultivation of the corn has a positive effect when increasing the yields in 67.8% besides to elevate the revenues and to increase the yield and with it the profitability.

Words key: Fitomás-E, Biobras-16, efficient Microorganisms, yield.

	pág.
Índice general	
1.0 Introducción	1
2.0 Revisión bibliográfica	4
2.1 Botánica y fisiología del cultivo del maíz.....	4
2.2 Preparación de los suelo	17
2.3 Siembra del maíz.....	17
2.4 Atenciones culturales al maíz.	18
2.5 Los microorganismos eficientes (ME) su uso en la agricultura.....	21
2.6 Brasinoesteroides y su uso en la agricultura.	25
2.7 El Fitomás-E y su uso en la agricultura	31
3. Materiales y métodos	34
3.1 Caracterización del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros.....	34
3.2 Evaluación del efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros	35
3.3 Determinación de la efectividad económica de ME-50, Fitomás-E y Biobras-16, en el arroz en Aguada de Pasajeros.....	37
4 Resultados y discusión	41
4.1 Caracterización del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros.....	41
4.2 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros	48
4.3 Efectividad económica de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros.....	56
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59

1.Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) sirve de base para la alimentación de millones de seres humanos en México, América Central, el Caribe y algunos países de América del Sur, pero en otros como Canadá, EUA y países europeos, se utiliza principalmente en la alimentación de las aves de corral y del ganado; para lo cual utilizan además del grano, las hojas y los tallos (Fuentes, 2014).

Por su importancia económica y para la alimentación del hombre y los animales, el maíz ocupa el segundo lugar a nivel mundial en superficie cultivada, después del trigo. En Cuba se cultivan unas 130 mil hectáreas con un rendimiento del grano de 1,7 t.ha⁻¹, a pesar de contar con variedades e híbrido con adaptación climática y alto potencial de rendimiento. Es por eso necesario manejar debidamente el cultivo (MINAG, 2010).

Dada la importancia que representa el cultivo del maíz para la alimentación, Cuba se ha trazado una proyección estratégica para la producción de este grano con destino a la población hasta el año 2018, para esta fecha está previsto la siembra de una superficie de 145 000 ha con un rendimiento de 3,3 t.ha⁻¹, con el objetivo de sustituir la importación de maíz seco con la producción nacional. Por otro lado, se pretende potenciar la utilización de una densidad de población no inferior a 50 000 plantas por hectáreas y establecer la siembra del 40 % de maíz en la época de invierno (Hernández y Soto, 2012).

Los suelos donde se cultiva el maíz, según estudios realizados por Peña (2010) no tienen la capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento eficiente de las plantas, lo que explica el hecho de que en esas condiciones no se logre un rendimiento apropiado, para ello se debe recurrir al empleo de fertilización. El maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de una alta fertilización, la demanda por nitrógeno es alta, además de otros como el fósforo para obtener buena producción.

La fertilización orgánica, se plantea como una alternativa, a través del uso de nuevos productos a partir de mezclas orgánicas que facilitan un manejo alternativo de la nutrición de cultivos. (Larios et al., 2010). Además, de que los mismos mejoran paulatinamente las propiedades físicas y químicas de los suelos reactivando la flora y fauna microbiana que lo enriquece (Murray et al., 2011).

La sostenibilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los bioproductos en los agroecosistemas. En este sentido, los biofertilizantes como los microorganismos eficientes (ME) y bioestimulantes como el Fitomás-E y Biobrás-16, constituyen un componente vital de los sistemas sostenibles, ya que son medios económicamente atractivos y amigables con el ambiente (Terry et al., 2010).

Los microorganismos eficientes (ME) en el suelo mantienen en orden los ciclos normales de múltiples sustancias. Estos organismos viven naturalmente en el suelo (bacterias, hongos, actinomicetos), donde cumplen múltiples funciones, especialmente degradando y/o transformando diversos materiales para que sean aprovechados en la nutrición de las plantas; así como eliminando los agentes causales de diversas enfermedades que habitan en el suelo (Fundases, 2014).

Se ha demostrado que el Biobrás-16 promueve el crecimiento, la germinación y el rendimiento de cultivos de varias especies (Núñez, 2012). Tiene la doble propiedad de acelerar simultáneamente el crecimiento celular y proteger los tejidos. Además, sus efectos se manifiestan a muy bajas concentraciones y particularmente es más económica. Aun cuando sus efectos protectores sean mínimos, esta propiedad dual lo convierte en una sustancia muy promisoría para la agricultura (Mazorra et al., 2006).

El Fitomás-E, es un líquido de aplicación foliar, estimulante del crecimiento vegetal general, de acción anti-estrés, con efectos que incrementan la producción entre el 6 y hasta el 70 %, en dependencia del cultivo y las condiciones de su empleo (González et al., 2004b).

Matheus (2004) indica que la aplicación de mezclas de fertilizantes químicos y orgánicos, son una alternativa en la producción de maíz; por su parte (Álvarez et al., 2010), plantean que las aplicaciones de estas mezclas deben ser complementarias a los bioproductos, para obtener una mejor respuesta en el incremento del rendimiento del cultivo.

Bajo condiciones de campo, no se han llevado a cabo investigaciones concluyentes sobre el uso combinado de la fertilización y bioproductos en el maíz (Roddick et al., 2013). Aunque la influencia de estos en la translocación de asimilatos en plantas de arroz ya ha sido demostrada (Fujii et al., 1992).

En Aguada de Pasajeros el cultivo del maíz en los últimos años se ha extendido, aunque limitadamente en comparación con el arroz. El rendimiento del grano es de 1.5 t.ha⁻¹ muy por debajo del potencial de las variedades que oscila entre los 4 a 5 t.ha⁻¹ atendiendo a esta situación el uso de fertilizantes químicos, complementado con el uso de los microorganismos eficientes; así como del Biobrás-16 y del Fitomás-E podrían ser una alternativa para elevar el rendimiento.

Atendiendo a esta situación se plantea el siguiente problema científico:

Problema científico

¿Serán las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50, ME-JB o el Biobrás-16 una alternativa para elevar el rendimiento del maíz en Aguada de Pasajeros?

Hipótesis

Las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50, ME-JB o el Biobrás-16, dado su efecto sobre la morfología, la fisiología, el rendimiento y sus componentes podrían ser una alternativa factible para elevar el rendimiento del maíz en Aguada de Pasajeros.

Objetivo general

Determinar el efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar el agroecosistema "Acueducto" del municipio Aguada de Pasajeros.
2. Evaluar el efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros.
3. Determinar la efectividad económica de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros

2. Revisión bibliográfica

2.1 Botánica y fisiología del cultivo del maíz

Origen del maíz

La palabra maíz es de origen indio caribeño, significa literalmente "lo que sustenta la vida". Junto con el trigo (*Triticumaestivum* L) y el arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cereales más importantes del mundo, ya que suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales además es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se produce almidón, aceite, proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible (FAO, 2010).

Los orígenes del maíz fueron en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá, hacia el sur hasta la Argentina y el Caribe. Cristóbal Colón en su primer viaje refirió haber visto en Cuba cuatro tipos de granos: amarillos, blancos, morados y rojos. Sin embargo, en Cuba el manejo de este recurso no tenía la tradición milenaria de Mesoamérica: la yuca y el boniato eran en realidad los cultivos de subsistencia. Los españoles y portugueses lo llevaron a África, Europa y Asia (siglo XVI), alcanzando pronta propagación para convertirse en un alimento universal (González, 2005).

Clasificación botánica del maíz

El maíz pertenece a la familia Poaceae, que incluye otros cereales; al género *Zea*, comprende cinco especies que son originarias de México y Centroamérica: entre ellas el *Zea mays* L., que contiene cuatro subespecies: (1) *Zea mays* L. ssp. Huehuetenan gensis, distribuida en los Altos de Guatemala; (2) *Zea mays* L. ssp. Mexicana; (3) *Zea mays* L. ssp. Parviglumis, el teocintle; y (4) *Zea mays* L. ssp. Mays, a la que pertenece el maíz. El factor que define a esta subespecie es un elemento cultural: la domesticación, que determina una de las características más notables del maíz: la amplia variedad de razas que existen (Vela, 2011).

Morfología de la planta de maíz

El maíz desde el punto de vista morfológico se caracteriza por ser una gramínea anual, robusta, de uno a cuatro metros de altura, de crecimiento determinado, normalmente con un solo tallo dominante, aunque puede producir hijos fértiles. Las hojas son alternas en ambos lados del tallo, la flor es monoica: las masculinas en forma de espiga en la zona apical y las femeninas en las yemas laterales. La floración masculina ocurre normalmente uno o dos días antes que la femenina, la polinización es libre y cruzada con exceso de producción de polen: entre 25 y 30 mil granos de polen por óvulo, las cariósides están en hileras incrustados en la mazorca que en su totalidad está cubierta por hojas. Su metabolismo fotosintético es del tipo C₄ (Fuentes, 2014).

Vázquez (2006), reporta que el crecimiento de la plántula de maíz presenta tres condiciones diferenciales, los cuales son:

1. El estadio heterotrófico, cuando la plántula es totalmente dependiente de las reservas de la semilla.
2. Una etapa de transición, durante la cual el crecimiento heterotrófico comienza a ser autotrófico.
3. Un estadio autotrófico cuando el crecimiento es dependiente de la fotosíntesis.

Raíz

La planta de maíz posee un sistema radicular fasciculado bastante extenso formado por tres tipos de raíces (Kiesselbach, 1954 y Llanos, 2008):

(1) Al germinar las raíces primarias emitidas por el embrión comprenden la radícula y las raíces seminales; (2) las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, constituyen la casi totalidad del sistema radicular; (3) las raíces aéreas o adventicias que nacen en último lugar, en los nudos basales de la base del tallo por encima de la corona de la planta en crecimiento. Las raíces seminales,

primarias o embrionales son funcionales durante la germinación, emergencia, establecimiento y desarrollo inicial de la plántula (en promedio hasta los 10 días después de la emergencia) para luego desaparecer al agotarse las reservas del endospermo e iniciarse el funcionamiento de las raíces absorbentes. Las raíces absorbentes son el sistema radical más importante, porque son las que duran toda la vida vegetativa y realizan casi la totalidad de absorción de agua y nutrientes.

Tallo

Formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes, cerca del suelo; los entrenudos son cortos y de los nudos salen las raíces aéreas; el grosor del tallo disminuye de abajo hacia arriba; su sección es circular, pero desde la base hasta la inserción de la mazorca presenta una depresión que va haciéndose más profunda conforme se aleja del suelo. Desde el punto en que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula, que corona la planta. (Llanos, 2008).

Hoja

Las partes que forman la hoja son: vaina, que envuelve al entrenudo y cubre la yema floral de tamaño variable en largo y ancho, con una nervadura central bien definida, el haz o parte superior con pequeñas vellosidades (pubescencia), el envés o parte inferior lisa sin vellosidades; la lígula en la base de la hoja; también en la base está la aurícula que envuelve el entrenudo (Reyes, 1990); las hojas son sentadas, largas, lisas, alternas y envainadoras; están compuestas de vaina, lígula y limbo. Este es recorrido, en su parte central, por una nervadura principal y a cada lado por nervaduras secundarias paralelas (Loen, 1954); el tamaño de la hoja depende principalmente de la variedad y el clima (Vázquez, 2006).

Flores

Es una planta monoica, lleva en cada planta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas; las flores femeninas se encuentran en las yemas axilares, cada estigma representa un grano de maíz; la flor masculina se encuentra en la espiga, que libera el polen y germina en los estilos de la flor femenina, para

formar el grano de maíz (Llanos, 2008; Reyes, 1990). En el maíz la producción de polen depende del estado nutricional de la planta; así como también la viabilidad de su germinación en los estigmas (Vázquez, 2006).

Fruto

El grano de maíz es una fruta completa (cariópsis) con una semilla. La semilla, que consiste fundamentalmente en el embrión y el endospermo, se encuentra incrustada en el pericarpio, que es parte del ovario. En promedio, el pericarpio ocupa 5.5%, el endospermo 82%, el embrión 11.5% y el pedicelo solamente 1% del total, respectivamente. El grano contiene alrededor de 1.5-1.6% de N, 0.3% de P, 0.35% de K, 0.03% de Ca, 0.12% de S, 0.17% de Mg, correspondiente con 75% de carbohidratos, 10% de proteína, 5% de lípidos y 10% de agua. (Llanos, 2008 y Vázquez, 2006).

Fenología del maíz

Fase vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total. Esta relación se conoce como el índice de cosecha (IC). (Dera, 2014).

Fotoperiodo

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos. Esto significa que el progreso hacia floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperiodo excede de un valor mínimo. En general, para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el fotoperiodo crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al fotoperiodo que puede influir en el retraso en la iniciación de la

espiga. Una disminución del 40% de la intensidad de la luz produce un retraso en la madurez de 5 a 6 días (CEDAF, 2013).

Factores que influyen en el desarrollo fisiológico del cultivo del maíz

El desarrollo de las plantas está influenciado por el clima, suelo y disponibilidad de agua; estos factores controlan el crecimiento y producción; los fenómenos meteorológicos que pueden causar daños al cultivo son: sequia, exceso de humedad, vientos fuertes y temperaturas adversas (Villalpando y Ruiz, 1993).

Suelos

El cultivo de maíz se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentran en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y los muy sueltos (arenosos) (Alonso, 2011). Los primeros por su facilidad a inundarse y los segundos por la tendencia a secarse excesivamente. Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos que presenten buenas condiciones tales como textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. (Dera, 2014).

El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (ph entre 6 y 7). Un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn, con carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrimentos. (Lafitte, 1994).

Temperatura

La temperatura es el elemento primario que influye sobre el desarrollo del maíz; los cultivares lo clasifican como: de madurez temprana o tardía, en base a sus requerimientos térmicos para cumplir ciertas etapas del desarrollo Lafitte, (2001a).

El desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz en la zona tropical está muy relacionada con la altitud (msnm) en donde se encuentra la plantación. Dependiendo de la ubicación de la zona, esta manifestará diferente comportamiento relacionado a la temperatura ambiental. Localidades con menor temperatura posibilita que el desarrollo vegetativo sea más largo y viceversa en condiciones de mayor temperatura desarrollo vegetativo más corto (Cantarero y Martínez, 2012).

Cuando las condiciones de temperatura es mayor al promedio ($>35^{\circ}\text{C}$) durante el desarrollo vegetativo y especialmente en la fase de reproducción, posibilita que la planta entre en un proceso de defensa debido al estrés que provoca este efecto y ocurra una disminución de la tasa de fotosíntesis, posibilita la reducción del número de óvulos, así como la viabilidad del polen, efecto negativo en la fase de llenado de grano y puede repercutir en pérdida de rendimiento. Lo contrario puede ocurrir con las bajas temperaturas que pueden causar daños a la parte vegetativa y reproductiva, por consiguiente, también afectar el rendimiento (Pedrol et al., 2012).

Agua

El cultivo de maíz es un usuario eficiente del agua, en cuanto a la producción total de materia seca y entre los cereales es potencialmente el cultivo de grano de mayor rendimiento; para obtener una producción máxima un cultivo de grano con periodo medio de madurez exige entre 500 a 800 mm de agua, dependiendo de la variedad y del clima; el maíz parece ser relativamente tolerante al déficit de agua durante el periodo vegetativo y de maduración; sin embargo, con un déficit de humedad en el periodo reproductivo, el rendimiento se reduce de 2 a 4% por día de estrés (Salmerón y Ríos, 2013).

La mayor disminución de los rendimientos de grano lo ocasiona el déficit de agua durante el periodo de floración, incluyendo la formación de la inflorescencia, la formación del estigma y la polinización, debido principalmente a una reducción del número de granos por mazorca (reduciendo el rendimiento de 2 a 13% por día de estrés) efecto de la desecación de los estigmas; el déficit de agua durante el periodo del llenado de grano, puede convertirse en una reducción del rendimiento debido a la disminución del tamaño del grano

(reduciendo el rendimiento de 3 a 7% por día de estrés); el déficit de agua durante el periodo de maduración tiene poco efecto sobre el rendimiento (Doorenbos y Kassam, 1986; Ruiz et al., 1999).

El exceso de humedad da lugar a un menor abastecimiento de oxígeno a la raíz, causando un daño directo al sistema radical a causa de la acumulación de productos tóxicos originados por la respiración anaeróbica; el ácido láctico es el primer producto formado, el cambio resultante en el pH de las células favorece rápidamente la formación de aceto-aldehído, el cual es convertido en etanol por medio de la actividad de la deshidrogenasa alcohólica, causando anoxia, que es una acumulación de ácido abscísico y de auxinas, una reducción de los niveles de citoquininas, ácido giberélico y una menor absorción de nutrientes (Lafitte, 2001b).

Galdámez (2014), menciona que para producir un kilogramo de maíz se necesita unos 188 litros de agua, además se ha encontrado que la asociación del maíz con frijol o calabaza, ambos cultivos utilizan más eficiente el agua; sin embargo en el campo hay pérdidas adicionales de agua por la evaporación del suelo, y solo una fracción de la materia seca producida forma el grano. Lo que significa que un cultivo con buena disponibilidad de agua usa alrededor de 800 a 1 000 gramos de agua por cada gramo de grano producido (Lafitte2001b).

Para que se produzca una buena cosecha es requisito indispensable que exista en el suelo humedad que satisfaga las necesidades de la planta. El consumo de agua varía según el subperíodo de desarrollo y resultan críticos los de germinación, brotación, floración y formación-llenado del grano; siendo este último donde se produce el mayor consumo diario de agua (Ruiz, 2013).

El maíz requiere de 3 600 a 5 000 m³ de agua por hectárea para todo su ciclo vegetativo. De ellos, 1 600- 2 000 m³.ha⁻¹ desde la siembra hasta el inicio de la floración, 1 400- 1 750 m³.ha⁻¹ durante la floración y la formación de los granos y de 600- 1250 m³.ha⁻¹ para el desarrollo y crecimiento del grano. (Dera, 2014).

Las profundidades de humedecimiento serán de 30- 40 cm hasta la floración y de 60 cm después que haya iniciado esta, siempre que las características

físicas del suelo lo permitan, para de esta forma lograr una capacidad de campo superior al 85 % (CEDAF, 2013).

Radiación

Solo el 3% de la radiación total que incide sobre el cultivo del maíz es usada para la fotosíntesis; parte de la energía remanente calienta el follaje, este calor es disipado por medio de la transpiración y la evaporación de agua de las hojas (Lafitte, 2001b).

EL rendimiento del maíz es función de muchos factores medioambientales y de la propia planta, que algunas veces están interrelacionados. Dos de ellos (la distribución del área foliar y la radiación dentro del dosel de la planta) están relacionados con el proceso fotosintético. El dosel o follaje de plantas que reciben la mayor proporción de energía radiante incidente tendrá una eficiencia fotosintética aumentada (Wall y Kanemasu, 1990).

En el dosel, el índice de área foliar (IAF) es un importante parámetro biofísico para analizar la cantidad de radiación fotosintéticamente absorbida. Un aumento en el IAF proporciona aumento de producción de biomasa; pero, debido al auto sombreado de las hojas, la tasa fotosintética media por unidad de área foliar decrece. (Lucchesi et al., 1987).

Cantarero y Martínez (2012) explican que el rendimiento de maíz en las tierras bajas de los trópicos son generalmente más bajos comparados con los obtenidos en las regiones templadas, aun usando insumos comparativamente altos; esto se puede atribuir a diversos factores relacionados con la radiación solar, tales como que la luminosidad total acumulada durante el periodo de crecimiento del maíz tropical es reducida gradualmente por los días cortos, por una alta cubierta nubosa durante gran parte del periodo de crecimiento, por las cortas estaciones de crecimiento debido a las altas temperaturas y la distribución irregular de las lluvias (Jong et al., 1982 citado por Vázquez, 2006); además se menciona que el promedio diario de irradiación durante el periodo de llenado de grano dio lugar a más del 50% de variación del rendimiento de grano y en el rendimiento total excepto en el peso de las semillas y número de hileras por mazorcas; encontrando que conforme la radiación solar se

incrementó en 100 calorías, se observó un aumento en el rendimiento de grano de 2.3 t.ha⁻¹.

Medición del área foliar en el maíz

En 1911, E. G. Montgomery en Nebraska fue el pionero en estos estudios. Mediante correlaciones estadísticas encontró que se puede estimar el área foliar de las hojas de “maíz” con la ecuación: $AF = 0.75 (L \times W)$. Donde AF = área de la hoja, L = largo de la lámina y W=ancho máximo de la lámina (Camacho et al., 2014).

Se han desarrollado diversos métodos para medir o estimar el área de las hojas individuales, como base para obtener el AF total de una planta, donde según Elings (2010) estos métodos se clasifican en destructivos y no destructivos. Los primeros, llamados directos, son aquellos que requieren desprender las hojas de la planta consiste en la toma de muestras representativas del cultivo y se contabiliza el área foliar por medio de ceptómetros (integrador de área electrónico). No destructivos: El ceptómetro lineal estima el AF *in situ*. Estos equipos pueden calcular el AF con alto coeficiente de correlación con el rendimiento ($R^2= 0.9$) para condiciones de riego. El principio del funcionamiento de estos equipos es medir la intensidad lumínica sobre y debajo del dosel del cultivo, para el empleo de estos aparatos debe, además, considerarse: ángulo solar y cielo despejado (Rojas y Seminario 2014).

Nutrición del maíz

La presencia de los elementos nutritivos en las cantidades disponibles suficientes para el desarrollo de la planta es una condición primordial para un rendimiento óptimo del grano. El maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. En la mayoría de los suelos donde se cultiva esta planta no es necesario aplicarle elementos menores tales como: cobre, zinc, boro, hierro, magnesio y molibdeno, debido a que por lo general los suelos del país disponen de estos elementos ó porque la demanda de los mismos es mínima. (Peña, 2010)

Nitrógeno (N)

El maíz absorbe la mayor parte del nitrógeno en forma nítrica (NO_3), si bien, cuando la planta es joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacales. Inicialmente la absorción del N por parte de las plantas se realiza a un ritmo lento, pero cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de N crece rápidamente. Las deficiencias de este elemento se observan inicialmente como una clorosis marcada en las hojas más viejas de la planta y que se encuentran ubicadas debajo de la mazorca principal, si la deficiencia es severa las mismas llegan a cercarse prematuramente. (García y Espinosa, 2014).

El maíz consume alrededor de 100 a 150 Kg de N para producir unas 5 t.ha⁻¹ de grano. El ritmo de acumulación de N en la planta crece casi paralelo a la acumulación de materia seca. El consumo de N es intenso particularmente en el período de mayor crecimiento de las plantas, el que se produce desde que estas emiten la décima hoja hasta después de la fecundación y formación de los granos (Peña, 2010).

Los niveles más altos de nitrógeno (150 Kg.ha⁻¹) corresponderán a los suelos arenosos y los más bajos (100 Kg.ha⁻¹) a los no calcáreos y latosolizados. El nitrógeno es el elemento más importante para este cultivo en las condiciones de Cuba, debido a las pérdidas a que se encuentra sometido este nutriente en el trópico por volatilización, lavado y fijación por los microorganismos del suelo. Todo ello determina que el nitrógeno ha de aplicarse en las dosis necesitadas por este cultivo, sus aplicaciones deben ser de forma localizada y tapada inmediatamente, procurando que las condiciones de humedad sean favorables. Generalmente se recomienda aplicar 1/3 del nitrógeno en siembra y 2/3 a los 25- 30 días de germinado el cultivo (Dibut y Martínez, 2013).

Fósforo (P)

La cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes. También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La

cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado (CEDAF, 2013).

Una deficiencia de P en las etapas iniciales causará una formación deficiente de los órganos reproductores. Además, causa enrojecimiento de las hojas y produce mazorcas pequeñas, torcidas, falta de granos debido a que la deficiencia de fósforo interfiere con la polinización y por consiguiente granos poco desarrollados (Ruiz, 2013).

Potasio (K)

El contenido de potasio en los tejidos de la planta depende principalmente de su edad, las plantas jóvenes de maíz pueden tener entre un 4-6% de K_2O sobre materia seca. En la planta adulta el porcentaje normal disminuye hasta un 2%. La velocidad de absorción del K por la planta es algo superior a la del N. La mayor parte de todo el K que necesita el maíz lo toma en los primeros 80 días de la planta. No obstante, en el primer mes, la velocidad de absorción potásica es relativamente lenta. Aunque el largo de la mazorca puede ser normal por la deficiencia de este nutriente los granos son pequeños y la punta de la mazorca es cónica, a veces faltan granos en la punta (García y Espinosa, 2014).

Azufre (S)

El contenido de azufre en los tejidos vegetales es similar al del fósforo. Las necesidades del azufre son pequeñas comparadas con las de otros elementos principales. La deficiencia de este nutriente se observa como una clorosis general o en ocasiones una clorosis intervenal de las hojas más nuevas de la planta. Al ocurrir deficiencia de azufre afecta la absorción de nitrógeno y provoca que la mazorca se quede pequeña y no llena adecuadamente (CEDAF, 2013).

Criterios para la aplicación de nutrientes en el maíz

Rodríguez (2005) explica que la eficiencia del uso de los fertilizantes es baja en los sistemas de producción de maíz, donde la baja eficiencia del uso de estos está relacionada a su aplicación a la superficie del suelo a voleo o por posturas.

Esta aplicación superficial de fuentes amoniacaes puede conducir a pérdidas considerables por volatilización directa o por escorrentía y así contribuir a la baja eficiencia de uso (García y Espinosa, 2014).

Aplicación de biofertilizantes en el maíz

La biofertilización, consiste en aumentar el número de microorganismos de un suelo, para de esta forma, acelerar todos los procesos microbianos, aumentar la cantidad de nutrientes asimilables por la planta, protegerlos contra las enfermedades, en una palabra, mejorar la fertilidad de un suelo (Dibut y Martínez, 2013).

El uso de biofertilizantes como alternativa económica y ecológica para aumentar los rendimientos de los cultivos y obtener productos más saludables ya constituye una práctica agrícola común en Cuba y el mundo en general. En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se dispone de varios de éstos productos, entre los que se destacan para el tratamiento a las semillas (peletización) el EcoMic y el AzoFert, alcanzándose aumentos en los rendimientos del maíz de hasta el 50 % en tratamientos con inoculación (CEDAF, 2013).

Fertilización foliar

La fertilización foliar, es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; en este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones (Trinidad y Aguilar, 2000)

La fertilización foliar permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso fotosintético. Se utiliza para: corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta; corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización al suelo; abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo; mejorar la calidad del producto; acelerar o retardar alguna etapa fisiológica; hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes;

enmendar problemas fitopatológicos y reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de la cosecha (Cantarero y Martínez, 2012).

Factores que afectan la fertilización foliar

Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta (fisiomorfológicos), el ambiente (ecológicos) y la formulación foliar (físico-químicos) (Fernández, 2012).

Tabla 1 Factores que influyen en la fertilización foliar

Factores ecológicos	Factores físico-químicos	Factores fisiomorfológicos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Luz ✓ Humedad Relativa ✓ Temperatura ✓ Viento ✓ Precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> -pH y Concentración de la solución -Tamaño del ion -Solubilidad del agua -Formula química -Surfactantes -Adherentes -Presencia de Urea 	<ul style="list-style-type: none"> -Edad y tipo de hoja -Etapa de desarrollo de la planta -Estado nutrimental -Lugar de aplicación -Cutícula, estomas y ectodesmos.

Fuente: Adaptado de Fernández (2012)

Para una adecuada absorción foliar se deben considerar los factores que la afectan; como lo son: la zona de contacto y superficie mojada: para ello se utilizan surfactantes y adherentes, rompiendo la tensión superficial del agua y teniendo una mayor superficie de mojado; temperatura: a medida que aumenta la temperatura (entre 20-26°C), la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, incrementando la absorción; temperaturas >28°C producen secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución; humedad relativa: a una mayor humedad relativa se posibilita la mayor permanencia de las gotas en la superficie foliar, incrementando la absorción; edad de la hoja: las hojas jóvenes

tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas; luz: si existe una óptima fotosíntesis habrá energía disponible para la absorción activa de los nutrientes (Camacho et al., 2014).

Diversas investigaciones sobre la aplicación de nutrientes vía foliar en maíz, reportan incrementos en el rendimiento del cultivo; Pérez (1988), encontró que la aplicación foliar de NPK en el estado vegetativo del maíz incrementó el rendimiento medio de granos en 13 % con relación al testigo y en 22 % con la aspersión de NPK + micronutrientes. Trejo (2010), menciona que la aplicación del fertilizante foliar NV4, elaborado con base en calcio, magnesio y potasio, al maíz sembrado en un suelo ácido, incrementó significativamente el diámetro de tallo, la concentración de N y el peso seco, pero no la altura de planta, ni el área foliar.

2.2 Preparación de los suelos

La preparación del suelo debe garantizar un suelo profundo con una capa mullida de 25 cm. Si se hace mecanizada utilizar preferentemente el multirado y el tiller. En la preparación con tracción animal puede utilizarse el arado de vertedera y gradas de pincho. El tiempo entre las labores debe permitir que se descompongan los restos de la cosecha anterior (CEDAF, 2013).

Ferraris y Couretot (2007) consideran que en el maíz entre los principales métodos de preparación del suelo están la labranza convencional, labranza mínima y labranza cero. El método a emplear juega un papel fundamental para lograr una buena siembra, sin embargo, su elección está relacionada con el estado que presente el suelo al concluir el cultivo anterior, ya sea existencia de restos de cosecha, el tipo de maleza predominante y el nivel de infestación, el micro relieve, la compactación de las capas inferiores, entre otros elementos. Por ello no existe una “receta” universal, pues para cada área se necesita pensar cuáles son las labores que permitirán alcanzar los mejores resultados. Por ejemplo, en las rotaciones de maíz que siguen al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L), en la mayoría de las ocasiones, es posible aplicar el laboreo mínimo (Tinoco, et al. 2013).

2.3 Siembra del maíz

Época de siembra

El maíz en Cuba admite siembras durante todo el año, pero se prefieren hacer en el período comprendido entre el 5 de septiembre y el 31 de mayo, en la práctica se efectúan anualmente dos siembras, una de primavera (abril- mayo) y otra de invierno (septiembre), de manera que las lluvias alrededor de los 50-60 días (floración) varíen entre 400 y 175 mm, respectivamente para cada una de las épocas (Fernández, 2012).

Debe tenerse en cuenta los objetivos de la producción (maíz tierno o grano seco), donde para el caso de grano seco hay que considerar que la siembra se realice en un momento que garantice la cosecha en condiciones de baja humedad ambiental. La disponibilidad de riego determina también la selección de las fechas de siembra (Trejo, 2010).

La época óptima de siembra, para producir semilla, es del 15 de noviembre al 15 de diciembre (Rodríguez, 2005).

Semilla

La semilla debe tener no menos del 97 % de pureza y un valor germinativo no inferior al 85 % para lograr una población aceptable durante la germinación. La cantidad de semilla requerida para sembrar una hectárea fluctúa entre 14 y 20 Kg, en dependencia del marco de siembra a emplear y del tamaño de los granos del cultivar específico que se vaya a sembrar. La semilla deberá estar tratada con los productos y dosis recomendados por Sanidad Vegetal (Galdámez, 2014).

Siembra

Para lograr densidades de población óptimas resulta casi imprescindible el empleo de sembradoras de precisión, preferiblemente neumáticas. La distancia de siembra entre hileras (camellón) estará en función del tipo de recolección que se vaya a realizar, ya que si es mecanizada se debe utilizar la que tiene la cosechadora, aunque las más utilizadas son las de 0.70 - 0,90 m entre hileras y entre plantas de 20 - 30 cm. La profundidad de siembra en

suelos arcillosos será de 4 a 6 cm y en los más ligeros de 5 - 7 cm (Dibut y Martínez, 2013).

La uniformidad en la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla es de suma importancia para lograr una brotación uniforme, de forma que se eviten plantas atrasadas en el desarrollo (Tinoco et al., 2013).

2.4Atenciones culturales al maíz

Control de malezas

Es necesario que el campo cierre completamente limpio, para ello se debe aplicar el Gesaprín inmediatamente después de la siembra y con buena humedad, a razón de 4 kg.ha⁻¹. De ser necesario hacer deshierbe para que el campo cierre limpio, si no hay herbicida generalmente requiere de 2 a 3 limpiezas, deben darse dos cultivos aporcando la planta (Galdámez, 2014).

Se ha establecido que el tiempo crítico de competencia de las malezas con el maíz es durante los primeros 30 días; las semillas de plantas indeseables que germinan después que el maíz ha completado su fase inicial de crecimiento (a los 30- 35 días) tienen un efecto muy insignificante sobre el rendimiento (García y López, 2012).

Cuando se aplique herbicida y no se observe deficiencia de fósforo, solamente se hará una labor de aporque a los 25- 30 días si el control de éste ha sido efectivo en los suelos sueltos. Si el suelo se ha compactado, a los 12- 15 días después de la brotación se le dará una labor de cultivo con vistas a aflojar la capa endurecida (Hernández y Soto, 2012).

Control de plagas y enfermedades

De acuerdo al crecimiento fenológico del cultivo del maíz, este puede ser afectado por la presencia de plagas, enfermedades y malezas que pueden incidir negativamente, disminuyendo el potencial de rendimiento y productividad del mismo. Es importante conocer la fisiología y fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento; así como las reacciones negativas o positivas ante la aplicación de los insumos y la implementación de prácticas culturales (Fuentes, 2014).

Al disponer de un área de cultivo del maíz, es importante realizar un muestreo periódico en el campo que genera información valiosa con respecto a la presencia de plagas presentes, densidad poblacional, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y la presencia y actividad de los enemigos naturales. Los métodos de muestreo varían de acuerdo con el cultivo y con su etapa fenológica, así como con las plagas, enfermedades o malezas (Galdámez, 2014).

En el caso de problemas fitosanitarios es importante considerar los niveles de daño económico (NDE), el cual se define como la población plaga (insecto, maleza o enfermedad) en el cual el costo de su control iguala al beneficio económico esperado del mismo. La acción de control salva una parte del rendimiento, que se perdería de no haberse hecho el control. Al profundizar la práctica de muestreo para conocer en detalle lo que está sucediendo en el campo, se puede tomar una mejor decisión, así se minimiza el aumento de los costos de producción debido al excesivo uso de plaguicidas y se maximizan los ingresos (Flores et al., 2012).

Dentro de los insectos plagas en los maizales cubanos se destacan: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Palomilla o gusano cogollero). Es considerada de amplia dispersión en la zona maicera, pero de importancia variable, ya que ciertas zonas son más susceptibles al daño que otras. El daño lo inicia la larva joven haciendo ventanitas en las hojas. Las larvas grandes se alimentan vorazmente del cogollo haciendo agujeros grandes e irregulares, dejan como huella abundante excremento. El cultivo es afectado en todas sus etapas, al nivel de plántula como cortador y al llenado de grano como elotero. La flor masculina puede ser dañada hasta resultar en una disminución del polen que incidirá negativamente en la producción (Fuentes, 2014).

Helicoverpa Zea (Lepidoptera: Noctuidae) (Gusano de la mazorca): es una plaga que afecta a ambos órganos sexuales de la planta, es el insecto que más daño le causa a la mazorca. Los huevos son ovipositados en los estigmas en donde inicia su ciclo de vida. Las larvas comienzan a alimentarse de los estigmas o cabellos de la mazorca, hasta que sus mandíbulas y capacidad de

movimiento le permiten penetrar a la mazorca, perforándola y haciendo túneles en las hileras de los granos. Estos túneles permiten que la humedad penetre a la mazorca, que esta se contamine con hongos y que los granos se pudran (Lafitte, 2001a).

La incidencia y severidad de las enfermedades en el maíz están relacionadas con las condiciones climáticas que rodean al cultivo y al manejo, pues condicionan que el cultivo pueda tolerar o no la incidencia de estas. La precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa que favorecen al cultivo, también posibilita el desarrollo de hongos y bacterias (Flores et al., 2012).

Limitaciones de la producción del maíz

La importancia que representa el maíz dentro de los granos básicos es indudable desde distintos puntos de vista, por tener altas implicaciones en el contexto agro socioeconómico de una gran mayoría de la población, principalmente para garantizar la seguridad alimentaria y la sobrevivencia. Los productos y subproductos que se obtienen del maíz, son utilizados tanto por la población rural como urbana, siendo estos demandados para el consumo humano, animal, transformación industrial y otros usos variados dentro o fuera de las fincas productoras (Melchiori et al., 2014).

En Cuba el rendimiento promedio nacional de maíz es bajo ($1.77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Este promedio es un indicador de los diferentes factores agro socioeconómicos, culturales y ambientales que influyen en los niveles de producción y productividad del maíz. Esto implica diferencias relacionadas al acceso de tecnología, uso de áreas marginales no aptas para la producción de maíz, aumento de la vulnerabilidad al cambio climático, sequías recurrentes, falta de infraestructura de riego, mercado, crédito agrícola y organización, entre otros. Estos factores limitantes posibilitan el iniciar un reto relacionado a involucrar a todos los actores dentro de la cadena agroalimentaria del maíz que propicie la integración y la definición de líneas de trabajo que posibilite hacer del cultivo del maíz una actividad productiva. Bajo esta perspectiva, el uso de tecnología constituye un aliado estratégico muy importante en esta actividad agrícola a fin de que los productores logren los niveles de rentabilidad que garanticen la sustentabilidad del cultivo. (Noriega et al., 2014).

2.5 Los microorganismos eficientes (ME)

Según Okudae Higa (2010); BID (2011) y Pérez (2014) los ME son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural donde sus aplicaciones son múltiples: en la agricultura como promotor del crecimiento de las plantas y supresor de enfermedades, en la ganadería disminuyendo los trastornos digestivos típicos de los rumiantes (meteorismo), en las vaquerías, en naves porcinas, avícolas y cunícolas, eliminando moscas y malos olores; así como en el ambiente como ayuda para recuperar las aguas contaminadas y acelerador de la descomposición en los vertederos de residuos sólidos urbanos. (Ramírez, 2013) explica que presenta además diversos usos domésticos como control de moscas, eliminación de malos olores, entre otros. En otros países se están evaluando sus efectos como antioxidante en la salud humana (Cóndor et al. 2007).

Higa (2010) y Reyes et al., (2013) coinciden que los ME también inducen a que la materia orgánica se descomponga rápidamente por la vía de la fermentación y no de la putrefacción.

Los microorganismos eficientes (ME) en la agricultura

El uso de la Tecnología de los ME, según Arias (2010) y Toc (2012), proporciona amplios beneficios a la agricultura permitiendo mejorar los suelos, aumentar la producción y prevenir o disminuir el ataque de varias plagas y enfermedades.

Los principales efectos del ME en área agrícola según Pérez (2010); Peñafiel y Donoso (2012); Higa (2013) y CENTA (2014) son los siguientes:

- ☞ Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas
- ☞ Mejora la capacidad fotosintética de las plantas.
- ☞ Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades.
- ☞ Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo.
- ☞ Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- ☞ Solubiliza nutrientes en el suelo.

- ☞ Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por aplicación directa de ME como a través de la incorporación de compost o bokashi).
- ☞ Acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo.

Aplicaciones Foliares de ME

Las pulverizaciones del cultivo con ME Activado previenen el ataque de varios patógenos, y a medida que no se usen plaguicidas químicos en el cultivo se favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos (hongos que atacan a los insectos) y otros agentes de control biológico, disminuyendo por lo tanto las plagas (Correa, 2009; Moya, 2012; EM, 2014 y García et al., 2014).

Ecologic Maintenances (2012); Pedraza et al. (2010) y Sakurai et al., (2014) explican que para aplicar los ME generalmente se realizan pulverizaciones semanales sobre el follaje con una solución de EM al 2 %, es decir 2 lt de EM cada 100 lt de agua. Cuando se constate el ataque de insectos se puede emplear ME 5 o EPF (extracto de plantas fermentadas) en dosis que van del 2 al 5 %, dependiendo de la seriedad del problema. Estos dos productos son fermentados producidos con ME que actúan como repelentes de insectos (Cortés y Gómez, 2011).

El ME, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Díaz et al., 2009; Mesa y Carvajal, 2013).

En semilleros: Aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (EARTH, 2008 y Zakaria et al., 2014).

En las plantas: Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Uribe et al., (2010) y Vargas et al., (2013) explican que consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Santillán et al., 2014).

En los suelos: Flores et al., (2012) refiere que los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Terry et al., (2015) plantean que entre sus efectos se pueden mencionar: Es un acondicionador del suelo pues 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 capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas (Anuar et al., 2014).

Efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular (Ecologic, 2015). Silva (2014) aclara que los efectos en la microbiología del suelo: Controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia; Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Toalombo, 2012).

Empleo de los ME en la agricultura

Uribe et al., (2010) y MOA (2010) coinciden en que el objetivo fundamental de una agricultura sostenible sería, el de desarrollar sistemas agrícolas que sean productivos, confiables, que conserven la energía, la calidad del medio ambiente, los recursos naturales, que aseguren la producción de alimentos

seguros y de calidad. Toalombo (2012) y Ladino et al., (2014) analizando esta situación señalan que la tecnología de los ME se convierte en una valiosa herramienta potencial que puede ayudar al desarrollo de sistemas que sean sustentables en los aspectos económico, ambiental y social.

Higa y Wididana (2010) revelan que los ME han sido ampliamente utilizados en el sector agropecuario tanto en suelos como en cultivos, tratamiento de residuos orgánicos, aguas servidas, reducción drástica de plagas (moscas), eliminación de olores molestos producidos por la descomposición de excretas y orina, siendo aprobado en varios e importantes países, entre ellos los Estados Unidos, cuyo departamento de agricultura incluyó a todos los microorganismos presentes en los EM, dentro de la categoría de seguros para el medio ambiente (Kyan et al., 2013).

En Cuba se ha evaluado el efecto de bioproductos de EM en la producción de hortalizas, vegetales, frutales y granos, entre otros, donde se detectaron incrementos en la fotosíntesis, crecimiento y productividad de los cultivos, pero no se obtuvieron referencias del empleo de ME-50, en la producción de frijol común (Lorente et al., 2013 y Lino et al., 2014).

Los ME han sido evaluado, en dosis 28 a 40 L.ha⁻¹, en el cultivo de Fruta bomba (*Carica papaya* L.) y hortalizas (Mesa et al., 2015), con buenos resultados.

Uso de ME en el maíz

Serrano (2015) revela que, gracias a la acción de los Microorganismos Eficaces, los productores gozaran de menos pérdidas por enfermedades y un aumento de producción hasta de un 30% en sus cultivos de maíz. Especialmente en zonas donde la fertilización no completa su finalidad ya que se pierde por lixiviación y donde los periodos de sequía son variables (SICTA, 2014).

Reportes discrepantes de los efectos de ME en la literatura.

Anderson (2013) plantea que muchos investigadores han reportado un incremento en el crecimiento de los cultivos y la producción. Sin embargo otros

reportan resultados negativos o sin efecto de los ME en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Que esto se debe a que han realizado sus estudios con métodos de preparación, dosis, calidad del suelo, tipo de cosecha, métodos de tratamiento, entre otras condiciones, diferentes a los que se han empleado por los autores que han obtenido resultados favorables. Plantea además que en la actualidad se estudia en qué sistemas de producción y ambientales los ME producen los mejores resultados (Rodríguez, 2014).

2.6 Brasinoesteroides

Los Brasinoesteroides son productos semisintéticos obtenidos a partir de fuentes naturales. Su estructura esteroidea y su actividad biológica están relacionadas con la aceleración del crecimiento en las plantas y el incremento en el rendimiento y la calidad de las cosechas. Dada su amplia utilización en cultivos de plantas para el consumo humano se hace imprescindible su evaluación genotóxica (Mazorra y Núñez, 2006)

Morejón y Núñez (2012) explican que se han realizado diferentes investigaciones en el mundo y en Cuba y se ha explorado también la posibilidad de algunos sustratos. Así como relacionadas con la síntesis, la actividad biológica y las aplicaciones prácticas de una nueva clase de reguladores del crecimiento vegetal denominados Brasinoesteroides. Estos son compuestos naturales que poseen una fuerte actividad promotora del crecimiento vegetal debido a las bajas concentraciones en que están presentes en la planta, estimulan el alargamiento y la división celular (Roddick, 2012).

Díaz et al., (2009) informa como positivo la adición de abonos orgánicos conjuntamente con brasinoesteroides. Resultados similares fueron obtenidos por Roddick (2012), quien señala que las mejores respuestas se obtienen al aplicarse el producto después de los 20 días de la germinación.

El Biobras-16 y su uso en la agricultura

El Biobras-16 promueve un incremento de los rendimientos del 10 al 25% en varias especies vegetales. Favorece una maduración homogénea e incrementa el tamaño y calidad de los frutos. En plantaciones de sandía (*Citrullus lanatus* Matsum), fresa (*Fragaria Vesca* Coville) y uva se ha observado el incremento

en el contenido de azúcares. Las semillas tratadas con Biobras-16 incrementan significativamente su vigor y se favorece la germinación. Morejón y Núñez (2012) han demostrado que el Biobrás -16 protege los cultivos contra las condiciones de estrés producido por altas o bajas temperaturas, sequía, salinidad de los suelos y efectos tóxicos de ciertos agroquímicos.

Morejón et al., (2014) plantea que el Biobras-16 es un estimulador del crecimiento vegetal. Fue desarrollado por el Laboratorio de Productos Naturales (ProNat) de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, Cuba. Desde 1995 se está utilizando con éxito en la agricultura cubana y se exporta a Colombia, Chile y Venezuela. Está en proceso de registro en España y México.

Según Acosta (2005) con la aplicación del Biobras-16 a diferentes cultivos se logra:

- ✓ Incrementar los rendimientos.
- ✓ Aumentar la calidad de las cosechas.
- ✓ Incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés hídrico, salino y de temperatura.
- ✓ Acelerar el ciclo biológico.

Este bioestimulador no produce daños fisiológicos sobre el material vegetal y no es un producto tóxico.

Especificaciones del producto según PRP (2009):

- ✓ Nombre comercial: Biobrás-16
- ✓ Ingrediente activo: Cetona esteroideal polihidroxilada (sólido).
- ✓ Fórmula global: $C_{27}H_{42}O_5$
- ✓ Tipo de formulación: Líquido soluble en agua.
- ✓ Presentación: Frascos de 100 ml y de 1000 ml con una concentración de principio activo de 100 Mg. L⁻¹.
- ✓ PH: 5-6
- ✓ Almacenamiento: en un frasco bien cerrado que debe almacenarse en lugar fresco, a temperatura inferior a 40 °C y alejado de la luz.

Díaz et al., (2009) expone que, debido a las amplias posibilidades de aplicación de los Brasinoesteroides en la agricultura, desde hace 20 años se desarrolla una intensa actividad científica en este tema en numerosas universidades y centros de investigación de diferentes países. En Cuba, el laboratorio ProNat trabaja, a partir de fuentes naturales, en la síntesis de compuestos cuyas estructuras y actividad biológica son similares a la de los Brasinoesteroides. Hasta el presente se ha logrado obtener una serie de productos denominados Biobrás, que por la actividad biológica que presentan y por la relación costo / beneficio son sumamente atractivos para las entidades agrícolas (González, 2005).

Dentro de la serie Biobrás se ha desarrollado el Biobras-16. Desde 1995, este producto se está utilizando con éxito en la agricultura cubana. (González et al., 2004a).

Acosta (2005) en su trabajo hace referencia a resultados obtenidos por Camejo y Alarcón (2000), donde plantea la necesidad que existe actualmente, en las investigaciones agrícolas, de desarrollar productos bioactivos que conducen a una disminución progresiva del uso de agroquímicos, contaminantes del medio ambiente en la agricultura.

Acosta, (2005) hace referencia también a los resultados obtenidos por Ramos et al., (1995 y 1997) y Zullo et al., (1998 y 1999), donde informa los resultados obtenidos con la aplicación de diferentes brasinoesteroides a varios cultivos, en los cuales lograron incrementos de 18 % en la masa de granos por espiga, de 22% y 83 % en la masa de granos por planta, para trigo (*Triticuma estivum* L.), soya (*Glycinemax* L.) y frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.), respectivamente. Además, la aplicación de la 24 epibrasinólida a tres cultivares de garbanzos (*Cicer Arietinum* L.), provocó incrementos en los rendimientos de semillas, en la masa seca de 100 granos y en el contenido de proteínas y azúcares solubles de los granos. Los porcentajes de incrementos de los rendimientos oscilaron entre 61 y 86 % en dependencia del cultivar (Dibut, 2014).

González (2005) evaluó un grupo de indicadores agro biológicos del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) entre ellos el rendimiento, determinándose que el tratamiento con Biobrás-16 fue donde se obtuvieron los

mejores resultados. También realizó un análisis bromatológico de algunos indicadores de calidad del fruto donde existió la tendencia a mejorar éstos, donde se aplicó Biobrás-16.

En los sistemas vegetales, los brasinoesteroides constituyen una gran diversidad de estructuras. Sin embargo, para aplicaciones prácticas y estudios biológicos se han sintetizado análogos de brasinoesteroides con actividad similar o superior a la de los naturales. Por ejemplo, los análogos espirostánicos de brasinoesteroides presentan el anillo espirocetálico en lugar de la cadena lateral típica de los brasinoesteroides naturales y se ha demostrado que algunos de ellos (Biobrás-6 y Biobrás-16) promueven el crecimiento, la germinación y el rendimiento de cultivos de varias especies (Núñez et al., 2003).

En Cuba, después de 1993, se comienza la validación de los análogos de brasinoesteroides a nivel de campo experimental por diferentes colectivos de investigadores, evaluándose su efecto sobre diversos cultivos de interés agrícola, corroborando los resultados obtenidos en el ámbito internacional (Corbera y Núñez, 2014)

Los brasinoesteroides tienen la doble propiedad de acelerar simultáneamente el crecimiento celular y proteger los tejidos. Además, sus efectos se manifiestan a muy bajas concentraciones y particularmente la síntesis de sus análogos es más económica. Aun cuando sus efectos protectores sean mínimos, esta propiedad dual lo convierte en sustancias muy promisorias para la agricultura (Dibut, 2014)

González et al., (2004a) logró un incremento en el porcentaje de germinación en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). injertadas con el Biobrás-16 (100%) con respecto al testigo (80.5%); así como que los indicadores de crecimientos evaluados tanto en el primero y como en el segundo momento de aplicación resultaron significativamente superior. También la imbibición de los vástagos de los híbridos a injertar (HA3105) a la hora de realizar el injerto (tercer momento) logró un mayor porcentaje de prendimiento (95 %).

En Cuba, se ha trabajado en la síntesis de análogos de brasinoesteroides con gran aplicación en la agricultura, que estimulan el crecimiento vegetal y particularmente en condiciones de crecimiento adversas diversos tipos de estrés: altas temperaturas, hídricos, salinos u otros de tipo abióticos (Núñez et al., 2003).

Resultados obtenidos con la aplicación de Biobrás-16

La aplicación del Biobrás -16 se ha extendido a otros cultivos y condiciones de producción como son los organológicos y huertos intensivos. La aplicación de esta formulación en lechuga (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), habichuela (*Vignases quipedalis*, W.) entre otros, ha demostrado la efectividad del mismo como estimulador de los rendimientos agrícolas (Núñez, 2012).

Se encontraron incrementos en el rendimiento y calidad de las cosechas en cultivos de importancia económica como son: tomate, cebolla (*Allium cepa* L.), ajo (*Allium sativum* L.) y pimiento (*Capsicum annuum* var. Annuum L.) con dos análogos de Brasinoesteroides (Biobras-6 y Biobras-16) en condiciones de producción, aplicando los productos en dos momentos: después de la siembra o trasplante y prefloración donde se lograron incrementos de rendimientos entre 5-30 % (Núñez, 2013).

Rodríguez y Núñez (1999) encontraron un notable incremento en la longitud y el diámetro de las mazorcas, así como un incremento entre un 8 y 17 % del rendimiento del cultivo del maíz a diferentes dosis de Biobras-16. En este cultivo, estos autores, en ese mismo año al evaluar el efecto del Biobrás -6 y Biobrás -16 encontraron un incremento en el diámetro de la mazorca, así como un incremento en los rendimientos cuando se aplicó la dosis al 50 % en dos momentos de aplicación. El Biobras-16 con dosis de 10 mg.ha⁻¹ a los 30-35 días después de la siembra fue el que mejor se comportó en los incrementos del rendimiento.

Al aplicar Biobrás-16 en el cultivo del tomate, se reporta un incremento en el peso de los frutos (Morejón et al., 2014),

En el cultivo de la habichuela, variedad Lina, se encontró un incremento significativo en el número de vainas por plantas que osciló desde 2.57 a 5.31,

por lo que se infiere que la aplicación de este producto tuvo un efecto marcado en el comportamiento de esta variable. Mientras que, en el cultivo del pepino, se encontró un aumento del diámetro polar a favor de los tratamientos donde se aplicó dicha sustancia, no siendo así con el tratamiento donde no se le hizo ninguna aplicación (Coll et al., 2014).

Resultados preliminares del estimulador del crecimiento vegetal Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz con resultados superiores en casi todos los parámetros evaluados respecto al testigo, logrando además un incremento de un 16 % en el rendimiento (Maresma, 2009).

GAIA (2010) reconoce la efectividad del Biobrás-16 en el arroz, independientemente de la variedad, las condiciones de cultivo y el tipo de suelo, con un incremento del rendimiento superior a 0.45 t.ha^{-1} cuando el producto se aplica en la forma recomendada al cultivo.

También se ha demostrado la eficacia del pretratamiento a las semillas de maíz durante 8 horas con Biobrás -16 0.01 mg.L^{-1} ; así como que la aplicación tanto del Biobrás-6 como del Biobrás-16 en el cultivo del arroz, en diferentes momentos incrementa el rendimiento y sus componentes asociado con el aumento del número de panículas por metro cuadrado (Morejón et al., 2014).

Modo de aplicación del Biobrás-16

La aplicación de Biobrás-16 se hará preferiblemente en horas de la mañana y debe lograrse un buen humedecimiento del follaje de las plantas (Coll et al., 2014), así como no sustituye ninguna de las atenciones culturales que deben recibir los cultivos, es compatible con la generalidad de los productos químicos que se utilizan en la agricultura, por lo que puede aplicarse solo o en combinación con ellos. Si ocurren precipitaciones fuertes antes de las seis horas de aplicado el producto se recomienda repetir la aspersion. El equipo que se utilice para realizar la aspersion (mochila, pipa, avión, entre otros) debe estar bien limpio (GAIA, 2010).

2.7 El Fitomás-E y su uso en la agricultura

El Fitomás-E está compuesto por una disolución acuosa de aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, hidratos de carbonos bioactivos, bases purinicos y sales minerales, actualmente se ensayan como estimulantes de crecimiento y productos antiestrés. Se aplica usualmente en caña de 2 a 3 meses de edad (López et al., 2016).

Saborit et al., (2013) refieren que el Fitomás-E, es un líquido de aplicación foliar, estimulante del crecimiento vegetal general y de acción anti-estrés, con efectos que incrementan la producción entre 6 y hasta 70 %, en dependencia del cultivo y las condiciones de su empleo.

Con las aplicaciones de Fitomás-E se han logrado incrementos del rendimiento de 7.13 t.ha⁻¹ en lechuga, que conllevó a que se obtuviera una ganancia de 14559 \$.ha⁻¹ (Ramos y Martínez, 2016). Mientras que Barral (2014) también en la lechuga reporta incrementos de más de 4 t.ha⁻¹ en las dosis comprendidas entre 0.6 y 1.0 L.ha⁻¹ con la obtención de los de mejores comportamientos en cuanto al número, ancho y longitud de las hojas.

López et al., (2016) logró en Berenjena (*Solanum melongena* L.), Habichuela, Pepino, Remolacha (*Beta vulgaris* L.), Pimiento y rabanito (*Raphanu ssativus* L.) que en la medida que se incrementa la dosis los rendimientos son superiores. También explica que en todos los indicadores evaluados observó una tendencia al incremento de los resultados con el aumento de la dosis de Fitomás y recomienda probar nuevas dosis a fin de determinar la más efectiva.

El Fitomás-E produce un incremento en la actividad microbiana en la rizósfera de las plantas, haciendo más eficiente la asimilación de los nutrientes y por tanto la tendencia al equilibrio nutricional confiriéndole a la planta una mayor resistencia a plagas (Barral, 2014).

Al Fitomás-E se le confiere una acción bioestimulante por la presencia en su composición de auxinas y aminoácidos de acción auxinática cuya función puede incidir tanto en el sistema foliar, como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Que producen un incremento del número, ancho y longitud de las

hojas activas lo que augura una mayor actividad fotosintética y por tanto una mayor síntesis de sustancias y materia seca (Ramos y Martínez, 2016).

López y Lovaina, (2015) al evaluar diferentes dosis de Fitomás en el cultivo del tabaco obtuvieron que a los 35, 40, 45, días después de la siembra existía un estímulo significativo. Resultados similares obtuvo Trujillo, (2015) cuando probó diferentes dosis de Fitomás, en el cultivo del rabanito.

3. Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Agroecosistema "Acueducto" perteneciente al productor Orestes Villavicencio de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Conrado Benítez, del municipio Aguada de Pasajeros de la provincia de Cienfuegos, en época de primavera, en el período comprendido del 10 de mayo al 21 de septiembre del 2015. Se empleó la variedad TGH.

3.1 Caracterización del agro ecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros

El agroecosistema se caracterizó siguiendo la metodología descrita por Socorro *et al.*, (2005), quienes proponen la evaluación de las siguientes variables:

- Ubicación.
- Limites fisiográficos
- Características de los componentes fundamentales de los agros ecosistemas (Suelo, Agua, Cultivos y Animales)
- Sistema de explotación agrícola (Recursos externos y recursos locales).
- Clima: donde se analizaron los datos de las siguientes variables climáticas:
 - ✓ Precipitaciones totales (mm)
 - ✓ Temperatura media anual (°C)
 - ✓ Promedio de temperatura máxima anual (°C)
 - ✓ Promedio de temperatura mínima anual (°C)
 - ✓ Humedad relativa media anual (%)

Los datos de las variables se obtuvieron mediante la revisión y análisis de mapas, documentos y registros archivados en la CCSF. Los datos de las variables climáticas fueron obtenidos de la estación meteorológica municipal, excepto las precipitaciones que se tomaron del pluviómetro del correo de Aguada, situados a menos de 800 metros del agroecosistema evaluado.

3.2 Evaluación del efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros

Para determinar el efecto de los bioproductos se montó un experimento de campo con un diseño de bloques al azar (Figura 2) con cinco tratamientos y cinco réplicas.

Diseño bloque al azar (Figura 1).

Réplicas \Rightarrow	I	II	III	IV	V
	T4	T1	T5	T3	T2
	T2	T4	T1	T5	T3
	T3	T2	T4	T1	T5
	T5	T3	T2	T4	T1
	T1	T5	T3	T2	T4

Los tratamientos fueron: 1. Testigo; 2. Aplicación de Fitomás-E; 3. Aplicación de ME-50; 4. Aplicación de ME-JB; 5. Aplicación de Biobrás-16. A todos los tratamientos se le aplicaron los productos del paquete tecnológico recibido por el productor para la campaña: superfosfato triple G 48 115 Kg.ha⁻¹, urea G 46 275 Kg.ha⁻¹, cloruro de potasio G 46 100 Kg.ha⁻¹

Tabla 2. Aporte de los bioproductos aplicados al maíz en el municipio Aguada de Pasajeros.

Bioproductos	Aporte en (g) por cada litro de producto comercial												
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OCa	OMg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Co
Fitomás-E	55	31	60	x	x	x	x	x	226	x	x	x	x
Biobrás-16	Vitamina B1-Fitohormonas 25ppm-xxx. Extractos orgánicos 150.												
ME-50	Producidos por Labiofam utilizados es el inóculo LB 1, código R-ID-B-Prot-01-01, fecha 18/6/2014, emitido por ICIDCA, y está compuesto por: Bacillus subtilis B/23-45-10 Nato, Lactobacillus bulgaricus B/103-4-1 y Sacharomyces cerevicea L-25-7-12.												
ME-JB	Clasificado por el Laboratorio de Microbiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Central de las Villas está compuesto por: Levaduras 3,2x 10 ³ (UFC), g ⁻¹ , Bacterias 5,6x10 ⁶ (UFC), g ⁻¹ , Actinomicetos 8x10 ³ (UFC), g ⁻¹ , Hongos 6x10 ⁴ (UFC), g ⁻¹ .												

*UFC; Unidades formadoras de colonias.

Las unidades experimentales se constituyeron por seis surcos de seis metros de longitud separados a 0.9 m y entre plantas de 0.30 m, para un tamaño de la parcela de 32.4 m². Se tomaron los tres surcos centrales como parcela útil con un área de 16.2 m², eliminando dos plantas de la cabecera para evitar el efecto de borde.

El cultivo se estableció por el método de siembra directa. En la siembra se depositaron dos granos por punto para obtener una densidad de población de 60000 plantas por hectárea aproximadamente.

Las aplicaciones de bioproductos se realizaron en dos etapas de crecimiento a los 25 y a los 50 días. Se aplicaron por la vía foliar y al suelo. (Tabla 3) según recomendaciones de (SICTA, 2014)

Tabla 3. Momentos y dosis de aplicación de los bioproductos en el experimento.

Tratamientos	1 ^{ra} aplicación (Dosis l.ha ⁻¹)	2 ^{da} aplicación (Dosis l.ha ⁻¹)	Totales (Dosis l.ha ⁻¹)	Total aplicado (Litros)
1.Testigo	0	0	0	0.00
2.Aplicaciones de Fitomás-E	14	14	28	0,45
3.Aplicaciones de ME-50	7	7	14	0,22
4.Aplicaciones de ME-JB	7	7	14	0,22
5.Aplicaciones de Biobrás-16	0.12	0.12	0.24	0,004

Evaluaciones a realizadas:

Se realizaron los siguientes procedimientos y evaluaciones:

1. Contenido de materia orgánica en el suelo (%).
2. Ph del suelo.
3. Contenido de P₂O₅ en el suelo (mg.100g de suelo⁻¹).
4. Contenido de K₂O en el suelo (mg.100g de suelo⁻¹).
5. Efecto de los microorganismos en el suelo (hongos, bacterias, actinomicetos. Cantidad de individuos por 100 gramos de suelo⁻¹).
6. Altura del tallo (m): se midió desde la superficie del suelo hasta la base de la lígula superior.
7. Diámetro de los tallos (cm): se midió a la altura del segundo entrenudo de la planta con el uso de un pie de rey (Vernier).
8. Longitud de las hojas (cm): se midió desde la lígula de la vaina hasta el ápice del limbo.
9. Ancho de las hojas (cm): se midió en una de las hojas centrales del tallo de borde a borde, aproximadamente a la mitad del limbo.
10. Área foliar (cm²): se calculó a partir de la fórmula AF= (Largo de la hoja x Ancho de la hoja) x 0.75, propuesta por Rojas y Seminario (2014).
11. Número de mazorcas por parcela

12. Longitud de la mazorca (cm)
13. Diámetro de la mazorca (cm)
14. Número de granos por mazorca
15. Número de granos por hilera
16. Peso de los granos por mazorca (g)
17. Rendimiento de grano seco ($t \cdot ha^{-1}$)

Las propiedades químicas del suelo se transcribieron del informe del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas: Instituto Nacional de Investigación en la Caña de azúcar (INICA) – Estación Provincial de Investigación en la Caña de azúcar (EPICA), 2015 de las áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Victoria, donde se encuentra ubicado el agroecosistema.

Se determinaron las disponibilidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro y magnesio en el suelo, para el cultivo durante su ciclo a partir de la suma de los elementos aportados por la fertilización edáfica y el contenido de estos en el suelo obtenido en los análisis del laboratorio. Para la comparación con las necesidades del cultivo en $kg \cdot ha^{-1}$, propuestas por (Cantarero y Martínez 2012). Se calculó el déficit o exceso de cada elemento nutritivo para el maíz durante el desarrollo de la investigación.

Las medidas de los indicadores anatomorfológicos de crecimiento: (longitud y diámetro del tallo; longitud y ancho de la hoja, se realizaron durante cuatro momentos a los 35, 50, 65 y 80 días después de sembrado el cultivo para ello Se tomaron 4 muestras por unidad experimental para un total de 20 por tratamiento en cuatro puntos en diagonal para realizar las evaluaciones. Las evaluaciones de los indicadores del rendimiento (número de mazorcas por parcela, longitud y diámetro de la mazorca, número de granos por hileras y por mazorca, peso de los granos por mazorca y rendimiento en toneladas por hectáreas para cada tratamiento) se realizó a los 110 días después de sembrado el cultivo.

Para la determinación del rendimiento de grano seco ($kg \cdot ha^{-1}$): se tomaron todas las mazorcas del área de cálculo de cada parcela experimental ($16.2 m^2$), se despojaron de sus hojas, se desgranaron y se pesó el total de granos obtenido en cada parcela con lo cual se calculó el rendimiento por parcela.

A los datos de los indicadores anatomorfológicos de crecimiento se le aplicó análisis de ANOVA bifactorial (momento x tratamiento). Mientras que los indicadores de producción fueron procesados con ANOVA simple. En ambos análisis las medias se compararon mediante el test de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Se empleó para ello el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI.I.

En las variables de conteo: Número de granos por mazorca y Número de hileras; así como Población de hongos, bacterias y actinomicetos en el suelo que no cumplieron el supuesto de normalidad, para el análisis fueron \sqrt{x} transformados con

3.3 .

3.3 Determinar la efectividad económica de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en Aguada de Pasajeros.

Para la determinación de la efectividad económica de las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz se calculó la sumatoria de los gastos incurridos en una hectárea para las diferentes labores ejecutadas como aparece en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Ficha de costo por hectárea de las labores ejecutadas a todos los tratamientos.

Labores culturales	U/M	Cantidad	Precio	Importe
Preparación del suelo	ha	1,00	35,00	35,00
Semilla certificada	kg	20,00	4,80	96,00
Riego a gravedad, gasto de combustible	litros	48,60	0,87	42,28
Aplicación de la Fertilización química	ha	1,00	48,00	48,00
Urea	kg	275,00	3,12	858,00
Superfosfato Triple	kg	115,00	3,36	386,40
Cloruro de potasio	kg	100,00	2,68	268,00
Limpia manual	Jornadas	12,00	50,00	600,00
Siembra	ha	1,00	250,00	250,00
Cosecha	ha	1,00	115,00	115,00
Suma de los gastos	-	-	-	2698,68

Tabla 5. Costos por la compra de los bioproductos.

Bioproductos	UM	Precio	Cantidad	Importe
Fitomás E	litros	50	0,45	22,50
ME-50	litros	120	0,22	26,40
ME-JB	litros	85	0,22	18,70
Biobrás-16	litros	205	0,004	12,3

Los ingresos se obtuvieron multiplicando el precio de la tonelada de maíz al 14% de humedad cuyo valor es \$6086.92 por el rendimiento. Mientras que la producción total se obtuvo al multiplicar el área por el rendimiento obtenido en cada tratamiento estudiado. La rentabilidad se obtuvo mediante la fórmula:

Donde:

Ingresos = Rendimiento (t.ha⁻¹) x Precio tonelada arroz cáscara 14% humedad

Σ Gastos = Costo de producción

Ganancia = Ingresos – Σ

Gastos

Índice de Rentabilidad=Ingreso/Gastos.

4. Resultados y discusión

4.1 Caracterización del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros

El agroecosistema Acueducto (Figura 2) se encuentra ubicado en áreas de la UBPC Victoria, al sur del poblado de Aguada de Pasajeros, dentro del Barrio del mismo nombre perteneciente al Consejo Popular Federal. Limita por el sur y el oeste con el resto de las áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) cañera Victoria. Mientras que por el norte y el este con la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) cañera Revolución de Octubre.

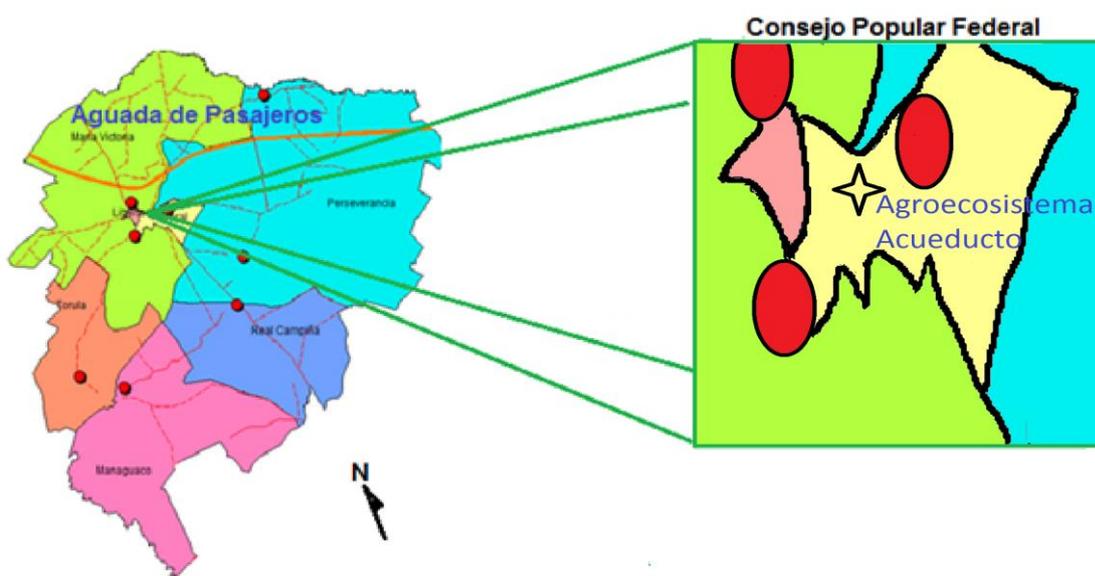


Figura 2 Ubicación geográfica del Agroecosistema "Acueducto" del municipio Aguada de Pasajeros.

Características de los componentes fundamentales del agroecosistemas

Suelos: El suelo fue clasificado en el agrupamiento: Ferralítico; Tipo: Ferralítico rojo típico; Subtipo: Eutríco con predominio de minerales arcillosos del tipo 1:1; con capacidad de intercambio catiónico $<20\text{cmol (+) kg}^{-1}$ en arcilla, contenido de hierro libre en relación al hierro total mayor del 60%, estructura granular con microagregados redondeados. Pendiente inferior al 2% y sin limitaciones para el cultivo del maíz, manteniendo la fertilidad por la fijación del fósforo y el

contenido de potasio asimilable. En el horizonte A (0-22 cm) presenta color pardo rojizo con textura arcillosa friable sin reacción al HCL y poroso (Hernández et al., 2013).

Las propiedades químicas y contenido nutricional del suelo en el agroecosistema (Tabla 6) indican que poseen un pH ligeramente neutro, el maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez entre 6 y 7 (Salmerón y Ríos, 2013). Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn, con carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn. (Pedrol et al., 2012).

Tabla 6. Propiedades químicas y contenido nutricional del suelo del agroecosistema Acueducto.

Parámetros	Unidad de medición	Valores
pH (H ₂ O)	-	7.1
MO	%	3.6
Ca ²⁺	Kg.ha ⁻¹	2.5
Fe ²⁺	Kg.ha ⁻¹	3.1
K ₂ O	Kg.ha ⁻¹	60.0
Mg ²⁺	Kg.ha ⁻¹	1,90
P ₂ O ₅	Kg.ha ⁻¹	28.0

Las propiedades químicas y contenido nutricional del suelo en el agroecosistema indica que poseen un pH ligeramente neutro, el maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez entre 6 y 7 (Salmerón y Ríos, 2013). Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn, con carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn. (Pedro et al., 2008).

En este tipo de suelo el contenido de materia orgánica es medio (3.6%) (Hernández et al., 2010). Se observan bajas concentraciones de fósforo (28 Kg.ha⁻¹), de calcio (2.5 Kg.ha⁻¹) y potasio (60.0 Kg.ha⁻¹) al estar por debajo de los requerimientos del maíz (Cantarero y Martínez, 2012). Así como elevadas de hierro (3.1 Kg.ha⁻¹) y magnesio (2.5 Kg.ha⁻¹). El maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. El fósforo contribuye en el metabolismo de la planta joven una mejor utilización del N, donde la cantidad extraída por las plantas en condiciones normales de cultivo se acerca a los 10 kg por tonelada de grano cosechada (Camacho, et al., 2014).

Cuando existe déficit de potasio aunque el largo de la mazorca puede ser normal, los granos son pequeños y la punta de la mazorca es cónica, a veces faltan granos en la punta (Cantarero y Martínez, 2012).

En cuanto a la disponibilidad del agua el agroecosistema colinda con el acueducto que abastece el poblado de Aguada de Pasajeros, además disponen de un poso que constituye una fuente alternativa para el riego.

El agroecosistema tiene un área de cultivo en rotación de maíz, frijol, tomate y calabaza. Las especies de animales que posee son: conejos, cerdos y gallinas de corral. El paquete tecnológico, que son insumos que se entregan a través de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) a la que pertenece el productor, constituye la entrada principal de recursos externos.

Las disponibilidades en el suelo y aportes de nutrientes con el paquete tecnológico (Tabla 7) muestran que el portador Superfosfato Triple (SPT) aportó 52.9 kg. ha⁻¹; el cloruro de potasio 60 kg.ha⁻¹ de K₂O; la urea 126.5 kg.ha⁻¹ de nitrógeno; respectivamente. Mientras que el Fitomás-E aportó 0.1 kg. ha⁻¹ de fósforo, potasio y nitrógeno. Los microorganismos eficientes y el Biobrás-16 aunque favorecen la asimilación, en su composición no presentan elementos nutritivos (SICTA, 2014).

Tabla 7. Disponibilidades en el suelo y aportes de nutrientes con el paquete tecnológico.

Portadores	Dosis	P ₂ O ₅	K ⁺	N ₂	CaO	MgO	Fe
SPT(kg.ha ⁻¹)	115,0	52,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KCL(kg.ha ⁻¹)	100,0	0,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Urea (kg.ha ⁻¹)	275,0	0,00	0,00	126,5	0,00	0,00	0,00
Total de aportes aplicados (kg.ha ⁻¹)	-	52,9	60,00	126,5	0,00	0,00	0,00
Contenido en el suelo (kg.ha ⁻¹)	-	28,0	60,00	0,00	2,50	1,90	3,10
Disponibilidades (kg.ha ⁻¹)	-	80,9	120,0	126,5	2,50	1,90	3,10
Requerimientos (kg.ha ⁻¹)	-	75,0	95,00	125,0	1,80	1,60	2,40
Déficit (-) o exceso (+)	-	5,90	25,00	1,50	0,70	0,30	0,70

La suma de los aportes y las disponibilidades, así como la diferencia de estos a los requerimientos del maíz indican que el cultivo presentó durante el ciclo niveles de fósforo (6.0 kg.ha⁻¹), de potasio (25.10 kg.ha⁻¹), de nitrógeno (1.6 kg.ha⁻¹) de calcio (0.70 kg.ha⁻¹), de magnesio (0.30 kg.ha⁻¹) y de hierro (0.70 kg.ha⁻¹) por encima de sus requerimientos.

Cantarero y Martínez (2012) indican que el maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. Inicialmente la absorción del N por parte de las plantas se realiza a un ritmo lento, pero cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de N crece rápidamente. El consumo de N es intenso particularmente en el período de mayor crecimiento de las plantas, el que se produce desde que estas emiten la décima hoja hasta después de la fecundación y formación de los granos (García y López, 2014).

Melchiori et al (2014) refieren que la cantidad de fósforo presente en las plantas vivas es aproximadamente una décima parte de la del nitrógeno. Este elemento contribuye en el metabolismo de la planta joven una mejor utilización del N. La cantidad de P extraída por las plantas en condiciones normales de cultivo se acerca a los 10 kg por tonelada de grano cosechada. El maíz consume alrededor de 100 a 150 Kg de N para producir unas 5 t. ha⁻¹ de grano. El ritmo

de acumulación de N en la planta crece casi paralelo a la acumulación de materia seca.

La velocidad de absorción del K por la planta es algo superior a la del N. La mayor parte de todo el K que necesita el maíz lo toma en los primeros 80 días de la planta. No obstante, en el primer mes, la velocidad de absorción potásica es relativamente lenta. Aunque el largo de la mazorca cuando hay déficit puede ser normal, los granos son pequeños y la punta de la mazorca es cónica, a veces faltan granos en la punta (Camacho et al., 2014).

En relación a las condiciones climáticas (Figura 3) el promedio de temperatura máxima del agroecosistema fue de 31,7 °C, la mínima es de 19,9 °C y la media 24,9 °C y 25,6 °C. El desarrollo óptimo del maíz se alcanza entre 21 y 32 °C como promedio, donde tanto las temperaturas inferiores como superiores a ese rango tiene un efecto negativo sobre el rendimiento (Cantarero y Martínez, 2012).

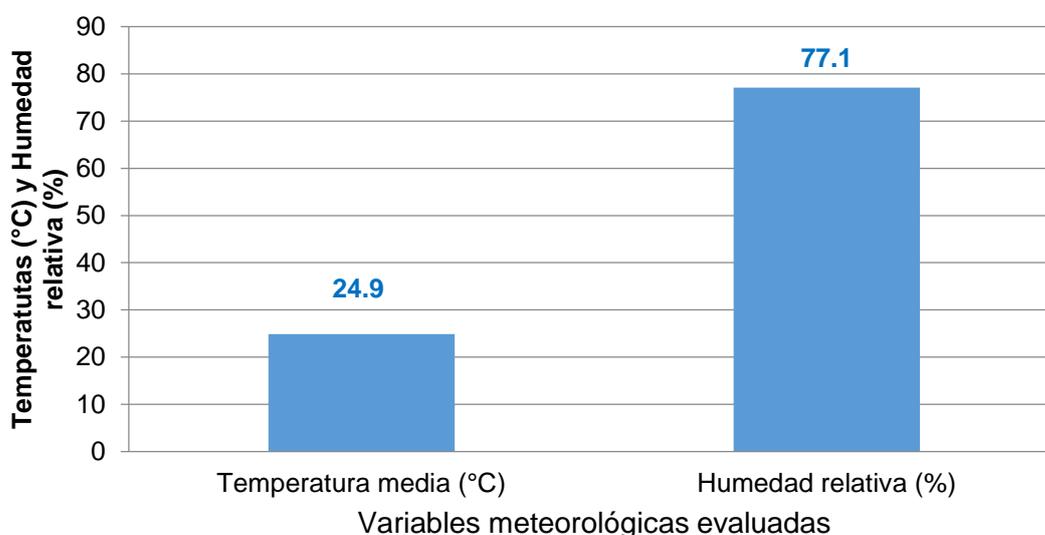


Figura 3 Promedio de temperaturas y humedad relativa del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros.

El agroecosistema en el año 2015 hubo un promedio de 1275.46 mm de precipitaciones con 100.4 mm mensuales (Figura 4). Cantarero y Martínez, (2012) plantea que el umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de 150 mm, aunque el maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo de

cultivo. Sin embargo, aún esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de éste o del escurrimiento, o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa. En el agroecosistema existe un sistema de riego por aspersión que se usa para suministrar el agua necesaria para el desarrollo del maíz durante su ciclo.



Figura 4 Promedio de precipitaciones anuales del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros.

Para que se produzca una buena cosecha de maíz es requisito indispensable que exista en el suelo humedad que satisfaga las necesidades de la planta. El consumo de agua varía según el subperíodo de desarrollo y resultan críticos los de germinación, brotación, floración y formación llenado del grano; siendo este último donde se produce el mayor consumo diario de agua (García y López, 2014).

En los tratamientos evaluados se muestran resultados con relación a la influencia de los microorganismos sobre el suelo: hongos, bacterias y actinomicetos (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de los bioproductos sobre las poblaciones de microorganismos en el suelo del agroecosistema Acueducto del municipio Aguada de Pasajeros.

Tratamiento	Hongos (x10 ⁸)		Bacterias (x10 ⁹)		Actinomicetos (x10 ⁷)	
	$\sqrt{\bar{x}}$	\bar{x}	$\sqrt{\bar{x}}$	\bar{x}	$\sqrt{\bar{x}}$	\bar{x}
Testigo	1,24c	1,53	0,89d	0,8	0,49c	0,24
Fitomás E	1,41b	1,98	1,61c	2,6	0,77b	0,6
ME-50	5,67a	32,1	4,29a	18,4	1,14a	1,3
ME-JB	5,15a	26,5	3,78a	14,3	0,95a	0,9
Biobrás-16	1,28c	1,65	0,89d	0,8	0,55c	0,3
ET	2,4		2,18		1,45	
CV (%)	13,8		11,4		13,7	

Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para $P \leq 0,05$.

Los hongos aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica facilitando su obtención para la nutrición de las plantas. Mientras que los actinomicetos participan en la producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo (Higa y Parr, 1994).

Se observan aumentos en las poblaciones de estos con las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50 y ME-JB, estadísticamente superiores al testigo. No así con el Biobrás-16 que es un estimulador del crecimiento vegetal que, además, incrementa la resistencia de las plantas a condiciones de estrés hídrico, salino, de temperatura y acelera el ciclo biológico (PRP, 2009), sin embargo al parecer su influencia sobre la actividad microbiana del suelo es reducida.

Con la aplicación de los ME se lograron incrementos significativamente superiores al resto de los tratamientos. Los ME restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Díaz et al., 2009). Son un acondicionador del suelo pues mejora la

estructura y agregación de las partículas del mismo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua (EARTH, 2008).

Contreras y Bernal (2007) explica que el Fitomás-E al ser aplicado sobre el follaje del cultivo y absorbido, al penetrar, aumentan la actividad metabólica produciendo diferentes fotosintatos que pasan a los órganos de la planta hasta la raíz, donde segrega compuestos que estimulan la actividad microbiana en el suelo

4.2 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en condiciones de producción.

La aplicación de todos los bioproductos Fitomás-E, ME-50, ME-JB, Biobrás-16 (Tabla 9) produjeron un aumento significativo en la altura del tallo del maíz respecto al testigo. Los valores más elevados se obtuvieron con el Biobrás-16 y ME-JB con diferencias significativas con relación a los demás tratamientos. Se observa un incremento significativo del crecimiento desde los 35 hasta los 80 días de la germinación (DDG), lo cual se debe a que a partir de los 35 días el maíz absorbe grandes cantidades de nitrógeno (Cantarero y Martínez, 2012).

Tabla 9. Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre la altura del tallo del maíz.

Momentos	35 días	50 días	65 días	80 días	X
Tratamientos					
Testigo	21.6	48.08	73.9	87.0	57.67 c
Fitomás E	26.5	58.9	90.6	106.6	70.66 b
ME-50	26.3	58.4	89.9	105.8	70.12 b
ME-JB	26.2	58,3	89.7	105.6	75.0 a
Biobrás-16	28.1	62.4	96.24	113.2	75.02 a
X	25.7 d	57.2 c	88.1 b	103.64 a	//////////
EX Tratamiento: 1.356 cm * *					
EX Momento: 1.2130 cm* *					
EX T x M: 0.119 NS					
C. V. : 8.5 %					

**Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para $P \leq 0,05$.

La altura de las plantas en el maíz es una variable importante pues es indicativo de la velocidad del crecimiento, que es dada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis,

los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado del grano, de ahí que puede tener un efecto notable sobre el rendimiento (Escobar y Mora, 2013).

Este indicador en el maíz puede verse afectado por la acción conjunta de varios factores: luz, temperatura, humedad, la influencia genética de la variedad, por el tipo de suelo, el manejo agronómico del cultivo; así como los nutrientes recibidos durante el ciclo y en particular el nitrógeno (Hernández y Soto, 2012).

Morejón et al., (2014) al aplicar Biobrás 16 observó incremento de la altura de las plantas en *Glycine max* L. y *Phaseolus vulgaris* L., debido a que es un estimulador del crecimiento vegetal e incentiva el alargamiento y la división celular.

Estos resultados coinciden con los reportados por Díaz et al. (2009); Mesa y Carbajal (2013); así como Mesa et al. (2013), quienes obtuvieron mayor altura de las plantas en *Acacia melanoxylon* R.Br., *Sorghum bicolor* L. Moench y *Carica papaya* L. respectivamente. Con la aplicación de ME se mejora la nutrición del cultivo por efecto hormonal y a partir de un incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, al mejorar la solubilidad de los mismos, ya que separa las moléculas que los mantienen fijos; así como deja los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular (Ecologic, 2015). De esta manera incrementa el desarrollo foliar y la capacidad fotosintética (EARTH, 2008).

Resultados similares obtuvieron también Vera y López (2002) así como Montano, (1998) que lograron incrementar la longitud del tallo en *Cucumis sativus* L. y

Sacharum sp– Híbrida, respectivamente, con aplicaciones de Fitomás-E que actúa como bionutriente vegetal, ya que contiene materia orgánica donde se encuentran las sustancias como compuestos nitrogenados activos según (Contreras y Bernal, 2007).

Las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 (Tabla 10) incrementaron significativamente el diámetro del tallo del maíz, con relación al testigo, pero la aplicación del Fitomás-E alcanzó un valor significativamente superior al resto de los tratamientos. El Fitomás-E aporta nutrientes a la planta y actúa como bioestimulante del crecimiento y el desarrollo foliar, donde se incluye el diámetro del tallo (Contreras y Bernal, 2007).

Tabla 10. Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el diámetro del tallo del maíz.

Momentos	35 días	50 días	65 días	80 días	
Tratamientos					X
Testigo	0,62	1,38	2,12	2,52	1,66c
Fitomás E	0,76	1,74	2,7	3,18	2,09a
ME-50	0,72	1,62	2,5	2,92	1,94b
ME-JB	0,69	1,56	2,5	2,89	1,91b
Biobrás-16	0,72	1,62	2,52	2,94	1,95b
X	0,70 d	1,58 c	2,47 b	2,89 a	//////////
EX Tratamiento: 0.039 cm **					
EX Momento: 0.035 cm**					
EX T x M: 0.0792 cm NS					
C. V. : 9.5%					

**Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para $P \leq 0,05$.

El diámetro del tallo en el maíz es una característica muy importante que depende de la variedad, de la densidad poblacional, de las condiciones ambientales y de la nutrición. Donde el nitrógeno disponible influye de forma marcada en el mismo. Los tallos de maíz delgados son un síntoma de deficiencia nutricional o del exceso de nitrógeno, existe gran dependencia del diámetro del tallo de la disponibilidad de nutrientes tanto desde el suelo como por vía foliar. (Cantarero y Martínez, 2012).

Los ME influyen sobre las plantas elevando su desarrollo (EARTH, 2008). Este aumento del desarrollo se ha observado en el maíz, con incrementos en el área foliar (SICTA, 2014).

El Biobrás 16 estimula los procesos y desarrollo de las plantas debido a que acelerar simultáneamente el crecimiento con el alargamiento y la división celular; además de proteger los tejidos (González et al., 2004a).

El área foliar (Tabla 11) muestra diferencias significativamente superiores de todos tratamientos con relación al testigo, no se muestran diferencias entre tratamientos a los que se le aplicó ME. Mostrando resultados significativamente superiores los tratamientos donde se aplicó Fitomás-E, ME-50 y Biobras-16.

Tabla 11 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el área foliar del maíz en cuatro momentos.

Momentos	35 días	50 días	65 días	80 días	X
Tratamientos					
Testigo	31,7	156,50	370,40	512,68	267,8 c
Fitomás E	42,08	207,64	491,48	680,24	355,3 a
ME-50	38,3	189,14	447,66	619,62	323,6 ab
ME-JB	36,3	179,30	424,38	587,40	306,8 b
Biobrás-16	40,12	198,18	469,08	649,28	339,1 a
X	37,7 d	186,1 c	440,6 b	609,8 a	//////////
EX Tratamiento: 13,63 cm ² * *					
EX Momento: 12,19 cm ² * *					
EX T x M: 27,27 cm ² NS					
C. V. : 19 %					

**Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para P≤0,05

El área foliar en el maíz tiene una elevada dependencia de las disponibilidades de nitrógeno y de la densidad poblacional (Cantarero y Martínez, 2012). Sin embargo con la aplicación de bioestimulantes como el Fitomás-E y el Biobrás-16 se origina un incremento de la división y elongación celular que hace que las hojas crezcan de forma más rápida que en condiciones normales (SICTA, 2014), lo que aumenta la intercepción de luz y esto, a su vez, resulta en un aumento de materia seca pero solo hasta el punto donde se encuentre el índice

de área foliar óptimo para el logro de un rendimiento superior (Hernández y Soto, 2012).

La aplicación de los bioproductos (Figura 5) produjeron un incremento significativo del número de mazorcas por parcela con relación al testigo, no existiendo diferencias entre los tratamientos en los que se aplicó bioproducto.

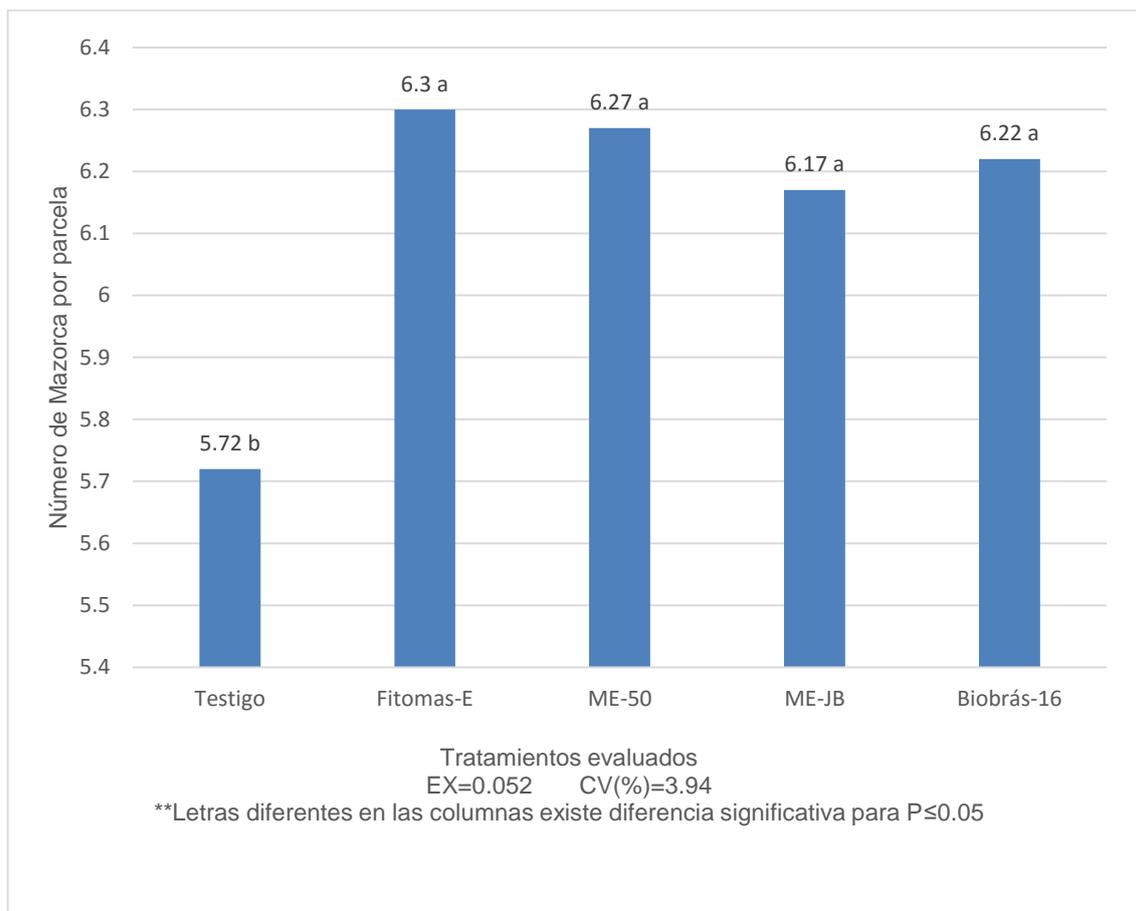


Figura 5 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el número de mazorcas por parcela.

El número de mazorcas por unidad de área está influenciado por la variedad, las condiciones ambientales, dentro de las cuales se destacan el suelo, y el manejo, con énfasis en las densidades de siembra; pues todos esos factores favorecen el desarrollo tanto de las yemas vegetativas como de las reproductivas del maíz (Cantarero y Martínez, 2012).

Con las evaluaciones de los bioproductos (Figura 6) se obtuvieron valores de longitud y diámetro de la mazorca significativamente superior con relación al testigo, no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos.

Resultados similares obtuvieron Rodríguez y Núñez (1999), que obtuvieron con la aplicación de Biobrás-16, incrementos de la longitud y el diámetro de las mazorcas.

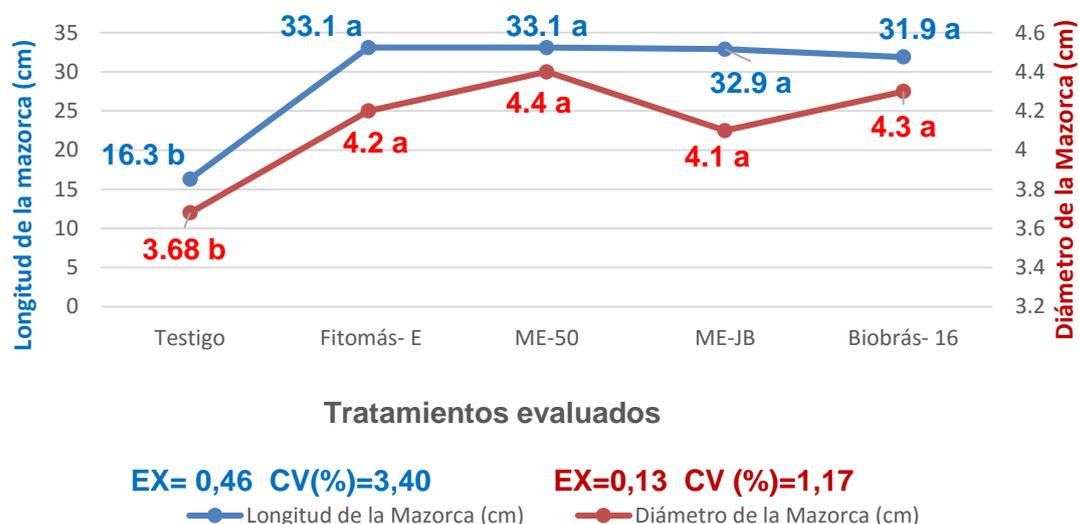


Figura 6 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre la longitud y diámetro de la mazorca.

Este resultado coincide con lo planteado por Cantarero y Martínez (2012) quienes refieren que entre la longitud y el diámetro de la mazorca existe una estrecha relación que está influenciada en mayor medida por la humedad del suelo, suministro de nutrientes y la radiación solar. Los biopreparados de manera general mejoran la disponibilidad de nutrientes e incrementan el área foliar que también a su vez favorece el desarrollo de la mazorca, con la absorción de una mayor cantidad de radiación solar.

Vázquez (2006) indica que un abastecimiento adecuado de nitrógeno influye sobre la longitud de la mazorca y se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica este elemento. Tanto la longitud como el diámetro de la mazorca tienen una relación directa con el rendimiento; pues a mayor longitud y diámetro, la mazorca tendrá mayor número de granos, al incrementarse los granos por hilera y el número de hileras por mazorca lo que conlleva a un mayor rendimiento.

La aplicación de los bioproductos (Tabla 12) produjo un incremento significativo del número de granos totales por hileras y mazorca. No existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, pero sí de estos con el testigo.

Tabla 12 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el número de granos por mazorca y por hileras.

Tratamientos	Granos por hileras*		Granos por mazorcas	
	\sqrt{x}	\bar{x}	\sqrt{x}	\bar{x}
Testigo	4,8 b	24b	16,75b	280,60
Fitomás E	5,4 a	29a	19,09a	364,60
ME-50	5,3 a	28a	19,21a	369,20
ME-JB	5,5 a	30a	19,29a	372,20
Biobrás-16	5,5 a	30a	19,44a	378,00
Ex	0.46		0,13	
CV (%)	3.40		1,17	

**Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para $P \leq 0,05$

Los granos por hileras dependen de la polinización, la longitud y del número de hileras por mazorca. La aplicación de los biopreparados mejoran la asimilación de los nutrientes de la planta, lo que estimula la producción de polen en las flores masculinas y la viabilidad de su germinación en los estigmas de las femeninas (Vázquez, 2006).

Las aplicaciones de los bioproductos (Figura 7) produjeron un incremento significativamente superior al testigo sobre el peso de los granos y del rendimiento, no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos. Resultados similares obtuvieron Rodríguez y Núñez (1999) con un incremento entre un 8 y 17 % del rendimiento del maíz a diferentes dosis de Biobrás-16.

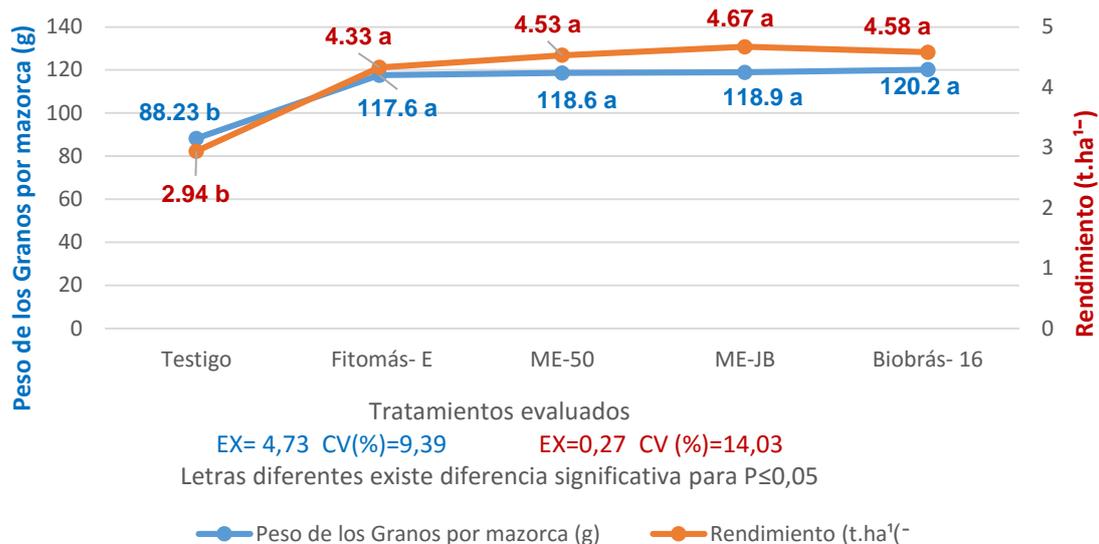


Figura 7 Efecto de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el peso de los granos por mazorca y el rendimiento en el maíz

El peso de los granos de las mazorcas depende del tamaño de éstas e influyen directamente sobre el rendimiento (Cantarero y Martínez, 2012). El incremento del área foliar que producen los bioproductos incrementa la actividad fotosintética y con esta la producción de almidón lo que contribuye a un mejor llenado de los granos que incrementa el peso de éstos y el rendimiento (Melchiori et al., 2014). De manera similar ocurre con el incremento que producen estos bioproductos sobre la asimilación de nutrientes que conlleva al aumento del tamaño de las mazorcas y por consiguiente del número de granos de éstas, lo que influye también directamente sobre el rendimiento.

Los ME, como inoculante microbiano, reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Díaz et al., 2009). Incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (EARTH, 2008).

El peso de los granos está determinado por la variedad, la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de ésta, el llenado de los granos que a su vez depende de la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas y tallos; así como de la nutrición mineral e hídrica (Escobar et al., 2013).

4.3 Efectividad económica de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 sobre el cultivo del maíz en condiciones de producción.

El análisis económico (Tabla 13) muestra que los ingresos y ganancias aportados fueron significativamente superiores en las parcelas tratadas con los biopreparados con relación al testigo para la variedad de maíz TGH.

Tabla 13 Valoración económica de las aplicaciones de Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 en el maíz.

Tratamiento	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Costo (\$)	Ingresos (\$)	Ganancia (\$)	I. Rentabilidad
Testigo	2,94	218,59	1449,54	1230,95	6,63
Fitomás E	4,33	241,09	2134,87	1893,77	8,85
ME-50	4,53	244,99	2233,47	1988,48	9,12
ME-JB	4,67	237,29	2302,50	2065,21	9,70
Biobrás-16	4,58	230,89	2258,13	2027,23	9,78

Este resultado demuestra lo planteado por Anderson (2013) que muchos investigadores han reportado un incremento en el crecimiento de los cultivos y la producción con muy buenos resultados económicos con el uso de ME. Así como por Anuar et al., (2014) que explican que proporciona amplios beneficios a la agricultura permitiendo mejorar los suelos, aumentar la producción y prevenir o disminuir el ataque de varias plagas y enfermedades.

El Biobras-16 es un estimulador del crecimiento vegetal cubano que se está utilizando con éxito en la agricultura cubana y que por sus resultados económicos se exporta a Colombia, Chile, Venezuela, España y México (Morejón et al., 2014).

5. Conclusiones

2. El agroecosistema Acueducto se caracteriza por poseer un suelo con una estructura, textura, PH disponibilidad de agua para el riego, apropiados para el cultivo del maíz.
3. Las aplicaciones de los bioproductos Fitomás-E, ME-50, ME-JB y Biobrás-16 en el cultivo del maíz tienen un efecto positivo sobre el crecimiento, desarrollo lo que se tradujo en el aumento de los rendimientos en más de un 50% con relación al testigo.
4. Las aplicaciones de Fitomás E, Biobrás-16, ME-50 y ME-JB elevan los ingresos y con ello la rentabilidad.

6. Recomendaciones

1. Incluir los bioproductos Fitomás-E, Biobrás-16, ME-50 o ME-JB en el paquete tecnológico del cultivo del maíz de acuerdo a la disponibilidad en el municipio por su favorable efecto sobre el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento; así como por su probada efectividad económica en condiciones de producción.

2. Realizar estudios de larga duración con los bioproductos Fitomás-E, Biobrás-16, ME-50 y ME-JB para conocer el comportamiento a largo plazo sobre las plantas y el suelo.

7. Bibliografía

1. Acosta, W. A. (2005) Evaluación de diferentes dosis de Biobras-16, en el cultivo del tomate var. "Vita", en las condiciones edafoclimáticas de la Provincia Granma. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos60/biobras-cultivotomate/biobras-cultivotomate2.shtml?monosearch>. Consultado septiembre 2016.
2. Alonso, M.C. (2011) Influencia de tres sistemas de cultivo en algunas propiedades físicas de los suelos Ferralíticos Rojos. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas. ISCAH. Habana. Cuba.
3. Álvarez, S. J.D.; Gómez, V. D.A.; León, M. N.S.; Gutiérrez, M. F.A. (2010) Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* V 44 (5): 575-586 p.
4. Anderson, D. (2013) Biostimulatory effect son plants of the effective microorganisms. Institute for Sustainable Horticulture Kwantlen Polytechnic University. Columbia Británica, Canadá. Memorias de Taller resultados del empleo de los microorganismos eficientes en Cuba.
5. Anuar, A.R.; Sharifuddin, H.A.H.; Shahbuddin, M.F. y Zaharah, A.R. (2014) Effectiveness of Effective Microorganisms (EM) on Maize Grown on Sandy Tin Tailings. Department of Soil Science, University Pertanian Malaysia 43400 Serdang, Selangor, Malaysia.
6. Arias Hoyos, A. (2010) Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de ciencia e ingeniería* Vol. 02, No. 02: 42–45 p.
7. Barral, Y. (2014) Evaluación de diferentes dosis de Fitomás en el cultivo de la lechuga. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. CUG. Facultad Agroforestal: 21p.
8. BID. (2011) Manual Práctico de Uso de EM. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Banco Interamericano de Desarrollo - Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792 UR.

9. Camacho, R.G; Garrido, V; Lima, M.G. (2014) Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Science Agriculture. Piracicaba, Vol. 52(2):294-298 p.
10. Cantarero H. R.J.; Martínez T. O.A. (2012) Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Universidad Agraria Nacional. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. Managua. Nicaragua.
11. CEDAF (2013) Centro Para el Desarrollo Agropecuario Y Forestal, INC. Cultivo de maíz. Guía técnica N° 33. 1ra edición. Santo Domingo, República Dominicana. 44 p.
12. CENTA (2014) Microorganismos. Guía Técnica 4. Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental (PROPA-Oriente). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), Gerencia de Transferencia de Tecnología. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/sidia/inicio.html>
13. Coll, F .; Alfonso, G.; García, V.; Pérez, G.; Leliebre, V.; Bernardo, Y.; (2014) Evaluación del efecto de diferentes análogos de brasinoesteroides sobre algunos cultivos de interés económico en Cuba
14. Corbera, J. y Núñez, M. (2014) Evaluación agronómica del análogo de brasinoesteroides BB-16 en soya, inoculada con *Bradyrhizobium japonicum* HMA, cultivada en invierno sobre un suelo ferralsol. Cultivos Tropicales, vol. 25, no. 3, p. 9-13.
15. Correa, M. (2009) Microorganismos Eficaces (EM). Disponible en: <https://www.effectivemicroorganismstechnology.com/page5.html-126>: Consultado septiembre 2016
16. Cortés Machado, L. E. y Gómez Torres F. A. (2011) Eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase prelevante. Revista SpeiDomus. Vol; 7(15): 31-34p.
17. Dera, H. (2014) Guía Técnica. El cultivo del maíz. Proyecto de red de innovación agrícola. El Salvador.
18. Díaz Barragán, O. A.; Montero Robayo, D. M. y Jesús Alberto Lagos Caballero, J.A. (2009) Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de

- Mondoñedo, Cundinamarca. Revista Colombia Forestal Vol. 12: 141-160 p.
19. Diaz S. H.; Morejón, R. y Núñez, M. (2013) Effects of biobras-16 on rice (*Oryza sativa* L.) yield and other characters. Cultivos Tropicales, vol. 24, no. 2, 35-40p.
 20. Dibut, B. A. (2014) "Obtención de un bioestimulador del crecimiento y el rendimiento vegetal para el beneficio de la cebolla (*Allium cepa* L.)". Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 104 p.
 21. Dibut, B. y R. Martínez Viera (2013) Biofertilizantes y bioestimuladores: Métodos de inoculación. En Manual de Agricultura Orgánica Sostenible, FAO Ed., La Habana, 17-22p.
 22. Doorenbos, J. y Kassam, H. A. (1986) Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: riego y drenaje No. 33. Roma, Italia. 107-110p.
 23. EARTH. (2008) Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganisms Research Organization Inc.) Limón. Costa Rica. 16p
 24. Ecologic (2015) Microorganismos efectivos EM en la Agricultura. Ecologic Maintenances. México.
 25. Ecologic Maintenances (2012) Microorganismos efectivos EM en la Agricultura. UweRolli - Mérida, Yucatán. México. Disponible en <http://www.emmexico.com> Consultado en diciembre 2016.
 26. Elings A. (2010) Estimation of leaf area in tropical maize. Agronomy Journal, Vol 92, Is3, pp 436-444
 27. EM (2014) Guía de la Tecnología de EM. EM Research Organization Inc. Japan (EMRO). Disponible en <http://fundases.com/p/solbac.html>. Consultado en diciembre 2016.
 28. Escobar, N.; Mora Delgado, J.; Romero Jola, N. (2013) Respuesta agronómica de *Zea mays* L. y *Phaseolus vulgaris* L. a la fertilización con compost. Revista. Luna. Azul. Vol 37: Universidad de Caldas. 18-29p.
 29. FAO (2010) El maíz en la nutrición humana. Alimentación y nutrición, N°25. Roma. ISBN 92-5-303013-5. <http://www.emmexico.com>, Consultado en diciembre 2016.

30. Fernández A. (2012). Fertilización foliar con sustancias húmicas y macronutrientes, como complemento a la fertilización edáfica en calabacita (*Cucúrbita pepo* L). Tesis de Licenciatura. Departamento de Suelos UACH. Texcoco, México.
31. Ferraris, G.; Couretot, L. (2007). Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07. In: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas. 116-122p.
32. Flores, Y.; López, F.; Villanueva, J. (2012) Efecto de los microorganismos eficaces (EM) y *Trichoderma* sp sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii* en una siembra experimental de pimentón. Disponible en: <http://www.sertox.com.Ar/retel/default.htm>. Consultado en diciembre 2016.
33. Fuentes López, M. R. (2014). El cultivo del maíz en Guatemala. Una guía para su manejo agronómico. Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas. Guatemala.
34. Fujii, S. y H. Saka. (1992). Growth regulating action of brassinolide on plants. II. Effect of brassinolide on the translocation of assimilate in rice plants during the ripening stage. *Jpn. J. CropSci.* 61: 193-196.
35. Fundases. (2014). Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Microorganismos Eficaces. Agrophos. [Online]. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. Consultado en diciembre 2016.
36. GAIA (Grupo Agroindustrial Arrocerero). MINAG (2010). Instrucciones para la aplicación del biobras-16 en el cultivo del arroz. 14 de mayo.
37. Galdámez, G. J. (2014). Productividad del maíz asociado con frijol y calabaza, en dos localidades de Villa flores Chiapas. Tesis (Maestría en Ciencias, especialista en Agrometeorología). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 287p. http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s05.htm#P0_0. [Consultado 15 de enero de 2016].
38. García Pereira, T.; Silva, S.; Morais, de G.; Pereira López, M. A.; Donizete Gonçalves, L. (2014) Utilização de Microrganismos eficientes (EM) na produção de alimentos orgânicos. VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - campus Bambuí VII Jornada Científica el Mostra de

- Extensão .21 a 23. <http://www.sertox.com.Ar/retel/default.htm>. Consultado diciembre 2016.
39. García, A. D. y López, C. (2012). Temperatura base y extinción de área foliar en maíz. Revista fitotecnia mexicana. vol. 25, no. 004. 381-386p.
 40. García, J. P.; Espinosa. J. (2014). Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. Informaciones agronómicas. Vol. 72 1-5p.
 41. González, A.U. (2003). El Maíz y su conservación. México. Editorial Trillas. 399 p.
 42. González, F. M.; Casanova, A.; Hernández. A.; Méndez, R.; González, M.; Delgado, E. (2004a) Efecto de la aplicación de biobrás-16 en la producción de plántulas de tomate. (*Lycopersicum esculentum* Mill). Instituto de investigaciones hortícola "Liliana Dimitrova". La Habana. Universidad de la Habana.
 43. González, M.; Guevara, A.; Hartman, T.; Peña, E.; Bardanca, y Ferrer, S. (2004b) "Inoculación de productos microbianos para la producción de hortalizas en Casas de Cultivos". XIV Congreso Científico.
 44. González, M. (2005) Evaluación del Biobrás-16 en el cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) híbrido (H-A3019) en condiciones de cultivos protegidos <http://www.monografias.com/trabajos46/biobras-tomate/biobrastomate2.shtml>. Consultado diciembre 2016.
 45. Hernández Córdova, N.; Soto, C.F. (2013) Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. Cultivos Tropicales versión ISSN 0258-5936. cultrop vol.34 no.2 La Habana.
 46. Hernández, C. N. y Soto, C. F., (2012) "Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del maíz (*Zea Mays* L.)." Cultivos Tropicales Vol. 33: 44-49p
 47. Higa, T. (2010) Microorganismos Benéficos y Efectivos Para Una Agricultura y Medio Ambiente Sostenible. Disponible en: <http://www.fundases.com/p/em.html> Consultado diciembre 2016.

48. Higa, T. (2013) Microorganismos eficaces. Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón.
49. Higa, T.; Parr, J. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. Atami, JP, International nature farming research center. 16 p.
50. Higa, T.; Wididana, G. N. (2010) Biostimulatory effects on plants. University of the Ryukyus. Okinawa, Japan.
51. INICA – EPICA (2015) Informe de las recomendaciones de fertilizantes para las áreas de la unidad 01 Victoria de la UEBTA Antonio Sánchez. Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE). MINAG. Cienfuegos.
52. INICA (1985). Metodología para la toma de muestras del suelo. Folleto. 18p. Departamento de Suelos y Agroquímica del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.
53. Kiesselbach, T.A. (1954). The Structure and Reproduction of Corn. 50th Anniversary Edition. 1999 by Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
54. Kyan, T.; Shintani, M.; Kanda, S.; Sakurai, M.; Ohashi, H.; Fujisawa, A.; y Pongdit, S. (2013) Kyusei nature farming and the technology of effective microorganisms. Guidelines for practical use. Asia Pacific Natural Agriculture Network, Bangkok, Thailand and International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.
55. Ladino Orjuela, G.; Rodríguez, J.A. (2014) Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomona palustris* (microorganismos eficientes EM) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp*) en condiciones de laboratorio Orinoquia, vol. 13, núm. 1, pp. 31-36, Universidad de Los Llanos. Colombia.
56. Lafitte, H.R.; Paliwal, R.L.; Granados, G.; Violic, A.D.(2001a). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s12.htm#P0_0. [Consultado 10 de enero de 2016].

57. Lafitte, H.R. (2001b). Estreses abióticos que afectan al maíz. In: Paliwal, R.L.; Granados, G.; Violic, A.D. (Eds). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s12.htm#P0_0. [Consultado 10 de enero de 2016].
58. Lafitte, H.R.(1994). Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México, D.F.: CIMMYT.
59. Larios, G. A.; Tapia, L.M.; Vidales, F. y Villaseñor, R. (2010). Producción orgánica de la fresa. Editorial Académica Española. 1ª. Edición. Madrid, España. 269 p.
60. Lino, A., Arozarena, N., Dibut, B., Ríos, Y., Croche, G., Ortega, M. y, Fey, L. (2014). “Evaluación de la aplicación conjunta de biofertilizantes en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill)”. XIV Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. República de Cuba.
61. Llanos, M. (2008). El maíz: su cultivo y aprovechamiento. Madrid. España. Mundi- Prensa. 318p.
62. Loen G., A. (1954). Manual de Agricultura. Técnica de la producción vegetal e industrias fotógenas: Herbicultura. salvat editores. Barcelona-Madrid. 219 p.
63. López Rivera, R.; Montano, R.; Lobaina Borges, J.; Montoya Ramos, A.; Coll Romero, O. (2016) Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomás en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro Universitario Guantánamo. Cuba
64. López, R. y Lovaina, P. (2015) Monografía: Comportamiento de la **habichuela** con diferentes dosis de Fitomás en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro Universitario Guantánamo.
65. Lorente, E.; Vázquez, R.; Quintana, E. and Boado, I., (2013). “RIZBEL, biopreparado en la producción de hortalizas en Organopónicos”. V Encuentro de Agricultura Orgánica.
66. Lucchesi, A.A.; Ferreira, S.O.; Yamada, T. (1987) Fatores da produção vegetal. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação

- Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Vol.I-II. Disponible en <http://www.fundases.com/p/em.html> Consultado diciembre 2016.
67. Maresma, J. (2009) Influencia de diferentes dosis y momentos de aplicación del Biobras-16 en el cultivo del maíz. Cultivos tropicales, Vol.20, 77-79p.
68. Matheus, L. J. (2004). Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea Mayz L.*). Bioagro, 16 Vol(3): 219-224p.
69. Mazorra, L.M.; Núñez, M. (2006). Inducción de termotolerancia por la 24-epibrasinólida y dos análogos de brasinoesteroides en plantas de tomate. Cultivos Tropicales, Vol. 27, no. 3, 89-93p.
70. Melchiori, R. J. M.; Barbagelata, P. A.; Albarenque, S. M. y Faccendini, N. (2014). Momentos de aplicación y fuentes de N en maíz. Actualización Técnica de Maíz, Girasol y Sorgo. INTA-EEA Paraná. Serie de Extensión, 2007, no. 44, 74-79p.
71. Mesa, J. R.; Carvajal Carrazana, R. (2013) Evaluación del efecto de los Microorganismos eficientes (ME) en la producción de posturas de Fruta Bomba (*Carica papaya L.*) en la Empresa agropecuaria "Horquita".
72. Mesa, J.R.; Canheque, J.; Jumba, I. y Álvarez, J.L. (2013) Efeito da aplicação de microrganismos eficientes na cultura do milho branco. I Simposio Científico. ASSESCA- PLP. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad "José Eduardo Dos Santos". Huambo. República de Angola.
73. MINAGRI. (2010). Instructivo Técnico del Maíz.113, Ministerio de la Agricultura.
74. MOA (Fundación Mokichi Okada, JP). (2010) Microorganismos eficaces (EM) y EM Bokashi en la agricultura natural. Sao Paulo, BR, Centro de pesquisa, Ipeúna. 23p.
75. Morejón, R.; Díaz, S. H.; Núñez, M. (2014) Uso del biobras-16 en áreas arroceras de pequeños productores de la provincia de Pinar del Río.
76. Morejón, R. y Núñez, M. (2012) Efecto del análogo de brasinoesteroides Biobrás-6 en el rendimiento y otros caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*). Cultivos Tropicales. Vol. 25, no. 1, 55-59p.

77. Moya, J.C. (2012) Cómo hacer microorganismos eficientes. Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Disponible en <http://fundases.com/p/solbac.html>. Consultado en diciembre 2016.
78. Murray, R.M.; Bojórquez, S.; Jiménez, H., Orozco, M.G.; García, P. R., Gómez, A.; Ontiveros, G. y Aguirre, O. (2011) Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Biociencias* Vol1(3):27-35p.
79. Noriega, L. A.; Preciado, R. E.; Andrio, E.; Terrón, A. D. y Covarrubias, J. (2014) Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz qpm h-374c*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, no. 4, p. 489-500.
80. Novo, P. (1983) Metodología para la cuantificación microbiana del suelo. CIAP. Folleto 35p.
81. Núñez, M. (2012) Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. *Reseña bibliográfica. Cult. Trop.* Vol:20(3): 63-72p.
82. Núñez, M. (2013) Synthesis and practical applications of brassinosteroid analogs. En: Hayat S., Ahmad A. *Brassinosteroid bioactivity and crop productivity*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands 87-117p.
83. Okuda, A.; Higa, T. (2010) Purification of Waste Water with Effective Microorganisms and its Utilization in Agriculture. University of the Ryukyus, Okinawa, Japan.
84. Pedraza, R.O.; Teixeira, K.; Fernández, S. A.; García de Salamone, I.; Baca, B.; Azcón, R.; Baldani, V.; Bonilla, R. (2010) Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (2010) Vol11(2), 155-164p.
85. Pedrol, H. M.; Castellarin, J. M.; Ferraguti, F. J. y Rosso, O. J. (2012) Fechas de siembra y rendimientos de maíz en Oliveros (Santa Fe), campaña 2010/2011. Manejo de cultivos. *Revista Maíz. Para mejorar la producción*, no. 41. [Consultado: jun.2016]. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/fechas-de-siembra-y-rendimientos-de-maiz-en-oliveros-santa-fe-campana-2010-11/>. Consultado diciembre 2016

86. Peña, L. (2010) Fertilización en el cultivo del maíz (*Zea mays*) Disponible en <http://html.rincondelvago.com/> Consultado diciembre 2016.
87. Peñafiel Cruz, B. y Donoso Brunque, M. (2012) Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435. Disponible en <http://www.fundase.org/p/em09.html> Consultado en diciembre 2016.
88. Pérez, I. (1988) Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 167 p.
89. Pérez Molina, S.M. (2010) Efecto de microorganismos aplicados por fertirriego en la disponibilidad de fósforo en dos sistemas de cultivo de banano en la zona bananera del Magdalena. Tesis de maestría en ciencias agrarias énfasis en suelos Santa Marta – Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira convenio Universidad del Magdalena.
90. Pérez, C. (2014) La levadura *Saccharomyces cerevisiae* en alimentación animal. ABN (Aplicaciones Básicas a la Nutrición). Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89612776006>. Consultado diciembre 2016.
91. PRP (2009) Manual Práctico de Uso de EM. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Uruguay. Edición N^a 1.
92. Ramírez Martínez, M. A. (2013) Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Tesis en opción de la especialización en ingeniería ambiental Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Química especialización ingeniería ambiental Bucaramanga.
93. Ramos Hernández, L. y Martínez Macías, F. (2016) Efecto del Fitomás y el bioplasma en el rendimiento del cultivo de la lechuga var. Anaida, bajo condiciones de cultivo semiprotegido. Centro Universitario Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña, Cuba.
94. Reyes, C. P. (1990) El maíz y su cultivo. Primera edición. AGT. Editor, S.A. México, D. F.

95. Reyes, B.; Yeomans, J.; Hernández, C. y Okumoto, S. (2013) Estabilización de los lodos sépticos que provienen de una comunidad pequeña con microorganismos eficaces. *Tierra Tropical Vol 1 (1): 77-88p.* Universidad EARTH. Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica.
96. Roddick, J. (2012). Comparative root growth inhibitory activity of four brassinosteroids. *Phytochem. Vol37:1277-1281*, Disponible en <http://html.rincondelvago.com/> Consultado diciembre 2016.
97. Roddick, J.; Rijnenberg, A. y Ikekawa, N. (2013). Developmentaleffects of 24-epibrassinolide in excised rotos of tomatogrown in vitro. *Phisiol. Plan.87:453-458.* [http://html.rincondelvago.com/.](http://html.rincondelvago.com/) Consultado junio 2016.
98. Rodríguez, S. (2005). Fertilizantes, Nutrición vegetal. Cuarta reimpresión A.G.T. Editor, S.A. México, D. F. 157 p.
99. Rodríguez, M. S. (2014). Microorganismos eficientes (EM)? Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes.
100. Rodríguez, M. S. y Núñez, M. (1999). Synthesis and practical applications of brassinosteroid analogs. En: Hayat S., Ahmad A. *Brassinoesteroid bioactivity and crop productivity.* Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, p. 87-117.
101. Rojas Murillo, J. M. y Seminario Cunya, J. F. (2014) Método alométrico para estimar el área foliar de “valeriana” (*Valeriana pilosa* Ruiz & Pav.) al estado silvestre. Programa de Raíces y Tubérculos Andinos Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. *Arnaldoa 21 (2): 305 - 316.*
102. Ruiz, C.; Medina, G.; González, A.; Ortiz, T.C.; Flores, L.; Byerly; M. (1999) Requerimientos agroecológicos de los cultivos. Libro Técnico No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. 186-190p.
103. Ruiz López, N. R. (2013) La materia orgánica del suelo. Libro Ciencias del Suelo. Capítulo 8. Tomo I Pedología. 205-241p. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” Facultad de

- Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo. San José de Las Lajas. Provincia La Habana.
104. Saborit Reyes, R.; Meneses Dartayet, P.; Cañizares Sierra, A. (2013) Efecto de las aplicaciones de Fitomás – E combinadas con la fertilización. Revista Infociencia Vol.17, No.4
105. Sakurai, M.; Kyan, T.; Shintani, M.; Kanda, S.; Oaci, H., Fujisawa, A.; Pongdit, S. (2014) Nature Farming and the Technology of effective microorganisms. Atami, JP, International nature farming research center. 44 p. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/>. Consultado diciembre 2016.
106. Salmerón, F. y Ríos, G.M. (2013) Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Mangua. Nicaragua.
107. Santillán, M.; Recalde, C. y Echeverría, M. (2014) Descomposición de materia orgánica con microorganismos eficientes magnetizados. Disponible en <http://Nuñ.com/p/solbac.html>. Consultado en diciembre 2016.
108. Serrano Cánovas, R. (2015) Mecanismos de adaptación de *Saccharomyces cerevisiae* a la alcalinización ambiental. Tesis Doctoral. Dept. Bioquímica y biología molecular. Universidad autónoma de Barcelona.
109. SICTA (2014) Difusión del uso de Microorganismos Eficaces EM.1 en el cultivo de maíz para pequeños productores (as) de la Región Sur Occidente de Honduras. Disponible en <http://www:cultivomaizoccidentehonduras.pdf.redsicta.org> Consultado en octubre 2016.
110. Silva, M. (2014). Microbiología General. Disponible en: <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismosficientes.html>. Consulta: diciembre 2016.
111. Socorro, A; Pretel, R. (2005) Modelo alternativo para la racionalidad agrícola. CETAS.

112. Terry Alfonso, E.; Leyva, A. y Hernández, A. (2015) Microorganismos benéficos como biofertilizante eficiente para el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Rev. Colombiana. Biotecnología. Vol VII. No 2. 47-54p.
113. Terry, E. y Leyva, A. (2010) Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate.
114. Tinoco, C. A.; Ramírez, A.; Villarreal, E. y Ruiz, A. (2013) Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento. Agric. Téc. Méx. vol. 34, no. 3: 271-240p.
115. Toalombo Iza, R.M. (2012) Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Trabajo de investigación estructurado de manera independiente presentado como requisito para optar el título de ingeniera agrónoma. Universidad Técnica de Ambato facultad de ingeniería agronómica Cevallos – Ecuador.
116. Toc Aguiar, R.M. (2012) Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
117. Trejo T, L.I. (2010). Uso de fertilizantes foliares específicos en la corrección de deficiencias nutrimentales en tres tipos de suelo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 147 p.
118. Trinidad, S. A.; Aguilar, M. D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en los rendimientos de los cultivos. Tierra Vol17 (3): 247-255p.
119. Trujillo, Y. (2015) Estudio de Abono fermentado y bioestimulante Fitomás en la producción de rabanito. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas.
120. Uribe, J. F.; Estrada, M.; Córdoba, S.; Hernández, L.E.; Bedoya, D.M. (2010) Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en

- producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 14: 2.
121. Vargas, M.; González Martínez, C.; Chiralt, A. y Cháfero, M. (2013) Estudio preliminar del uso de recubrimientos de quitosano y de microorganismos eficaces en el control pos cosecha de la podredumbre azul de naranjas. V Congreso Iberoamericano de tecnología pos cosecha y agro exportaciones. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, Universidad Politécnica de Valencia.
 122. Vázquez G. J. (2006). Ecofisiología del maíz, Volumen I, Agroclimatología. Primera edición. Universidad Autónoma de Chiapas. 288 p.
 123. Vela, E. (2011). El Maíz, de la época prehispánica a la actualidad, alimento y cultura. Arqueología mexicana (38).
 124. Villalpando I, J.F. y Ruiz, C. (1993). Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. 1a. Ed. LIMUSA-UTEHA. México, D.F. 123 p.
 125. Wall, G.W.; Kanemasu, E.T. (1990). Carbondioxideexchangerates in wheat canopies. II. Photosynthetic and phytomass production efficiencies. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, Vol. 49, 103-122p.
 126. Zakaria, Z.; Salleh, M.; Suhanawati, N. (2014). Isolation of bacteria in effective microorganisms (EM) suitable for degradation of thiosulfate. Faculty of Science University Technology Malaysia.