



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS



EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FITOMAS-E® EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays* L.)



Tesis en opción al Título Académico de Master en Ciencias Agrícolas.
Mención Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de producción.

Autor: Ing. Yasiel Santana González.

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano González.

Matanzas
2023

PENSAMIENTO



...La Agricultura es la única
fuente constante cierta y enteramente
pura de riquezas...

José Martí

DEDICATORIA

A mi hija de ocho años Nilién Santana Martínez que estos resultados les sean útiles en el camino por la vida.

A mi madre, por su crianza, su amor y dedicación; la cual supo guiarme en mi educación todo este tiempo, sin ella nunca hubiese logrado este objetivo, que es parte de ella.

A mi hermana, le dedico este trabajo y por ser menor que yo solo le pido que siga mi ejemplo.

A mi padre que con su ejemplo y exigencias logró inculcarme a la superación, por su plena confianza en todos los pasos y decisiones que he tomado en la vida.

A toda mi familia, quienes con amor, dedicación y esmero han sabido guiarme por el buen camino de la vida.

A todos mis compañeros de aula por la unidad, confianza y amistad en todos estos años en la Universidad de Matanzas.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quisiera comenzar mi agradecimiento por esta Revolución que ha hecho posible mi formación como joven profesional.

A toda mi familia, quienes con amor, dedicación y esmero han sabido guiarme por el buen camino de la vida.

A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González, por su especial dedicación, preparación y revisión de los resultados plasmados en esta tesis; por todo le estaré eternamente agradecido.

A todos mis profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por formarme como profesional, apoyarme y exigirme de ser mejor cada día.

A todos mis compañeros de aula que durante el transcurso de estos años me han brindado su amistad, confianza y ayuda en los momentos más difíciles.

**A todos,
Muchas gracias.**

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre el comportamiento agroprodutivo del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de producción, para lo cual se realizó un experimento en la finca familiar campesina “San Manuel”, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Rodobaldo López Olivera”, municipio Cárdenas, provincia Matanzas. Se estudiaron cinco tratamientos (Control sin aplicación de producto y FitoMas-E® a 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar y los datos obtenidos fueron procesados según el paquete estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett. Se evaluó la altura de la planta (cm), número de hojas por planta, altura de la mazorca (m), número de mazorca por planta, longitud y diámetro de la mazorca (cm), número de hileras por mazorca y granos por hileras, así como el rendimiento total en (t.ha⁻¹). La aplicación de FitoMas-E® ejerce un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz. Los valores máximos en los parámetros de crecimiento e indicadores del rendimiento evaluados correspondieron a las plantas a las que se les aplicó FitoMas-E® a razón de 2 L.ha⁻¹. Los resultados de la valoración económica, muestran una relación B/C con valores mayores a tres, que corresponden a ganancias muy notables.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of evaluating the effect of different doses of FitoMas-E® on the agroproductive behavior of the corn crop (*Zea mays* L.) under production conditions, for which an experiment was carried out on the family farm. farmer "San Manuel", belonging to the Credit and Services Cooperative (CCS) "Rodobaldo López Olivera", Cárdenas municipality, Matanzas province. Five treatments were studied (Control without product application and FitoMas-E® at 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 L.ha⁻¹). The experimental design used was a randomized block and the data obtained were processed according to the statistical package Statgraphic plus 5.1 on WINDOWS. The adjustment to a Normal Distribution was determined using the Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit test and the Homogeneity of Variance using the Bartlett Test. The height of the plant (cm), number of leaves per plant, height of the ear (m), number of ears per plant, length and diameter of the ear (cm), number of rows per ear and grains per row were evaluated, as well as the total yield in (t.ha⁻¹). The application of FitoMas-E® exerts a positive effect on the growth, development and yield in the corn crop. The maximum values in the growth parameters and performance indicators evaluated corresponded to the plants to which FitoMas-E® was applied at a rate of 2 L.ha⁻¹. The results of the economic valuation show a B/C relationship with values greater than three, which correspond to very notable gains.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 El cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	4
2.1.1 Origen	4
2.1.2 Importancia alimenticia y económica	4
2.1.3 Producción a nivel mundial y en Cuba	5
2.1.4 Taxonomía y descripción morfológica	6
2.1.4.1 Clasificación taxonómica	6
2.1.4.2 Descripción morfológica	6
2.1.5 Exigencias climáticas del cultivo	7
2.1.6 Fenología	8
2.1.7 Variedades e híbridos comerciales	9
2.1.8 Fitotecnia	11
2.1.9 Atenciones culturales	12
2.1.10 Cosecha y rendimiento	13
2.2 FitoMas-E®: Bionutriente derivado de la industria azucarera cubana	13
2.2.1 Aspectos generales	13
2.2.2 Modo de acción y composición del FitoMas-E®	14
2.2.3 Dosis, momento y técnica de aplicación	16
2.2.4 Respuesta de cultivos de interés agrícola a la aplicación del FitoMas-E®	17
3. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Material de siembra utilizado	20
3.2 Determinación del efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre indicadores del crecimiento y componentes del rendimiento en el cultivo del maíz	20

3.3 Diseño experimental y análisis estadístico	23
3.4 Evaluación Económica	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1 Análisis de las variables del crecimiento vegetativo	25
4.1.1 Altura de la planta	25
4.1.2 Número de hojas por planta y altura de la mazorca (m)	27
4.2 Análisis de los indicadores del rendimiento	31
4.2.1 Número de mazorcas por planta	31
4.2.2 Longitud de la mazorca	32
4.2.3 Diámetro de la mazorca (cm)	35
4.2.4 Número de hileras por mazorca	38
4.2.5 Número de granos por hileras	39
4.2.6 Rendimiento del cultivo (t.ha ⁻¹)	41
4.3 Valoración económica	45
5. CONCLUSIONES	47
6. RECOMENDACIONES	48
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUCCION

El mundo actual enfrenta uno de sus mayores desafíos, la erradicación del hambre y la desnutrición. Según reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2017), 795 millones de personas no tienen alimentos para llevar una vida saludable, lo que representa el 13% de la población mundial.

A su vez la rápida expansión de la población en el planeta incrementa la demanda mundial de cereales (USDA-NASS, 2017), por lo que deberá incrementarse la productividad por unidad de superficie para satisfacer las demandas actuales y futuras de cereales (Andrade, 2016).

El maíz es un componente importante en la alimentación humana y animal. Es cultivado en las más diversas condiciones edáficas y ecológicas dada su alta plasticidad y su producción y consumo a nivel mundial, alcanzan las más elevadas cifras en comparación con otros cultivos (FAO, 2019).

En Cuba, es considerado un cultivo prioritario en el programa de producción de granos para la sustitución de importaciones.

Una alternativa viable en los programas de agricultura ecológica y sostenible dentro de los procesos de reconversión agrícola según Terry *et al.* (2015) lo constituye el uso de los bioproductos constituidos por un amplio grupo de biofertilizantes, bioestimulantes y bioplaguicidas que actúan y estimulan los procesos fisiológicos de las plantas.

En la agricultura, los bioestimulantes son materiales orgánicos y microorganismos que se utilizan para mejorar la absorción de nutrientes, estimular el crecimiento, mejorar la tolerancia al estrés y la calidad de los cultivos. Estas sustancias han demostrado gran potencial para modificar la fisiología de las plantas, promover su crecimiento y mejorar su respuesta al estrés; su acción se distingue de la de nutrientes y pesticidas (Veobides *et al.*, 2018).

El FitoMas-E® bionutriente derivado de la industria azucarera cubana, compuesto por una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía procedentes de la caña de azúcar, donde figuran aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos, actúa como estimulante vegetal y propicia un

conjunto de efectos determinados en gran medida por el incremento del vigor y la resistencia de los cultivos tratados. A su vez propicia, ventajas económicas como más ingresos por concepto de incremento del rendimiento y calidad de las cosechas; ahorro en salarios por disminución de las labores culturales y acortamiento de los ciclos; ahorro por disminución de otros insumos y la conservación de la base productiva sin inversiones adicionales.

Por otra parte, los daños asociados al uso de productos químicos en la agricultura y los impactos negativos sobre la salud y el medioambiente, unido a la creciente demanda de alimentos por la población mundial, determina la necesidad de investigar alternativas ecológicamente amigables y económicamente posibles aplicando técnicas de agricultura sostenible.

Por todo lo anteriormente planteado, se propone el siguiente **problema científico**:

En Cuba, la producción del cultivo del maíz se basa en una tecnología de altos insumos químicos que no garantiza la estabilidad de los rendimientos, incrementa los costos de producción e impacta de forma negativa en el medioambiente.

Como **hipótesis científica** de trabajo se plantea:

La aplicación de FitoMas-E® como tecnología sostenible en el cultivo de maíz permitirá estimular el crecimiento del cultivo y lograr una estabilidad e incremento el rendimiento agrícola con un favorable impacto económico y medioambiental.

Objetivos.

Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre el comportamiento agroproductivo del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de producción.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre indicadores del crecimiento y componentes del rendimiento en el cultivo del maíz.

2. Realizar una valoración económica de la aplicación de FitoMas-E® en la producción de maíz.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 El cultivo del maíz (*Zea mays L.*)

2.1.1 Origen

El maíz según Fernández *et al.* (2013) se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica.

Simón y Golik (2018) manifiestan que el maíz es originario de América y su historia está muy asociada a las culturas precolombinas. La escuela rusa de Vavilov ubica su origen geográfico en el sur de México y norte de América Central. Allí existe una enorme variabilidad de formas y crecen al estado silvestre sus parientes más cercanos: los teosintes, originalmente determinados como el género *Euchlaena*. En un área de distribución más amplia, desde América del Norte hasta el chaco paraguayo, se encuentran los otros parientes silvestres, filogenéticamente más distantes, como son los integrantes del género *Tripsacum*.

2.1.2 Importancia alimenticia y económica

Blanco (2017) afirma que es uno de los alimentos imprescindibles en la alimentación por sus aportes calóricos proteicos, usado como grano tierno y seco en la alimentación humana y como materia prima en productos industriales tales como forraje, ensilaje y harina.

Es fuente de energía básica de los seres vivos debido a su contenido de hidratos de carbono conformados por almidón [amilosa (25 - 30%) y amilopectina (70 - 75%)] quien constituye hasta el 72 - 73% del peso del grano y otros azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían de 1 a 3% del grano. Asimismo, presenta una proteína de calidad inferior, debido a la baja concentración de aminoácidos esenciales (lisina e isoleucina). Sin embargo, es rico en vitaminas del complejo B (B1 y B3) y minerales como fósforo y magnesio (Sánchez, 2014).

El maíz es uno de los cereales más importante del mundo no sólo porque es un alimento de consumo humano y animal sino porque es materia prima de numerosos productos industriales (Estrada, 2021).

El maíz, gracias a su alto contenido de almidón es considerado el cereal con mayor potencial industrial, es materia prima en la elaboración de subproductos tales como: el almidón industrial, el almidón alimenticio, las dextrinas, los edulcorantes (maltodextrinas, glucosa, dextrosa cristalina, etc.) y los derivados del proceso de fermentación como son el etanol, el alcohol industrial, el dióxido de carbono y bioproductos como los aminoácidos, los biopolímeros y los antibióticos (Grande y Orozco, 2013). Al respecto Moreira *et al.* (2018) plantean que se utiliza en la industria textil, fabricación de papel, productos cosméticos, adhesivos, materiales de envasado, entre otros.

El maíz también se está utilizando para la producción del forraje verde pues es uno de los cultivos que reúne altos valores nutritivos, alto contenido de azúcar y mayores rendimientos por hectáreas por consiguiente convertir la planta de maíz en ensilaje tiene la ventaja de tener una buena palatabilidad, es muy apetitoso para el ganado, además de ser fácil y muy práctica su preparación (Amat, 2019).

2.1.3 Producción a nivel mundial y en Cuba

Según datos de la FAO el maíz se produce en 168 países de todos los continentes. Anualmente se producen unos 976,7 millones de toneladas de maíz en 177,1 millones de hectáreas. El rendimiento promedio mundial es de 5,64 t.ha⁻¹; en los EUA es de 10,63 t.ha⁻¹; seguido por Canadá con 9,1 t.ha⁻¹; Egipto 8,5 t.ha⁻¹ y Argentina 7,5 t.ha⁻¹; por su parte los países en desarrollo solo llegan alcanzar las 2,5 t.ha⁻¹ (Ministerio de la Agricultura [MINAG], 2017).

Las previsiones de producción para el 2019/2020 según Maluenda (2019), es lograr un nuevo récord de 1 133,8 millones de toneladas (un aumento de 14,8 millones de toneladas respecto a la anterior campaña).

En Cuba en el 2021, se sembraron 126 035 hectáreas de maíz con una producción de 238 721 toneladas (Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI], 2022) y de

acuerdo con MINAG (2017) existen un grupo de violaciones tecnológicas en el cultivo que están imposibilitando el crecimiento productivo del mismo y por ende se incumple con el encargo estatal comprometido con este grano.

2.1.4 Taxonomía y descripción morfológica

2.1.4.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Ortigoza *et al.* (2019) la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Gramineas.

Género: *Zea*

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays* L.

2.1.4.2 Descripción morfológica

El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrientes. Investigaciones realizadas han encontrado que el sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y que el sistema de nudos de las raíces es el 48% de la masa total de raíces de la planta de maíz (Deras y Flor de Serrano, 2018).

Según Ortigoza *et al.* (2019) presenta raíces fasciculadas y robustas, que además de aportar alimento a la planta, son un perfecto anclaje de la misma que se refuerza con la presencia de raíces adventicias.

El tallo de la planta de acuerdo con Deras y Flor de Serrano (2018) es robusto, formado por nudos y entrenudos más o menos distantes, presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud, tienen borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

El maíz es normalmente monoico, con inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina, y flores femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas); así, el maíz produce su rendimiento económico (grano) en ramificaciones laterales. El maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación (Deras y Flor de Serrano, 2018).

La mazorca o fruto, está formado por una parte central llamado olote, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca, posee pequeñas brácteas (hojas que nacen alrededor de ciertas flores o frutos), las cuales le sirven de protección a los estilos, estigmas o pistilos cuando estos tienen su antera preparada para recibir el polen, el cual se convierte en ovario y luego en fruto (González y Reyes, 2014).

2.1.5 Exigencias climáticas del cultivo

El maíz alcanza su crecimiento y desarrollo óptimo entre los 21 y 32 °C, dependiendo de la humedad relativa del aire y del sub-período vegetativo de desarrollo en que se encuentre la planta (Pérez *et al.*, 2014).

Ortigoza *et al.* (2019) señalan que, para la germinación, la temperatura media diurna mínima debe ser de no menos de 10 °C, siendo la óptima entre 18 y 20 °C. Para el crecimiento soportan temperaturas como mínimo de 15 °C y como máxima hasta 40 °C, siendo la ideal entre 20 a 30 °C, para la floración necesita temperaturas promedio de 20 a 30 °C, con días soleados y noches frías.

El crecimiento y desarrollo de la planta no solo depende de la intensidad de la radiación solar, sino del tiempo que se encuentra expuesta a la acción del sol durante el día y más importante aún es el espectro de rayos luminosos que integran la luz solar. Se ha determinado que el proceso más intenso de la fotosíntesis se produce en el espectro de los rayos rojos y es menor en la parte que comprende a los rayos azul-violeta (Socorro y Martín, 1998).

Rodríguez *et al.* (2013) consideran que el consumo de agua del maíz varía según el sub-período de desarrollo y resultan críticos los de germinación, brotación, floración y

formación del grano, siendo este último donde más se acentúa el consumo diario de agua. El requerimiento hídrico es de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo (Ortigoza *et al.*, 2019).

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos. En general, los más idóneos son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. El maíz en general, crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8 (Deras y Flor de Serrano, 2018).

2.1.6 Fenología

Según Quiróz y Merchan (2016) las fases de crecimiento en maíz se dividen en dos grandes categorías: vegetativa y reproductiva (Figura 1).

En la fase vegetativa tiene lugar la emergencia de la primera hoja cotiledonar VI y por consiguiente el crecimiento de los estadios sub vegetativos que están determinados por el número de hojas que van desde V1, V2, V3 hasta Vn, terminando la primera fase del desarrollo con la panícula VT (Martínez, 2017).

La fase reproductiva da inicio con el R1 propiamente a la floración femenina siguiendo con R2 la formación de ampollas donde el grano es color blanco con un contenido de fluido claro, en el R3 se puede notar el grano lechoso, etapa en donde inicia la acumulación de almidones y al pasar a R4 hay una mayor acumulación de almidones en los granos, en el R5 se va volviendo mazorca, se vuelve dentado y contiene una humedad de 55%. Y finalmente está el R6 que da paso a la madurez fisiológica (Martínez, 2017).

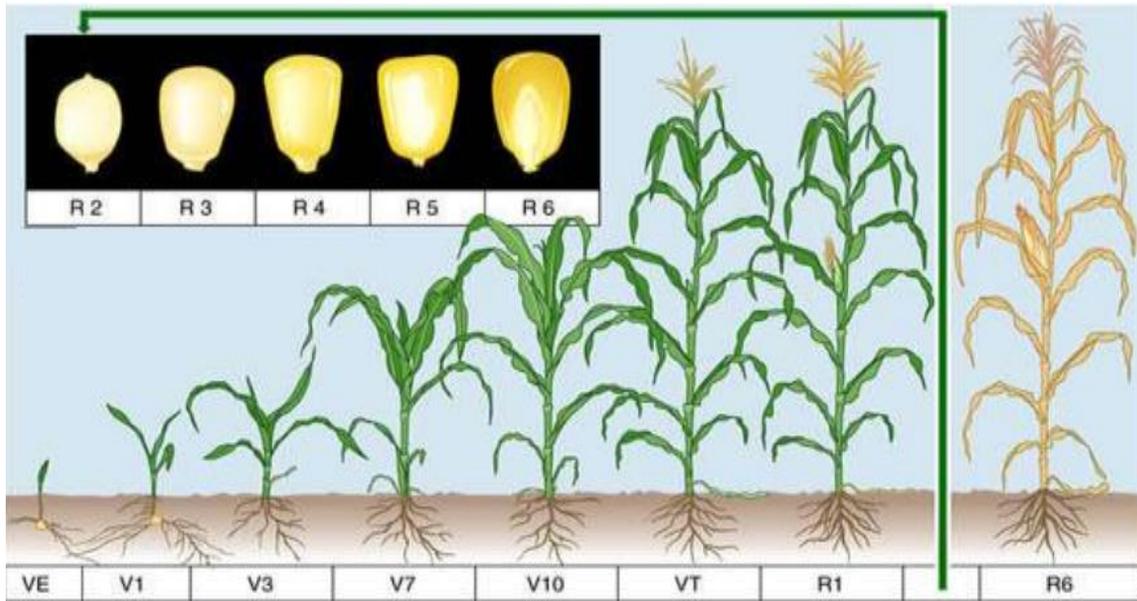


Figura 1. Etapas de desarrollo del maíz

Fuente: Pérez *et al.* (2014).

2.1.7 Variedades e híbridos comerciales

En nuestro país contamos con una amplia gama de híbridos y variedades de maíz (Tabla 1 y 2) con excelentes características agronómicas y buen rendimiento, adaptados a nuestras condiciones edafoclimáticas (Pérez *et al.*, 2014).

Tabla 1. Principales variedades de maíz

Variedades	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Procedencia
Francisco	3,0	INIFAT
Gibara	3,0	INIFAT
VST-6	3,0	IIHLD
P-7928	4,0	IIHLD
FR-28	4,5	IIHLD
VST-5 (rosita)	3,0	IIHLD
FR-BT1	4,5	CIGB-IIHLD
Palenque	4,0	IIHLD
Tusón	4,5	IIHLD

Leyenda: INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical)
 IIHLD (Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”)
 CIGB (Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología)

Tabla 2. Principales híbridos de maíz

Híbridos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Procedencia
T-66 (D)	7,4	IIHLD
T-444 (D)	7,6	IIHLD
T-311 (D)	7,8	IIHLD
T-881 (S)	9,0	IIHLD
T-3236 (S)	9,5	IIHLD
T-991 (S)	9,5	IIHLD

Leyenda: (D) Híbridos dobles.
 (S) Híbridos simples.
 IIHLD (Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”)

La Gaceta Oficial de la República de Cuba (2022) publica la lista oficial de variedades comerciales 2022-2023 que pueden utilizarse a escala comercial en Cuba. En el cultivo del maíz declara entre otras las siguientes variedades: (Francisco Mejorado, Gibara, P-7928, VST-5, Tusón, FR-28, INIVIT M-4, MAIG5461 y 5462); líneas (AM-LHN06, AM-

LHA06, CT-01, CT-03, CT-36, Perla Habanera y Rojita de La Habana); híbridos simples (HST-3236, HST-881, HST-991 y HST-69) e híbridos dobles (HDT-311, HDT-444 y T-66).

2.1.8 Fitotecnia

Aunque se plantea que es posible sembrar el maíz en nuestro país durante todo el año, la época donde el cultivo alcanza su mayor potencial de rendimiento es en invierno (octubre-febrero), ya que encuentra temperaturas de alrededor de 20 °C, adecuadas para el desarrollo fisiológico del maíz. Esta época presenta el inconveniente de tener largos períodos secos, por lo que se necesita contar con riego. En primavera (marzo-mayo), las intensas lluvias, el rigor del clima y el aumento de las poblaciones de insectos, complican el manejo del cultivo. Se han obtenido diferencias de hasta 2 t.ha⁻¹ entre uno y otro período (Pérez *et al.*, 2014).

El agricultor cubano utiliza densidades de siembra entre 45 000 y 50 000 plantas.ha⁻¹, cuando en el mundo existen productores que emplean hasta 70 000 plantas.ha⁻¹, pero para alcanzar estas densidades de siembra se debe contar con nuevos genotipos. (Pérez *et al.*, 2014). Las distancias de siembra por época se relacionan en la tabla 3.

Tabla 3. Distancias de siembra por época en maíz.

Distancias de siembra (m)	Plantas.ha ⁻¹
Invierno	
0,90 x 0,20	55 555
0,70 x 0,25	57 142
Primavera	
0,90 x 0,25	44 444
0,70 x 0,30	47 619

Blanco y González (2021) al estudiar la influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz reportan los más altos rendimientos con un marco de plantación de 0,90 x 0,25 m con dos granos por nido y una densidad de siembra que oscile entre 74 - 88 mil plantas.ha⁻¹, en el híbrido HST-3235

2.1.9 Atenciones culturales

En Cuba, para lograr altos rendimientos en el cultivo del maíz en suelo ferralítico rojo compactado, se requiere de la aplicación de 100 - 150 kg de N, 60 - 90 kg de P₂O₅ y 90 - 100 kg de K₂O, en el caso de la fertilización nitrogenada se recomienda realizarla de forma fraccionada: 2/3 en siembra y 1/3 a los 25 o 30 días (Pérez *et al.*, 2014).

Para un mayor rendimiento y calidad de la cosecha, aplicar Bayfolan Forte en dosis de 2,0 L.ha⁻¹, hasta tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo, a los 15, 25 y 35 días de germinado, hasta el momento previo a la emisión de la inflorescencia. También se recomienda el FitoMas-E® a un 1,0 L.ha⁻¹. Asimismo se han obtenido buenos resultados con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Pérez *et al.*, 2014), ejemplo de ello son el estiércol vacuno (20 - 30 t.ha⁻¹), humus de lombriz (4 - 6 t.ha⁻¹), y el compost (15 - 20 t.ha⁻¹).

El cultivo del maíz debe recibir alrededor de 5 000 m³ de agua por hectárea en un total de 12 riegos espaciados durante todo el ciclo biológico (Pérez *et al.*, 2014).

Inzunza *et al.* (2018) al estudiar el rendimiento de grano de maíz en déficit hídrico en el suelo en dos etapas de crecimiento, manifiestan que el maíz alcanza el mayor rendimiento de grano y eficiencia de uso del agua del orden de 10,3 t.ha⁻¹ y de 1,63 kg.m⁻³, al desarrollarse con aproximadamente el 60 y 59% de la humedad aprovechable consumida del suelo en las etapas vegetativa y reproductiva respectivamente.

Se debe realizar un buen control de arvenses desde la preemergencia, ya que la época crítica de competencia de las mismas en el cultivo del maíz tiene lugar desde la siembra hasta la etapa vegetativa V10 (diez hojas verdaderas), es decir, aproximadamente a los 30 o 35 días (Soltani *et al.*, 2013)

El control de plantas indeseables se realiza manual, mecanizado o las combinaciones entre ellas. En áreas pequeñas, donde el campesino no cuenta con productos químicos, es necesario tres cultivos antes de los 60 días (uno de ellos para incorporar la fertilización nitrogenada) y dos cultivos manuales en la hilera (Pérez *et al.*, 2014).

El crecimiento descontrolado de las arvenses puede provocar pérdidas de rendimiento del grano de maíz de hasta un 85% (Miller *et al.*, 2015).

2.1.10 Cosecha y rendimiento

Según López y Gil (2011) la cosecha manual puede realizarse cuando la humedad del grano en el campo es del 30% o inferior. Las mazorcas cosechadas, se deben despajar y secarlas al sol o en el secador de la planta de beneficio, hasta el 20% de humedad, para facilitar el desgrane. El proceso continúa con el secado del grano hasta alcanzar el 13% de humedad; luego se procede a la limpieza, clasificación, tratamiento y almacenamiento. Cuando la cosecha es semimecanizada o mecanizada el grano de maíz debe tener una humedad entre el 16 y 20%.

Al respecto Pérez *et al.* (2014) manifiestan que cuando la cosecha es totalmente mecanizada, el maíz debe tener una humedad no superior al 20%; después se disminuye al 13% para su posterior almacenaje.

El secado del grano, luego de la cosecha según Deras y Flor de Serano (2018) es importante debido a que evita el aumento de calor, disminuye el proceso respiratorio, disminuye la reproducción de hongos y reduce el riesgo de germinación del grano en el almacén. Para obtener un buen secado se debe colocar el grano sobre superficies secas y al sol. No es conveniente secarlo sobre el suelo, ya que puede humedecerse fácilmente. La humedad deseada para su almacenaje es entre 10% y 12%.

Pérez *et al.* (2014) declaran que el rendimiento de las principales variedades de maíz cultivadas en Cuba oscila entre 3,0 y 4,5 t.ha⁻¹ y de los principales híbridos entre 7,4 y 9,5 t.ha⁻¹.

Ashbell y Weinberg (2001), citados por Sánchez (2014) señalan que cuando el grano se encuentra entre la etapa “lechosa” y “pastosa”, se espera alcanzar el máximo rendimiento de la cosecha ya que el grano muestra un 75% de su materia en forma sólida.

2.2 FitoMas-E®: Bionutriente derivado de la industria azucarera cubana

2.2.1 Aspectos generales

Entre los métodos más comunes introducidos en la agricultura se reporta el uso de bioestimulantes del crecimiento vegetal, que funcionan como activadores de mecanismos fisiológicos de las plantas, por lo que su aplicación permite aprovechar

mejor los nutrientes y un mayor crecimiento de la planta (Ojeda *et al.*, 2015). Entre estos productos se encuentra el bioestimulante comercial denominado FitoMas-E® producto derivado de la caña de azúcar, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), que presenta 85% de suspensión líquida, 150 g.L⁻¹ de extracto orgánico, 80 g.L⁻¹ de aminoácidos libres, de los cuales 50% son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos. Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos, además de una fracción mineral de 6,5% de N total, 2,7% de P₂O₅ y 5,24% K₂O. Es un producto que una vez aplicado a la planta puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir de manera positiva en el crecimiento de diferentes órganos vegetales (Montano *et al.*, 2007).

FitoMas-E® producto con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, estimula y vigoriza los cultivos, desde la germinación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades, plagas, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Frecuentemente, reduce el ciclo del cultivo y potencia la acción de los fertilizantes, agroquímicos y bioproductos propios de la agricultura ecológica, lo que a menudo permite reducir entre el 30% y 50% de las dosis recomendadas (Montano, 2008).

Con evidente influencia antiestrés, FitoMas-E® es una mezcla de sustancias orgánicas como aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono bioactivos. Estas sustancias son propias del metabolismo vegetal y al estar disponibles, las plantas reducen el consumo de energía adicional para sintetizarlas y responden más rápido ante condiciones estresantes (Álvarez *et al.*, 2015).

2.2.2 Modo de acción y composición del FitoMas-E®

Este bionutriente no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticos o asociados, de ninguna clase. Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal que propician una mejoría apreciable del intercambio suelo-planta, ya que el vegetal tratado mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su

rizosfera los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal (Montano, 2008).

Son estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto ahora de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes, etc. que hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento. Las plantas recuperan su capacidad de autodefensa con lo que la reducción de insumos y gastos, así como la mejora ambiental, son ostensibles (Montano, 2008).

FitoMas-E® es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo (Montano, 2008). En la tabla 4 se presenta la composición del FitoMas-E®.

Tabla 4. Composición del FitoMas-E®.

Componente	g.L ⁻¹
Extracto orgánico	150
N total	55
K ₂ O	60
P ₂ O ₅	31

Viñals *et al.* (2011) señalan como principales componentes del FitoMas-E® los aminoácidos que influyen en el metabolismo de las plantas dentro los que se encuentran prolina, glicina, el ácido glutámico y el triptófano, este último es precursor del ácido indolacético (AIA), regulador del crecimiento que interviene en el proceso de enraizamiento de las plantas.

Según Ilmi *et al.* (2018) este producto contiene aproximadamente un 20% de materia orgánica que promueve el crecimiento del cultivo, aumenta la capacidad de autodefensa de las plantas e incrementa los rendimientos agrícola, biológico y económico, así como la calidad del cultivo en sentido general.

2.2.3 Dosis, momento y técnica de aplicación

Se aplica en dosis de 0,1 a 2 L.ha⁻¹, según el cultivo, por vía foliar, siempre disuelto en agua hasta completar de 200 a 300 L.ha⁻¹ de volumen final. Montano (2008) reporta que al remojar semillas para la germinación la disolución puede ser desde 1% hasta 2% en el agua de remojo. Las dosis cuando se aplica por riego pueden ser del orden de los 5 L.ha⁻¹. La frecuencia es variable, aunque una sola aplicación durante el ciclo suele ser muy efectiva.

El bionutriente FitoMas-E® se aplica en cualquier fase fenológica del cultivo, se puede remojar la semilla, tanto botánica como agámica durante dos o tres horas antes de llevarla al semillero, se puede realizar una aplicación después del trasplante y durante la etapa de crecimiento vegetativo. También puede aplicarse antes de la floración y después de esta y/o al comienzo de la fructificación. Se debe aplicar especialmente cuando la plantación ha sufrido ataques de plagas o enfermedades, o atraviesa una etapa de sequía o sufre por exceso de humedad o daño mecánico por tormentas, granizadas o ciclones. También si las temperaturas han sido muy altas o bajas (como es el caso de las heladas), cuando existen problemas de salinidad o el cultivo ha sido afectado por sustancias químicas (por ejemplo, herbicidas) o sufrido contaminación por metales pesados; aunque esos eventos hacen mucho menos daño si la plantación ha sido previamente tratada en cualquiera de las fases ya mencionadas, lo que las hace más resistentes (Montano, 2008).

La aplicación puede hacerse de forma foliar, al suelo mediante riego por inundación o en soluciones de remojo, siempre disuelto en agua. Para estas aplicaciones se utiliza cualquier procedimiento convencional. Después de tres horas de aplicado se considera que ha penetrado a la planta por lo que ante una lluvia ocasional posterior no es necesario repetir el tratamiento. FitoMas-E® no es fitotóxico y se puede mezclar con la mayoría de los agroquímicos de uso corriente (Montano, 2008).

Su empleo no requiere condiciones óptimas del medio ambiente, sino una correcta aplicación que garantice una aspersion foliar homogénea sobre el cultivo, de forma tal que su incorporación sobre el follaje y la zona radical de las plantaciones sea uniforme con el propósito de controlar y distribuir los recursos energéticos, así como los

nutrientes presentes en las zonas de reserva movilizándolo a los tejidos de mayor actividad metabólica, indispensable para la formación y multiplicación de nuevas células y tejidos vegetales (Yee, 2010).

MINAG (2020) informa para caña de azúcar, una aplicación foliar en dosis de 2 - 4 L.ha⁻¹ y en retoños de este cultivo, una aplicación a los 45 - 60 días después del corte a igual dosis. También declara dosis de 1 a 4 L.ha⁻¹ en otros cultivos en los que pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante su ciclo, remojar las semillas en una solución acuosa de 1 a 2% de cuatro a doce horas antes de llevar al semillero y dosis de 5 L.ha⁻¹ por día en agua de regadío.

2.2.4 Respuesta de cultivos de interés agrícola a la aplicación del FitoMas-E®

Reyes *et al.* (2016) al estudiar el FitoMas-E® como una alternativa para el enraizamiento in vitro de cultivares de caña de azúcar, manifiestan que el mismo en los cultivares 'CP52-43' y 'C87-51' logró un número de brotes con raíz similar al control y en 'C1051-73' lo superó con la concentración de 0,5 mL.L⁻¹ de este bioestimulante. La altura del brote, el número de hojas y la longitud de la raíz, alcanzaron valores significativamente superiores al control, con 1,0 mL.L⁻¹ del fitoestimulante, excepto en 'CP52-43' donde se logró longitud de la raíz similar entre tratamientos. En la fase de aclimatización ex vitro las plantas in vitro enraizadas con el FitoMas-E® lograron los parámetros de calidad requeridos y superaron a los controles para las variables altura, número de raíces y longitud de la raíz más larga. Entre genotipos hubo diferencias significativas para todos los cultivares.

López y Pouza (2014) al utilizar diferentes dosis de FitoMas-E® en tres momentos de la fase fisiológica del cultivo del frijol, reportan la influencia positiva de este bioproducto en el crecimiento y desarrollo de esta especie, con un número promedio de vainas por planta que osciló desde 8,4 hasta 10,8 vainas por planta.

Calero *et al.* (2019) señalan que los resultados obtenidos al estudiar el efecto entre microorganismos eficientes y FitoMas-E® en el incremento agroproductivo del frijol cv. Velazco largo, mostraron que las mayores respuestas, fueron obtenidas en época de siembra intermedia y la producción de frijol favorecida con la aplicación asociada de

microorganismos eficientes y FitoMas-E®, comparado con las formas individuales, al aumentar el número de hojas por planta, masa seca, cantidad de legumbre por planta, promedio de granos por legumbre, la masa de 100 granos y producir 1,09 t.ha⁻¹ en época intermedia y 0,66 t.ha⁻¹ en la tardía en relación al control sin aplicación.

Díaz *et al.* (2016) al evaluar la influencia del FitoMas-E® sobre la producción de posturas de cafeto concluyeron que el tratamiento previo a la siembra, acelera la germinación de semillas, resultando más efectivo 3 mL.L⁻¹ del bioestimulante en la disolución independiente del número de aplicaciones; el empleo de FitoMas-E® influyó de forma positiva en el crecimiento de plántulas de cafeto en el vivero.

Batista *et al.* (2017) al estudiar la mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L., concluyen que el FitoMas-E® con dosis de 0,5 y 1,0 mL.L⁻¹ mitiga el efecto del estrés salino de moderado a severo en semillas de albahaca.

Meriño *et al.* (2018) encontraron una respuesta agronómica favorable del cultivo del garbanzo cuando las plantas estaban sometidas a condiciones de estrés hídricos y recibieron la aplicación del FitoMas-E®, siendo el rendimiento por área y los componentes del rendimiento número de granos por legumbre, número de legumbres por planta y masa de 100 semillas, los que mejores resultados mostraron antes estas condiciones.

Ilmi *et al.* (2018) revelan al estudiar el efecto de FitoMas-E® sobre el crecimiento de *Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE-94 en periodo poco lluvioso, que los valores máximos en los parámetros altura de las plantas, diámetro del tallo, área foliar, índice de área foliar, tasa de asimilación neta, potencial fotosintético, peso seco del sistema radicular, tallo y hojas, así como la acumulación de materia seca total, correspondieron a las plantas a las que se les aplicó FitoMas-E® a razón de 2 L.ha⁻¹, lo que demuestra que FitoMas-E® tiene el potencial para mejorar los parámetros de crecimiento de las plantas de girasol en condiciones de campo.

Rosell *et al.* (2019) informan la dosis de 0,6 L.ha⁻¹ de FitoMas-E®, como la de mayor rendimiento productivo con 5,37 Kg.m⁻² en el cultivo del pepino, variedad SS-5 en un

suelo fersialítico pardo rojizo típico en producción de parcela con una diferencia de 2,42 Kg.m⁻² con respecto al control.

Méndez *et al.* (2020) reportan en plantas de tomate, un incremento en crecimiento, acumulación de sólidos solubles y rendimientos superiores al aplicar los fitoestimulantes Ecomic® y FitoMas-E® como alternativas biológicas combinado a la reducción del 50% de la fertilización química.

Trocones y Delgado (2020) informan la efectividad del FitoMas-E® sobre la germinación de semillas y calidad de plantas de Caimito en condiciones de vivero, con un incremento en la germinación total de las semillas y adelanto en el inicio de la misma, reportando valores representativos de buena calidad en cuanto a los atributos e índices morfológicos, los mejores resultados lo obtuvieron con la disolución al 2%.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Material de siembra utilizado

Se utilizó semilla botánica, suministrada por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 97% de germinación y un 99% de pureza física.

3.2 Determinación del efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre indicadores del crecimiento y componentes del rendimiento en el cultivo del maíz

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento durante los meses de junio a octubre del 2019 en la finca familiar campesina “San Manuel”, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Rodobaldo López Olivera”, municipio Cárdenas, provincia Matanzas.

Se empleó la variedad Tusón obtenida en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD). La misma se caracteriza por plantas de 2,5 a 2,7 m de altura, hojas muy largas, dos mazorcas promedio por planta, medianas a largas, cilíndricas, de 14 a 18 hileras de granos, dentados y largos, con endospermo medianamente duro. El color de los granos es amarillo a naranja. Las mazorcas tienen un diámetro de 48 - 56 mm, con un diámetro de la tusa de 30 - 39 mm (Acosta, 2009). En la figura 2 se observan algunas de las características de la mazorca de maíz, variedad Tusón.



Figura 2. Características de la mazorca, variedad Tusón.

Fuente: Instituto de Investigaciones de Granos (2013)

Para el montaje del experimento se seleccionó un área de 1 506,6 m², en un suelo Ferralítico Rojo según clasificación genética de Hernández *et al.* (1999), donde se estableció un diseño de bloque al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas (Figura 3), el cual presenta las siguientes características:

- Ancho de la parcela: 6,30 m
- Longitud de la parcela: 10 m
- Área total por parcela: 63 m²
- Ancho área experimental: 27,9 m
- Longitud área experimental: 54 m
- Área total experimental: 1 506,6 m²
- Distancia de siembra: 0,90 m de camellón por 0,20 m de narigón (siete surcos por parcela).

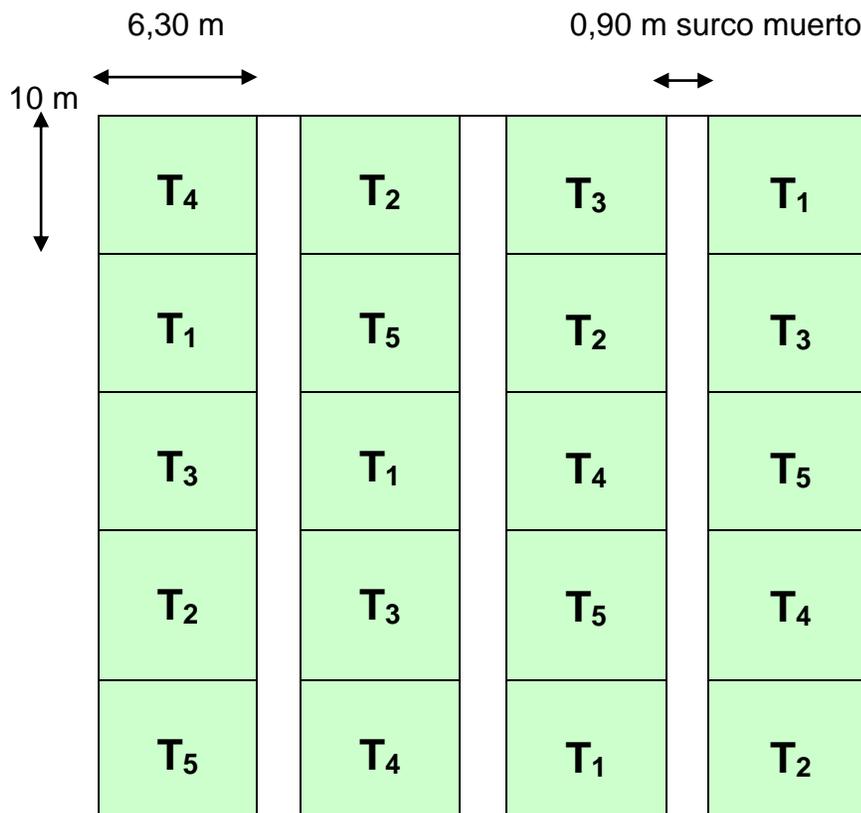


Figura 3. Diseño experimental bloque al azar
Fuente: Elaboración propia

El manejo agrotécnico se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones Pérez *et al.* (2014) en la guía técnica para la producción de frijol común y maíz, en correspondencia con las posibilidades del área experimental y el desarrollo del cultivo.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹

T3 = FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹

T4 = FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹

T5 = FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹

La aplicación se realizó mediante aspersión foliar a los 15 y 35 días de germinada la semilla con una mochila de fumigación MATABI de 16 litros de capacidad en horas tempranas de la mañana (Figura 4).



A



B

Figura 4. Aplicación foliar FitoMas-E® en el cultivo del maíz.

A: 15 días de germinada la semilla

B: 35 días de germinada la semilla

Evaluaciones realizadas.

En el momento de la cosecha, se tomó una muestra al azar de 25 plantas por parcela experimental y se determinó las siguientes variables:

1. Altura de la planta (cm). Se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la planta, con una cinta métrica.
2. Número de hojas por planta. Por conteo directo.
3. Altura de la mazorca (m). Se midió desde el suelo hasta la base de la primera mazorca emitida con una cinta métrica.
4. Número de mazorca por planta. Por conteo directo.
5. Longitud de la mazorca (cm). Se determinó desde la base del pedúnculo hasta el ápice de la mazorca para lo cual se utilizó una cinta métrica.
6. Diámetro de la mazorca (cm). Medida en la parte media con el empleo de un pie de rey (stainless).
7. Número de hileras por mazorca. Por conteo directo.
8. Número de granos por hileras. Por conteo directo.
9. Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$). Peso de los granos secos desgranados del total de mazorcas cosechadas en cada parcela, utilizando una balanza técnica en kilogramos y de acuerdo al área por parcela llevada a $t\cdot ha^{-1}$.

3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar y los datos obtenidos fueron procesados según el paquete estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett (Sigarroa, 1985). En los casos en que los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Para los datos que no cumplieron con estas premisas, se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis y las medias fueron comparadas mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK) ($p \leq 0,05$).

3.4 Valoración económica

La valoración económica de los rendimientos se realizó sobre la base de los tratamientos evaluados en el experimento y se determinó los siguientes indicadores (Martin y Rivera, 2015):

- Valor de la producción (valor total de la producción en $\$.ha^{-1}$). Rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de producto ($\$ 54\,350$ CUP).
- Costos de producción por hectárea (costo total en $\$.ha^{-1}$). Sumatoria de los gastos incurridos en la tecnología del cultivo (labores de preparación de suelo hasta cosecha), así como por la aplicación de FitoMas-E® ($\$ 44,60$ CUP el litro).
- Ganancia ($\$.ha^{-1}$). Diferencia entre el valor de la producción y los costos de producción.
- Beneficio económico ($\$.ha^{-1}$). Diferencia entre la ganancia del tratamiento analizado y la del tratamiento control.
- Costo relativo del tratamiento ($\$.ha^{-1}$). Diferencia entre los costos del tratamiento analizado y los del tratamiento control.
- Relación B/C: cociente obtenido de dividir el beneficio económico entre el costo relativo.

Valores de la relación B/C mayores a uno indican el aporte de ganancia y un valor de dos, la obtención de un beneficio del 100 %. Valores de tres o superiores corresponden a ganancias muy notables.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de las variables del crecimiento vegetativo

4.1.1 Altura de la planta

El análisis del crecimiento en las plantas permite evaluar los cambios que ocurren durante el proceso de desarrollo del cultivo, estimar la eficiencia de la planta en cada uno de sus órganos y evaluar respuestas frente a cambios en el ambiente donde estos se desarrollan (Zamora, 2014).

La altura de la planta (Figura 5) mostró una respuesta positiva a la aplicación de FitoMas-E®, el T5 (FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹) alcanzó la mayor altura con 2,97 m, el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos. El tratamiento control (sin aplicación de producto) manifestó la menor altura de 2,27 m. Se observa un incremento de la altura de la planta en la medida que aumenta la dosis de FitoMas-E®.

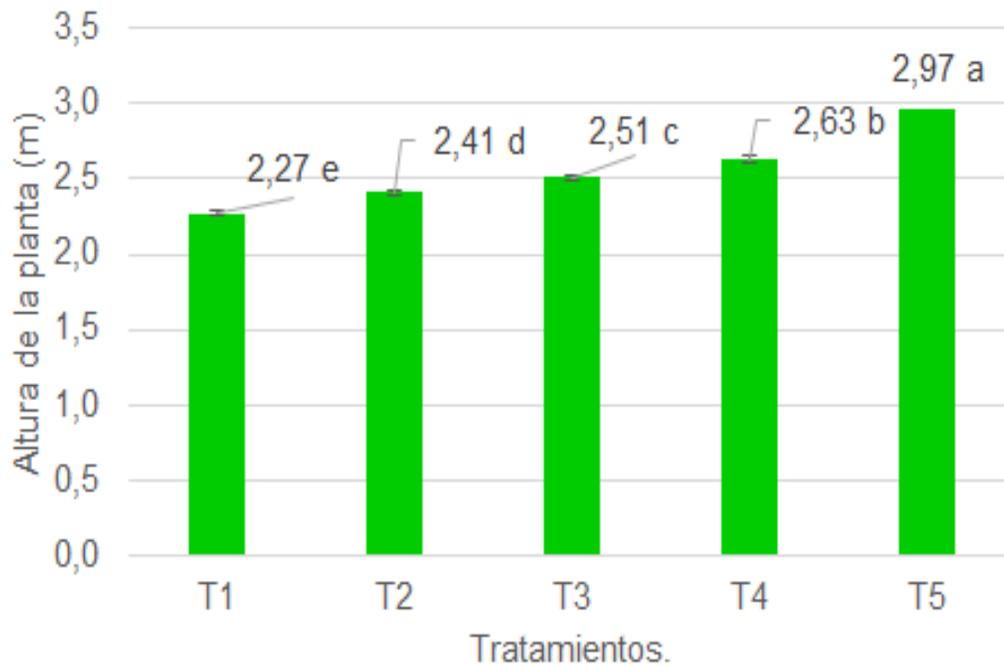


Figura 5. Influencia del FitoMas-E® sobre la altura de las plantas.

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Estos resultados están relacionados con la acción del FitoMas-E®, que proporciona al cultivo una mejor disponibilidad y absorción de los nutrientes asimilables por las actividades de diferentes microorganismos del suelo, el cual permite el suministro de sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquinonas) a las plantas (Peña, 2012). A su vez este producto contiene estructuras bioquímicas (aminoácidos, oligosacáridos, bases nitrogenadas y otras), normalmente sintetizadas por las plantas, estas a través de la intensidad lumínica por fotosíntesis son fijadas en las hojas y trasladadas por el tallo hacia las raíces liberando sustancias útiles que estimulan el crecimiento. Este comportamiento es tal vez un efecto compensatorio de los fitorreguladores de crecimiento y floración (Deblin, 1975; citado por Viñals *et al.*, 2011). Entre los aminoácidos presentes en el bioestimulante FitoMas-E® se encuentra el triptófano (Viñals *et al.*, 2011). Este aminoácido no solo es esencial en el metabolismo celular, sino también es el precursor del ácido indolacético en las principales vías metabólicas de síntesis. Esta auxina natural estimula el crecimiento de los tejidos ya que induce procesos como la división y el alargamiento celular (Campo *et al.*, 2015). El efecto del FitoMas-E® sobre la altura de la planta es referida por varios autores; Morales (2014) al aplicar el bioestimulante FitoMas-E® en el cultivo del maní en período lluvioso, obtuvieron que la variable altura de la planta se incrementaba en la medida que aumentaba la dosis del producto. Díaz *et al.* (2013) concluyeron que la aplicación de FitoMas-E® a la dosis de 0,6 L.ha⁻¹ estimuló el desarrollo de la planta de tomate con respecto al tratamiento control en el parámetro altura de la planta. Ricardo y Aguilrar (2015) al aplicar FitoMas-E® a los 7 y 30 días después del trasplante en el cultivo del tomate, obtuvieron un estímulo de la altura y diámetro del tallo con una dosis de 0,7 L.ha⁻¹. Santana *et al.* (2016) al estudiar el efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® en la germinación y crecimiento de plántulas de tomate alcanzaron valores superiores en longitud del tallo a los 25 días después de la germinación con la aplicación de FitoMas-E® y *Trichoderma* respecto a su combinación y al tratamiento control, la reducción en altura con la aplicación combinada de estos bioproductos, se correspondió

con un incremento del diámetro así como de la masa fresca y seca total, respecto al resto de los tratamientos.

Por otra parte, Catalá (2017) en el parámetro altura de las plantas obtuvo una respuesta positiva a la aplicación de los diferentes bioproductos evaluados, donde todas las variantes estudiadas superaron al testigo. La aplicación combinada de EcoMic®, FitoMas-E® e IHplus® obtuvo los mejores resultados con respecto al resto de los tratamientos.

El aumento en la altura de las plantas por efecto del producto FitoMas-E® también se observó en el cultivo del frijol por Quintero *et al.* (2018), quienes refirieron un aumento del 37,64% en la altura de las plantas con la aplicación de FitoMas-E® y otros productos como microorganismos eficientes y LEBAME.

De manera similar, la aplicación de FitoMas-E® en plantas de *Capsicum annuum* L. incrementaron la altura promedio en 13,5 cm con respecto al control (García y García, 2019).

4.1.2 Número de hojas por planta y altura de la mazorca (m)

En la tabla 5 se presenta la respuesta del número de hojas y la altura de la mazorca a la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E®.

Se aprecia que el número de hojas presenta diferencia significativa entre tratamientos, el tratamiento 5 presenta el mayor valor con 13,55 hojas y difiere del resto. Los tratamientos en que se aplicó FitoMas-E® a 0,5; 1,0 y 1,5 L.ha⁻¹, no difieren entre sí, ni del tratamiento control, el cual manifestó el menor número de hojas con 11,75.

Tabla 5. Efecto de FitoMas-E® sobre los parámetros de crecimiento, número de hojas por planta y altura de la mazorca (m).

Tratamientos	Variables a evaluar	
	Número de hojas por planta	Altura de la mazorca (m).
T1	11,75 ^b	1,17 ^d
T2	12,25 ^b	1,25 ^c
T3	11,83 ^b	1,28 ^c
T4	12,00 ^b	1,32 ^b
T5	13,55 ^a	1,47 ^a
ES x	0,19	0,01

Legenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

La tendencia al incremento del número de hojas con la aplicación de FitoMas-E® puede estar dado por el efecto estimulador de este producto, en tal sentido Méndez *et al.* (2011) destacan la acción del FitoMas-E® sobre la mejora en la absorción de nutrientes favoreciendo el desarrollo fisiológico del cultivo, lo que demuestra la posibilidad que tiene este bioestimulante de ser adsorbido y traslocado de forma rápida en la planta, provocando el incremento de la producción microbiológica en la rizosfera, favoreciendo el intercambio de nutrientes y por tanto el crecimiento vegetal.

Ramírez *et al.* (2010) manifiestan que el uso de FitoMas-E® influyó sobre el número de hojas en plantas de tomate variedad Vita, e intervino positivamente en la eficiencia fotosintética de las plantas y la activación de diferentes sustancias químicas que las favorecieron fisiológicamente.

Díaz *et al.* (2016) observó un efecto similar a los obtenidos en el presente trabajo con la aplicación de FitoMas-E® (3 mL.L⁻¹) a plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Estos autores no solo obtuvieron un aumento en el número de hojas, sino también en otros indicadores morfológicos como la altura y el diámetro del tallo. Calero *et al.* (2017)

también reportaron un incremento en el número de hojas por planta en *Phaseolus vulgaris* L., con la aplicación foliar de FitoMas-E® a plántulas de 25 y 30 días posterior a la germinación.

Milando (2021) al estudiar la influencia del bionutriente FitoMas-E® sobre el crecimiento y rendimiento de *Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt en condiciones de organopónico, obtuvo un incremento en el número de hojas en la medida que las dosis evaluadas (1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹) fueron superiores.

Respecto a la altura de la mazorca, la comparación de las medias de cada tratamiento indicó que la dosis de 2 L.ha⁻¹ obtuvo la máxima altura con 1,47 m, con diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, seguido del tratamiento en el que se aplicó 1,5 L.ha⁻¹ con 1,32 m. Los tratamientos en que se aplicó 0,5 y 1,0 L.ha⁻¹ no difieren entre sí.

Según Cantarero y Martínez, (2002) citado por Jerónimo *et al.* (2019), no existe una altura definida para este carácter y señalan a su vez que, a mayor altura de inserción de la mazorca, la planta va a contar con más hojas que la proveerán de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo.

Un análisis de las variables del crecimiento evaluadas, evidencia de acuerdo con Guamán *et al.* (2020) que a medida que aumenta el tamaño de la planta, incrementa el número de hojas y la altura de inserción de la mazorca será más alta; dando como resultado la producción de una mayor biomasa, tomando en consideración la altura de la planta y la cantidad de hojas presentes.

Paliwal *et al.* (2001) manifiestan a partir de estudios realizados que la eficiencia en el desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz depende de la cantidad de biomasa que se distribuye hacia el grano, constituyendo la tasa de crecimiento del cultivo de acuerdo con Santos *et al.* (2010), un índice específico que refleja la productividad del cultivo, por lo que las plantas de maíz que alcanzan alturas más elevadas tienen rendimientos potenciales más altos, a pesar de ser esta una variable que depende de un número elevado de factores como el ambiente.

Los valores alcanzados en la altura de la mazorca con la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® en el presente estudio, son superiores a los reportados por diferentes

autores como Aguirre (2018) quien alcanzó valores entre 0,83 y 1,06 m al aplicar siete dosis de fertilizante foliar en maíz; Aguilar (2019) al estudiar diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz sembrado en condiciones de secano informó valores entre 0,76 y 1,20 m; Guamán *et al.* (2020) quienes al evaluar el desarrollo y rendimiento utilizando cuatro híbridos de maíz declaran valores de 0,57 m como más bajo y 0,81 m como valor más elevado de la altura de inserción de la mazorca.

A su vez los valores de la altura de la mazorca con la aplicación de FitoMas-E® a 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹ son superiores a los reportados por Jerónimo *et al.* (2019), quienes al estudiar la fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo reportan valores entre 0,90 y 1,29 m. De igual forma el tratamiento 5 (FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹) con 1,47 m es superior al promedio general de 1,44 m de altura de inserción de la mazorca obtenido por Vera (2018) al evaluar cuatro niveles de fertilización en dos híbridos de maíz, no así el resto de los tratamientos estudiados que muestran valores inferiores.

En tal sentido Vera *et al.* (2020) comunica valores de altura de inserción de la mazorca a los 70 días entre 0,76 y 0,89 m, al estudiar el efecto de tres formas de fertilización en el cultivo de maíz variedad DAS 3383. La altura de inserción de la mazorca de acuerdo con Davila (2016), citado por Vera (2020) tal vez se deba a la constitución genética propia de cada material genético influenciado por el nivel de fertilización.

Estos resultados están en correspondencia con los obtenidos por Martínez-Plácido *et al.* (2013) que obtuvieron incrementos significativos en las variables de crecimiento evaluadas con relación al tratamiento control al evaluar diferentes dosis de FitoMas-E® (0,2; 0,5; 0,7; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 y 3,0 L.ha⁻¹) en el cultivo del maíz, variedad Tuzón, en las condiciones edafoclimáticas del municipio “Amancio Rodríguez”, en la provincia de Las Tunas.

Los resultados en general demuestran el efecto positivo del FitoMas-E® en el crecimiento de la planta, lo cual coincide con lo referido por Montano (2008), respecto a que los bioestimulantes activan diferentes procesos fisiológicos como el incremento de la fotosíntesis y la producción de diferentes hormonas que actúan sobre la elongación de las células de la planta; además como el producto es aplicado al follaje, es

rápidamente absorbido y traslocado sin ningún gasto adicional de energía, influyendo en la elongación del tejido vegetativo, promoviendo el crecimiento de las plantas.

4.2 Análisis de los indicadores del rendimiento

4.2.1 Número de mazorcas por planta

El número de mazorcas por planta presenta diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 6). La aplicación de FitoMas-E® a 1,0 y 1,5 L.ha⁻¹ alcanzan el mayor número con 1,6 mazorcas por planta y no difieren entre sí. Los tratamientos 2 y 5 (0,5 y 2,0 L.ha⁻¹) no difieren del control sin aplicación de producto, con 1,0 mazorca por planta.

Tabla 6. Comportamiento del número de mazorcas por tratamiento en plantas de maíz.

Tratamientos	Variable a evaluar
	Número de mazorcas por planta
T1	1,0 ^b
T2	1,0 ^b
T3	1,6 ^a
T4	1,6 ^a
T5	1,0 ^b
ES x	0,05

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Esto puede estar relacionado con la composición del FitoMas-E®. Este bioestimulante contiene 11 aminoácidos que influyen en el metabolismo vegetal entre los que se encuentra el ácido aspártico (Viñals *et al.*, 2011). Este interviene en casi todos los procesos fisiológicos de las plantas, potenciándolos en su desarrollo lo que hace que se encuentre en mejores condiciones para la etapa reproductiva y en respuesta a esto produzca más frutos por plantas y de mejor calidad (Campo *et al.*, 2015).

Los resultados del número de mazorcas por planta obtenidos en la presente investigación se corresponden con los referidos por autores como Jaime (2017) que en su investigación sobre la evaluación de dos híbridos de maíz bajo dos formas de fertilizantes nitrogenados y completos no observó resultados significativos en cada uno de los tratamientos respecto al número de mazorcas por planta e informa un promedio general de 1,1 mazorcas por planta.

Colina *et al.* (2017) reportan un promedio del número de mazorcas por planta con la aplicación de fertilizantes edáficos en mezcla con fertilizantes de liberación controlada para los híbridos DK-7088 de 1,29 y INIAP H-601 de 1,33 mazorcas por planta.

Guamán *et al.* (2020) al estudiar cuatro híbridos de maíz manifiestan que el número de mazorcas por planta no se presentó diferencia estadística significativa, sin embargo, el híbrido Gladiador DOW 2B-688® alcanzó el valor más alto, y el más bajo Trueno NB-7443® con 1,4 y 1,1 mazorcas por planta promedio respectivamente.

Paz y Aguilar (2015) informan valores en un rango de 1,0 a 1,3 mazorcas por planta al evaluar la producción de maíz (*Zea mays*), ICA V-305 con tres densidades, abonamiento, fertilización y su mezcla.

De acuerdo a Fenalce (2010), citado por Paz y Aguilar (2015) en la planta de maíz, las condiciones favorables y óptimas para el desarrollo normal del cultivo son ambientales, edáficas y adecuado manejo agronómico, que a su vez favorecen el desarrollo tanto de las yemas vegetativas como de las reproductivas, asegurando así mayor número de mazorcas por planta.

4.2.2 Longitud de la mazorca

La figura 6 muestra los resultados de la longitud de la mazorca a la aplicación de FitoMas-E®. Como se observa la mayor longitud se obtuvo al emplear una dosis de 2,0 L.ha⁻¹ con 22,8 cm, el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos. En orden decreciente le sigue la dosis de 1,5 L.ha⁻¹ con 22,0 cm y así sucesivamente, evidenciándose una disminución de la longitud de la mazorca en la medida en que se reducen las dosis del bionutriente estudiado. El tratamiento control (sin aplicación de producto) manifestó la menor longitud con 16,6 cm.

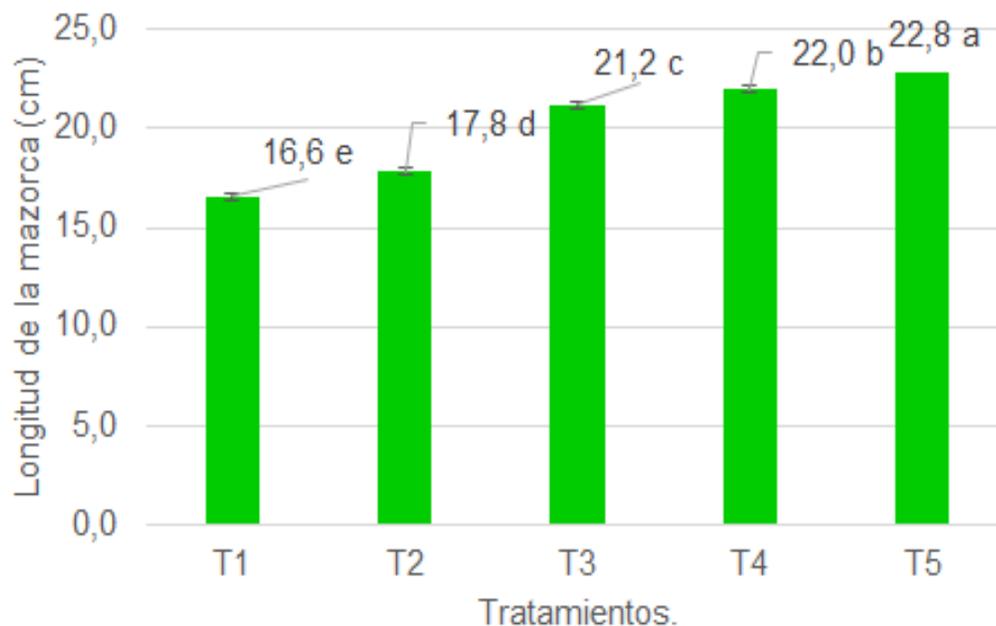


Figura 6. Efecto de diferentes dosis del FitoMas-E® en la longitud de la mazorca.

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Lo anterior puede deberse a los aminoácidos presentes en la composición química del FitoMas-E®, entre los que destacan como mayoritarios, según Viñals *et al.* (2011) la alanina, glicina, triptófano, valina, leucina y lisina, algunos de ellos con efecto probado en la actividad metabólica de las plantas, además contiene macroelementos (N, P, K), que favorecen el desarrollo rápido de tejidos y órganos en las plantas. También puede relacionarse con la presencia entre los activadores de fitohormonas y sustancias de crecimiento de L-arginina que induce la síntesis de hormonas relacionadas con las flores y frutos (Viñals *et al.*, 2011).

La longitud de la mazorca es un factor importante en el rendimiento, tiene relación directa en la productividad, a mayor longitud, mayor número de granos por hilera, por tanto, mayores rendimientos (Andrade y Segura 2002, citado por Paz y Aguilar, 2015).

Los resultados obtenidos son superiores a los encontrados por Martínez-Plácido *et al.* (2013) al informar valores entre 14,48 y 17,2 cm con la aplicación de FitoMas-E® en el maíz, variedad Tuzón, evidenciándose un incremento de la longitud de la mazorca en la

medida que ascienden las dosis de Fitomas-E® de 0,2 a 3,0 L.ha⁻¹, valores superiores al tratamiento en que se aplicó fertilización mineral (N-P-K) y el control sin aplicación que muestran valores de 14,33 cm.

Por otra parte, son inferiores a los reportados por Hidalgo (2018) al evaluar el efecto de diferentes dosis de aplicación de los bioestimulantes FitoMas-E® y Biobras-16, sobre el desarrollo vegetativo y los rendimientos agrícolas en el cultivo del maíz variedad Tayuyo, al alcanzar valores entre 24,67 y 27,06 cm.

Varios autores a partir de investigaciones realizadas informan el comportamiento de esta variable del rendimiento en el cultivo del maíz. Zamudio *et al.* (2015) al evaluar las características morfológicas de la mazorca en 11 genotipos de maíz en Temascalcingo, México, en primavera verano, reporta una longitud de la mazorca entre 12,34 y 16,29 cm. Cruz (2016) informa una longitud de la mazorca de 9,96 cm en el sistema de siembra directa y 11,18 cm bajo labranza convencional. García (2016) declara valores de longitud de la mazorca sin brácteas de 14,08 y 14,67 para los híbridos Trueno y Triunfo, superiores estadísticamente a DK 1596 y DK-7088 cuyos valores promedios fueron de 11 y 13 cm. Gómez *et al.* (2017) comunican que el híbrido trilineal H-568 posee buenas características agronómicas y propiedades de grano excelentes, teniendo un promedio de longitud de mazorca de 15 a 20 cm. Cárcamo *et al.* (2018) al estudiar el rendimiento de maíz, variedad H-59, bajo diferentes frecuencias de fertilización química, demuestran un efecto no significativo de la fertilización fraccionada en la longitud de la mazorca, cuyos valores fluctuaron entre 13,3 y 14,06 cm. Urrutia (2019) notifican valores entre 3,2 y 16,2 cm de longitud de la mazorca, al aplicar bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz. Aguilar (2019) manifiesta que en el caso de la longitud de mazorcas, los promedios obtenidos presentaron diferencias significativas, donde el tratamiento en que se aplicó una dosis de 160-60-90 de N-P₂O₅-K₂O obtuvo la mayor longitud con 16,72 cm estadísticamente igual a los demás tratamientos (0-60-150, 180-0-150, 180-60-0 y 180-60-150 de N-P₂O₅-K₂O) con promedios entre 14,72 y 16,52; superiores al tratamiento testigo (0-0-0) el cual registró el menor valor de la longitud de mazorcas con 12,60 cm.

Alemán *et al.* (2020) al estudiar el desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana, reporta para la variedad Zhubay una longitud de la mazorca de 15,6 a 17,2 cm y para la variedad Tusilla una longitud de 14,8 a 16,5 cm.

4.2.3 Diámetro de la mazorca (cm)

El FitoMas-E® influyó de manera positiva en el diámetro de la mazorca (Tabla 7). Se obtuvieron valores superiores en la medida que se incrementa la dosis del bioestimulante estudiado, el tratamiento 5 manifestó con 5,16 cm el mayor diámetro, el cual difiere del resto de los tratamientos, el control presentó el menor diámetro y no difiere del tratamiento en que se aplicó FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹.

Tabla 7. Respuesta del diámetro de la mazorca (cm) a la aplicación de FitoMas-E®.

Tratamientos	Variable a evaluar
	Diámetro de la mazorca (cm)
T1	4,19 ^c
T2	4,30 ^c
T3	4,57 ^b
T4	4,68 ^b
T5	5,16 ^a
ES x	0,04

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

El incremento del diámetro de la mazorca puede estar influenciado por el contenido de aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales del FitoMas-E®.

Campo *et al.* (2015) afirman que con la aplicación del Fitomas-E® se estimulan muchos procesos fisiológicos en la planta, dentro de ellos la fotosíntesis, ya que en el

bioestimulante aparecen aminoácidos como la alanina que potencia este proceso y unido a la glicina que interviene en la síntesis de las porfirinas, pilares estructurales de la clorofila y los citocromos hacen que esta actividad se vea favorecida, incrementando las sustancias de reserva que serán trasladadas a diferentes partes de la planta, dentro ellas los frutos. Esto unido a la leucina presente en el Fitomas-E® en 0,48% que actúa en la fecundación, el cuajado de los frutos y que además mejora la calidad de los mismos, aumenta su diámetro y su peso.

Los valores del diámetro de la mazorca alcanzados en el presente trabajo se corresponden con los referidos por otros autores. Martínez-Plácido *et al.* (2013) reporta valores entre 4,25 y 5,17 cm de diámetro de la mazorca con la aplicación de Fitomas-E® en el maíz, variedad Tuzón. Sierra *et al.* (2017) describieron al híbrido H-567, como un híbrido sobresaliente por su rendimiento y características agronómicas, el cual tiene un diámetro de mazorcas de 4 a 5 cm.

Otros autores informaron valores del diámetro de la mazorca superiores a los alcanzados en esta investigación. Villar *et al.* (2011) al evaluar los efectos del bionutriente Fitomas-E® con y sin fertilización convencional, exponen que todos los parámetros medidos indican claramente la influencia positiva que el bionutriente ejerce sobre el cultivo del maíz, e informan valores del diámetro polar de la mazorca de 7,27 cm con la aplicación Fitomas-E® a una dosis de 0,75 L.ha⁻¹; 6,21 cm a 0,50 L.ha⁻¹, valores superiores al tratamiento con fertilización y el testigo absoluto con 6,08 y 5,26 cm respectivamente.

Sihuincha (2020) al evaluar la adaptación de híbridos simples de maíz blanco duro observó que el promedio general de diámetro de mazorca fue de 5,12 cm, el promedio de los híbridos simples fue de 5,13 cm y el promedio de testigos fue 5,08 cm. El híbrido con mayor promedio de diámetro fue PIONER con 5,55 cm, estadísticamente similar a los híbridos simple 4 x 1, 16 x 14, 15 x 14, 17 x 14, con 5,38 cm, 5,35 cm, 5,34 cm y 5,33 cm respectivamente.

De igual forma, un estudio realizado por Peña *et al* (2017) indicaron que el híbrido H-383 de grano blanco intermedio para grano y forraje, posee un diámetro de mazorca de 5,1 a 6 cm.

El efecto de este bionutriente ha sido informado en otros cultivos en relación al diámetro de los frutos. Yumar *et al.* (2010) en estudios realizados en el cultivo de la cebolla variedad Granex 2000 F1, comprobaron que cualquier dosis de FitoMas-E® produce resultados superiores a los que se logran con fertilizantes y la dosis mayor de 2 L.ha⁻¹ manifestó el mayor diámetro del bulbo con 9,4 cm.

Villar *et al.* (2011) informaron que el tratamiento con Fitomas-E® produce resultados superiores a la variante fertilizada y reportan valores superiores del diámetro del bulbo de la cebolla en la medida que se incrementó la dosis de Fitomas-E® (9,40; 8,55 y 8,39 cm de diámetro con dosis de 2,0; 1,5 y 1,0 L.ha⁻¹ respectivamente).

Alvarez (2013) al evaluar del efecto de diferentes dosis del bionutriente FitoMas-E® sobre el diámetro de los frutos en el cultivo del tomate en tres campañas de producción, informan valores entre 6,0 y 7,3 cm de diámetro, siendo el de mejor resultado el tratamiento en que se aplicó FitoMas-E® a una dosis de 0,7 L.ha⁻¹.

Pupo *et al.* (2016) al evaluar la respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos observaron que los tratamientos compuestos por FitoMas-E® + EcoMic® con 3,9 cm de diámetro del bulbo y la aplicación de EcoMic® con 3,84 cm mostraron resultados que no difieren entre sí y son estadísticamente superiores a los tratamientos con FitoMas E® y testigo sin aplicación, que fueron los de menor diámetro con 3,64 y 3,43 cm respectivamente en la campaña 2011-2012. En la campaña 2013-2014 la combinación de FitoMas-E® + EcoMic® presentó resultados significativamente superiores al resto de los tratamientos.

En el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.) el diámetro de la raíz carnosa fluctuó entre 3,30 y 3,86 cm no existiendo diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, exhibió una tendencia al incremento con la aplicación de los productos evaluados en los que la aplicación combinada de Microorganismos eficientes a 4 mL.m⁻² + FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻² manifestó el mejor comportamiento con 3,86 cm (Artiles, 2017).

4.2.4 Número de hileras por mazorca

La tabla 8 muestra el análisis del número de hileras por mazorca. El tratamiento donde se aplicó la mayor dosis de FitoMas-E® (2,0 L.ha⁻¹), con un valor de 16,8 presenta el mejor comportamiento y difiere de manera significativa del resto de las dosis estudiadas. Los tratamientos 2 (FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹) y control sin aplicación de producto manifiestan los menores valores con 14,0 y 13,1 hileras por mazorca. Estos resultados evidencian que el FitoMas-E® influyó positivamente en el incremento del número de hileras por mazorca en la medida que aumentó la dosis del bioestimulante estudiado.

Tabla 8. Comportamiento del número de hileras por mazorca.

Tratamientos	Variable a evaluar
	Número de hileras por mazorca
T1	13,1 ^d
T2	14,0 ^c
T3	14,9 ^b
T4	15,2 ^b
T5	16,8 ^a
ES x	0,21

Legenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

El incremento en el número de hileras por mazorca cuando las plantas de maíz se trataron con FitoMas-E®, pudiera estar explicado por el efecto benéfico del bioestimulante, relacionado con la presencia en su composición química de 16 aminoácidos, de los cuales 11 presentan actividad en el metabolismo vegetal (Viñals *et al.*, 2011). Entre estos se encuentra el triptófano, este aminoácido es un precursor de las auxinas, hormonas que intervienen en el crecimiento de las diferentes partes de las plantas (Campo *et al.*, 2015). Por lo que es de esperar que al aplicar el producto se

estimule el desarrollo de mazorca y dentro de esta el número de hileras como uno de los componentes del rendimiento en el cultivo del maíz.

Los resultados del número de hileras por mazorca con la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® (1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹) obtenidos en el presente trabajo son superiores a los reportados por Martínez-Plácido *et al.* (2013) quienes informaron valores entre 13,26 y 14,40 hileras por mazorca con la aplicación de FitoMas-E® en el maíz, variedad Tuzón; por el contrario el tratamiento en que se aplicó FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹ y el control sin aplicación de producto muestran valores inferiores con 14,0 y 13,1 hileras por mazorca respectivamente.

Zamudio *et al.* (2015) declaran un número de hileras por mazorca entre 13,2 y 15,7 en 11 genotipos de maíz, el híbrido AS-822 alcanzó el mayor número de hileras con 15,7. El HC-8 y AS-823 con 13,2 y 13,4 respectivamente; manifestaron los menores valores.

Darquea *et al.* (2018) informan valores de 16 hileras por mazorca en un genotipo local de maíz en la Amazonía ecuatoriana a diferentes densidades de población.

Lamilla (2019) al evaluar cuatro híbridos de maíz obtuvo el mayor promedio del número de hileras por mazorca en el híbrido DK-7508 con 17,83; estadísticamente superior a los híbridos ADV 9139 (17,00); Vencedor 446Y (16,23) y DAS 3383 (16,23); estos dos últimos con el menor valor del número de hileras.

Alemán *et al.* (2020) reportan de 11,7 a 12,2 número de hileras por mazorca en la variedad Zhubay y de 10,2 a 12,7 hileras, en la variedad Tusilla, al aplicar fertilizante mineral y orgánico en condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

4.2.5 Número de granos por hileras

El número de granos por hilera fue mayor cuando se aplicó FitoMas-E® a una dosis de 2,0 L.ha⁻¹ con 33,0 granos, con diferencia estadística para los tratamientos en que se aplicó 0,5 y 1,0 L.ha⁻¹, así como del tratamiento control, este a su vez no difiere de la dosis de 0,5 L.ha⁻¹. En todos los casos existe una tendencia al incremento del número de granos por hileras, en la medida que las dosis de aplicación del bionutriente FitoMas-E® son mayores (Tabla 9).

Tabla 9. Comportamiento del número de granos por hileras a la aplicación del bionutriente estudiado.

Tratamientos	Variable a evaluar
	Número de granos por hileras
T1	26,0 ^c
T2	26,6 ^c
T3	29,7 ^b
T4	32,3 ^a
T5	33,0 ^a
ES x	0,52

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Estos resultados pueden ser atribuidos al contenido de aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas. Este bioestimulante contiene en su composición química 16 aminoácidos, entre estos el ácido aspártico a 0,17%, el cual es uno de los 11 que influyen en el metabolismo vegetal e interviene en casi todos los procesos fisiológicos de las plantas, potenciándolos en su desarrollo lo que hace que se encuentre en mejores condiciones para la etapa reproductiva y en respuesta a esto produzca más frutos por plantas y de mejor calidad (Campo *et al.*, 2015). También contiene la L-arginina a 0,16% que induce la síntesis de hormonas relacionadas con las flores y frutos (Viñals *et al.*, 2011).

Valores superiores del número de granos por hileras a los alcanzados en esta investigación, son revelados por otros autores. Sierra *et al.* (2017) al describir el híbrido H-567, informan de 34 a 38 granos por hilera en la mazorca.

Villar *et al.* (2011) indican la influencia positiva que el bionutriente ejerce sobre el cultivo del maíz y en el parámetro número de granos por hileras, donde el tratamiento con la dosis mayor de FitoMas-E® (0,75 L.ha⁻¹) alcanzó 48,46 granos por hileras, mientras que

con la dosis de 0,50 L.ha⁻¹ el valor fue 45,78. En el tratamiento fertilizado el número de granos por hileras desciende a 41,60 y sólo de 33,52 en el testigo absoluto.

Martínez-Plácido *et al.* (2013) a partir de un estudio realizado en la variedad Tuzón, en las condiciones edafoclimáticas del municipio Amancio Rodríguez, en la provincia de Las Tunas, reportan valores de 33,03 y 37,03 granos por hileras con dosis de 0,7 a 3,0 L.ha⁻¹ de FitoMas-E®.

Gómez *et al.* (2017) al evaluar el híbrido de maíz H-568 como una nueva opción para áreas de alta productividad del trópico bajo de México, declaran que posee un promedio de 31 a 40 granos por hilera, valores superiores al tratamiento control sin aplicación de producto, así como a los que se aplicó FitoMas-E® a 0,5 y 1,0 L.ha⁻¹ en el presente trabajo.

Por otra parte, valores inferiores a los obtenidos en esta investigación, son informados por Darquea *et al.* (2018) quienes, al estudiar la respuesta de un genotipo local de maíz de la Amazonía ecuatoriana, reportan valores de 25 granos por hilera. Urrutia (2019) al aplicar bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz, obtuvo valores de 14,5 a 19,3 granos por hilera.

4.2.6 Rendimiento del cultivo (t.ha⁻¹)

En la figura 7, se muestran los efectos de las dosis de aplicación de FitoMas-E® sobre el rendimiento del cultivo del maíz, con diferencias significativas entre las medias de todos los tratamientos. La aplicación de FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹ alcanzó el mayor valor con 4,11 t.ha⁻¹, seguido de los tratamientos en que se aplicó 1,5; 1,0 y 0,5 L.ha⁻¹ con 3,77; 3,41 y 3,02 t.ha⁻¹ respectivamente. El control (sin aplicación de producto) manifestó 2,35 t.ha⁻¹ de rendimiento, resultando el menor valor entre los tratamientos estudiados, lo que evidencia el efecto del FitoMas-E® sobre el rendimiento del cultivo del maíz en t.ha⁻¹. Se aprecia un incremento del rendimiento en la medida que son superiores las dosis de FitoMas-E®, alcanzando el T5 (2,0 L.ha⁻¹) un incremento del rendimiento de un 74,8%, el T4 (1,5 L.ha⁻¹) un 60,4%, mientras el T3 (1,0 L.ha⁻¹) logró un 45,1% y el T2 (0,5 L.ha⁻¹) un 28,5% con respecto al control.

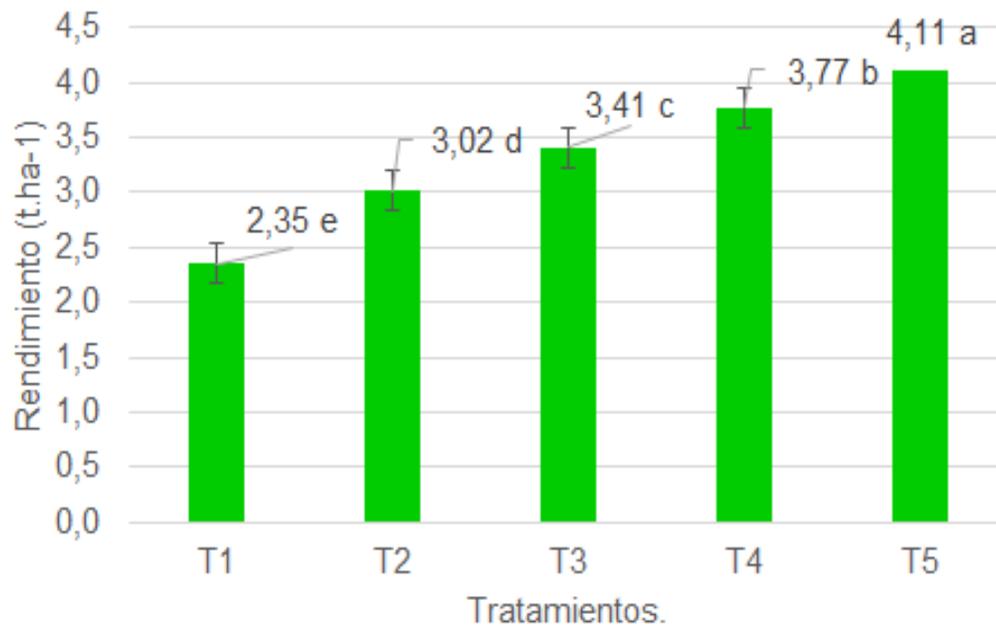


Figura 7. Efecto del FitoMas-E® sobre el rendimiento del maíz.

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Este resultado puede estar asociado al efecto estimulador del FitoMas-E®, el cual entre los 11 aminoácidos que influyen en el metabolismo vegetal se encuentra el ácido aspártico que interviene en casi todos los procesos fisiológicos de las plantas, propiciando que la mismas encuentren mejores condiciones para la etapa reproductiva y produzca mayor número de frutos por plantas; la leucina que actúa en la fecundación, el cuajado de los frutos y que además mejora la calidad de los mismos, aumenta su diámetro y su peso; el triptófano precursor de las auxinas, hormonas que intervienen en el crecimiento de las diferentes partes de las plantas, así como la L-arginina que induce la síntesis de hormonas relacionadas con las flores y frutos (Campos *et al.*, 2015).

Rodríguez *et al.* (2011) informaron que los mecanismos de acción del FitoMas-E® en el desarrollo vegetativo de los cultivos y el uso de los biofertilizantes en el incremento y absorción de elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, se revierten en los rendimientos obtenidos en el cultivo.

Los bioestimulantes vegetales según Álvarez *et al.* (2015) contienen sustancias bioactivas, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o la rizosfera, induce desarrollo apropiado del cultivo, vigor, rendimiento y la calidad mediante la estimulación de los procesos fisiológicos que benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los valores de rendimiento en grano alcanzados con la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® (0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹) son superiores a los declarados por Socorro y Martín (1998) para la variedad tuzón quienes señalan valores entre 2,77 y 3,0 t.ha⁻¹ de rendimiento, así como a los reportados por Hidalgo (2018) al estudiar diferentes dosis de los bioestimulantes FitoMas-E® y Biobras-16, en el cultivo del maíz variedad Tayuyo, para lo cual desarrollo dos experimentos. En el primero el rendimiento obtenido con la aplicación de FitoMas-E® a 700 y 900 mL.ha⁻¹ fue de 1,25 y 1,29 t.ha⁻¹ respectivamente, la aplicación de Biobrás-16 a 20 mL.ha⁻¹ mostró con 1,21 t.ha⁻¹ un menor valor. En un segundo experimento donde evaluó tres tratamientos, Biobrás-16 a 20 mL.ha⁻¹ manifestó el mayor valor con 1,72 t.ha⁻¹, superior al FitoMas-E® a 900 mL.ha⁻¹ con 1,46 y el control con 1,22 t.ha⁻¹.

De igual forma los valores de rendimiento obtenidos en el presente trabajo con la aplicación de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹ de FitoMas-E® son superiores a los declarados por Martínez-Plácido *et al.* (2013) con dosis de 0,2; 0,5 y 0,7 L.ha⁻¹ al informar 2,50; 2,56 y 3,53 t.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente, pero inferiores a los reportados por estos autores para las dosis de 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 y 3,0 L.ha⁻¹ de FitoMas-E® al revelar valores de 5,16; 5,73; 6,86; 7,10 y 7,30 t.ha⁻¹.

Varios autores reportan resultados positivos respecto a incrementos del rendimiento en diversos cultivos, al aplicar FitoMas-E® en diferentes variantes y dosis.

Ramírez y Rosell (2017) al evaluar diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del frijol observó que en la medida que la dosis del bioestimulante fue mayor (1,0; 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹) se incrementó el rendimiento (1,24; 1,30 y 1,48 t.ha⁻¹) del cultivo, superiores al tratamiento control (1,17 t.ha⁻¹).

Calero *et al.* (2018) en investigación realizada donde evaluaron el efecto de tres biofertilizantes en el comportamiento agronómico del frijol, concluyeron que la utilización de ME-50, FitoMas-E®, *Trichoderma harzianum* y la asociación entre ellos alcanzaron

respuestas positivas en los indicadores agronómicos evaluados en el cv. Cuba cueto y las mayores respuestas fueron logradas cuando fueron asociados los biofertilizantes porque aumentó la productividad comparado con la aplicación individual y alcanzó un incremento de 2,04 t.ha⁻¹ en relación al control.

Calero *et al.* (2019) informan que en ambos periodos de siembra (época intermedia y época tardía) del cv. Velazco largo, los bioproductos superaron al tratamiento control, con medias productivas superiores para la utilización asociada de microorganismos eficientes + FitoMas-E®, respecto a su aplicación individual y producir 1,09 y 0,66 t.ha⁻¹, lo que significó incrementos de 25,32% en la época intermedia y 58,63% en la tardía, en relación al tratamiento sin aplicación.

Meriño *et al.* (2018) en experimento donde estudiaron la efectividad del FitoMas-E®, en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo, reporta valores de rendimiento de 0,90 t.ha⁻¹ con la aplicación de riego y FitoMas-E® a razón de 0,5 L.ha⁻¹ y 0,93 t.ha⁻¹ en condiciones de estrés hídrico y aplicación de FitoMas-E® a igual dosis, superiores a aquellos tratamientos donde no fue aplicado el producto.

Pupo *et al.* (2019) al estudiar la respuesta del cultivo de la lechuga a la aplicación de dos bioproductos manifiestan que el uso combinado de Ecomic® + FitoMas-E® con 7,68 kg.m⁻² y de Ecomic® con 7,52 kg.m⁻² de forma independiente obtuvieron rendimientos estadísticamente superiores a la aplicación de FitoMas-E® que alcanzó valores de 6,29 kg.m⁻² y el control sin aplicación muestra los menores rendimientos con 5,44 kg.m⁻².

Rosell *et al.* (2019) informan la dosis de 0,6 L.ha⁻¹ de FitoMas-E®, como la de mayor rendimiento productivo con 5,37 Kg.m⁻² en el cultivo del pepino, variedad SS-5 en un suelo fersialítico pardo rojizo típico, seguido de la dosis de 0,4 y 0,2 L.ha⁻¹ con valores de 4,67 y 4,42 Kg.m⁻² respectivamente, obteniendo un incremento del rendimiento de un 82, 58, y 49 % con respecto al control que a su vez manifestó el menor valor con 2,95 Kg.m⁻².

Méndez *et al.* (2020) declaran que cuando se aplicó el Ecomic® y FitoMas-E® como alternativas biológicas combinado con la reducción del 50% de la fertilización química en el cultivo del tomate, las plantas evidenciaron incremento en crecimiento,

acumulación de sólidos solubles y rendimientos superiores; la combinación tripartita (50 % NPK + FE + HMA) logró los más altos rendimientos con 18,6 t.ha⁻¹.

Al analizar los resultados obtenidos en la presente investigación, se observa en sentido general, que existe correspondencia en el incremento de las diferentes variables evaluadas con el resultado de los rendimientos obtenidos como respuesta del cultivo del maíz a las diferentes dosis de FitoMas-E® aplicadas.

4.3 Valoración económica

Para determinar el efecto económico producido por los tratamientos estudiados, se realizó una valoración económica la cual se muestra en la tabla 10, teniendo como base el rendimiento obtenido.

Tabla 10. Valoración económica de los resultados obtenidos con diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del maíz.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$.ha ⁻¹)	Costos de producción (\$.ha ⁻¹)	Ganancia (\$.ha ⁻¹)	Beneficio económico (\$.ha ⁻¹)	Costo Relativo (\$.ha ⁻¹)	Relación B/C
T1	2,35	127 722,5	3 269,84	124 452,66	-	-	-
T2	3,02	164 137,0	3 292,14	160 844,86	36 392,2	22,3	1 631,9
T3	3,41	185 333,5	3 314,44	182 019,06	57 566,4	44,6	1 290,7
T4	3,77	204 899,5	3 336,74	201 562,76	77 110,1	66,9	1 152,6
T5	4,11	223 378,5	3 359,04	220 019,46	95 566,8	89,2	1 071,3

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,5 L.ha⁻¹, T3: FitoMas-E® a 1,0 L.ha⁻¹, T4: FitoMas-E® a 1,5 L.ha⁻¹, T5: FitoMas-E® a 2,0 L.ha⁻¹. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

Los resultados de la valoración económica dependen en gran medida de los rendimientos alcanzados por el efecto del bionutriente empleado, unido al precio de venta de una tonelada de producto (\$ 54 350 CUP).

Los rendimientos obtenidos en los tratamientos en que se aplicó FitoMas-E® son superiores al tratamiento control, lo cual permitió obtener una mayor ganancia (\$.ha⁻¹),

beneficio económico ($\$.ha^{-1}$), así como una relación B/C con valores mayores a tres, que corresponden a ganancias muy notables.

En sentido general, los resultados económicos obtenidos en el cultivo del maíz, están dados por el incremento de los rendimientos, a partir de la aplicación FitoMas-E® como producto de origen biológico, el cual no contamina el medio ambiente y nos permite obtener un producto agrícola sano y de mayor calidad, constituyendo a su vez un mecanismo viable desde el punto de vista económico. Por otro lado, desde el punto de vista social el incremento de las producciones contribuyó a favorecer la nutrición sana de la población circundante de las áreas productivas.

En tal sentido Altieri (1997) expresó que la aplicación de productos biológicos no solo tiene ventajas ecológicas sino también ventajas económicas al disminuir los costos de producción.

A este resultado se puede atribuir también el beneficio ecológico, además de considerar las cambiantes exigencias de los “estándares” de calidad de los consumidores y su preocupación por una producción segura, saludable y ambientalmente sostenida, de aquí la necesidad de adoptar prácticas agrícolas que desde el punto de vista económico, social y medioambiental, perfeccionen el sistema, con resultados positivos en el rendimiento, calidad, seguridad de los productos y la preservación de los recursos naturales.

Esta afirmación coincide con lo enunciado por García *et al.* (2013) quienes plantean que el uso de FitoMas-E® se traduce en un considerable ahorro de divisas, por concepto de importaciones de fertilizantes químicos, además de contribuir a minimizar la carga tóxica del agroecosistema, a la vez que se ofertan productos más sanos a la población.

5. CONCLUSIONES

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

1. La aplicación de FitoMas-E® ejerce un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz.
2. Los valores máximos en los parámetros de crecimiento e indicadores del rendimiento evaluados correspondieron a las plantas que se les aplicó FitoMas-E® a razón de 2 L.ha⁻¹.
3. Los resultados de la valoración económica, muestran una relación B/C con valores mayores a tres, que corresponden a ganancias muy notables.

6. RECOMENDACIONES

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

1. Continuar los estudios de la aplicación del bionutriente FitoMas-E® en el comportamiento del crecimiento y rendimiento en otros híbridos y variedades comerciales de maíz.
2. Socializar los resultados de la investigación entre productores del sector cooperativo y campesino.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales. 30(2): 113-120.

Aguilar, J. F. 2019. Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Aguirre A. L. 2018. Aplicación de siete dosis de fertilizante foliar en el maíz (*Zea mays* L.). Trabajo de Titulación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

Alemán, R. D.; Ortiz, R. V.; Domínguez, J.; Bravo, C. A.; Alba, J. L.; Rodríguez, Y.; Pico, C. y Freile, J. 2020. Desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana. Ciencia y Tecnología. 13(1): 9-16.

Altieri, M. A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. ACAO. Cuba. 50 p.

Alvarez, A. 2013. Evaluación del efecto de diferentes dosis del bionutriente FitoMas E como alternativa ecológica en el cultivo *Solanum lycopersicum* L (tomate), en la granja hortícola “Brisas”, Provincia Holguín. Bayamo. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma.

Álvarez, A.; Campo, A.; Batista, E y Morales, A. 2015. Evaluación del efecto de diferentes dosis del bionutriente FitoMas-E® como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 49(1): 3-9.

Amat, G. 2019. Comportamiento agronómico de un híbrido promisorio de maíz forrajero (*Zea mays* L.), durante la época lluviosa en las zonas ganaderas del Ecuador [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5474/1/iniaptptA487g.pdf> [Consulta: noviembre, 5 2022].

Andrade, F. H. 2016. Los desafíos de la agricultura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Edición International Plant Nutrition Institute. Argentina 136 p.

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

Batista, D.; Murillo, B.; Nieto, A.; Alcaraz, L.; Troyo, E.; Hernández, L. y Ojeda, C. M. 2017. Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. Terra Latinoamericana. 35(4): 309-320.

Blanco, Y. 2017. Manejo oportuno de los arvenses en sus relaciones interespecíficas con los cultivos del maíz (*Zea mays* L.) del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema sucesional. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Blanco, Y. y González, D. 2021. Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Cultivos Tropicales. 42(3): e08.

Calero, A.; Pérez, Y. y Quintero, E. 2018. Efecto de tres biofertilizantes en el comportamiento agronómico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Científica Monfragüe Desarrollo Resiliente. XI: 56-73.

Calero, A.; Quintero, E.; Pérez, Y.; Olivera, D.; Peña, K. y Jiménez, J. 2019. Efecto entre microorganismos eficientes y Fitomas-E en el incremento agroproductivo del frijol. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 17(1): 25-33.

Calero, A.; Quintero, E. y Pérez, Y. 2017. Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). *Agrotecnia de Cuba*. 41(1): 17-24.

Campo, A.; Álvarez, A.; Batista, E. y Morales, A. 2015. Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el cultivo de *Solanum lycopersicum* L. (tomate). *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 49(2): 37-41.

Cárcamo, J. E.; Portillo, J. C. y Serrano, L. M. 2018. Evaluación del rendimiento de maíz (*Zea mays*), Var, H-59, bajo diferentes frecuencias de fertilización química, durante la etapa fenológica de desarrollo vegetal a formación del grano. Trabajo de grado en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de el Salvador.

Catalá, R. 2017. Evaluación de bioproductos en la producción sostenible de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de organopónico. Matanzas. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.

Colina, E.; Castro, C.; Sánchez, H. y Troya, G. 2017. Evaluación de fertilizantes de liberación controlada con fertilización convencional, sobre el rendimiento del maíz duro (*Zea mays*), en la zona de Febres-Cordero, provincia de los Ríos. *Alfa*. 1(3): 88-97.

Cruz, A. 2016. La siembra directa, su efecto sobre las plagas e indicadores productivos en *Glycine max* (L.) Merrill y *Zea mays* L. Santa Clara. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Darquea, W.; Alemán, R. y Domínguez, J. 2018. Respuesta de un genotipo local de maíz (*Zea mays* L.) de la Amazonía Ecuatoriana a diferentes densidades de población. Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. Quito-Ecuador. p. 151-153.

Deras, H. R. y Flor de Serrano, R. 2018. Cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA). Ministro de Agricultura y Ganadería. El Salvador. 32 p.

Díaz, A.; Suárez, C.; Díaz, D.; López, Y.; Morera, Y. y López, J. 2016. Influencia del bioestimulante FitoMas-E® sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Centro Agrícola. 43(4): 29-35.

Díaz, B. A.; Rodríguez, M. y Torres, L. J. 2013. Respuesta en el crecimiento y rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. Vyta a la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E®. Centro Agrícola. 40(4): 25-30.

Estrada, M. E. 2021. Principales enfermedades del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. Agroecosistemas. 9(2): 53-59.

FAO. 2017. Datos del hambre/WFP/Programa Mundial de Alimentos [en línea]. Disponible en: <http://es.wfp.org/hambre/datos-del-hombre> [Consulta: octubre, 14 2022].

FAO. 2019. Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/> [Consulta: enero, 16 2023].

Fernández, R.; Morales, L. A. y Gálvez, A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Fitotecnia Mexicana. 36(3-A): 275-283.

Gaceta Oficial de la República de Cuba. 2022. Resolución 183/2022 (GOC-2022-1043-O113). Edición Ordinaria 17 de noviembre de 2022. Año CXX. No. 113. Ministerio de Justicia. República de Cuba. p. 3336-3337.

García, E. A. 2016. Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con dos niveles de fertilización con base en N, P, K y S. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

García, E. A. y García, M. T. 2019. Efecto de cuatro bioestimulantes foliares en la fisiología y los rendimientos del pimiento (*Capsicum annuum*). Infociencia. 23(1): 59-70.

García, M.; Montoya, A.; Barroso, L.; Pérez, A. y Reyes, B. 2013. Reducción de la fertilización nitrogenada en el cultivo del ajo. Hombre, Ciencia y Tecnología. (69): 58-67.

Gómez, N. O.; Cantú, M. A.; Vázquez, M. G.; Hernández, C. A.; Espinosa, A.; Sierra, M.; Coutiño, B. J.; Aragón, F. y Trujillo, A. 2017. Híbrido de maíz H-568: nueva opción para áreas de alta productividad del trópico bajo de México. Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(5): 1213-1218.

González, A. y Reyes, L. 2014. El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: el caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. Geografía Agrícola. (52-53): 21-42.

Grande, C. D. y Orozco, B. S. 2013. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. Científica Guillermo de Ockham. 11(1): 97-110.

Guamán, R. N.; Desiderio, X.; Villavicencio, A. F.; Ulloa, S. M. y Romero, E. J. 2020. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. Siembra. 7(2): 47-56.

Hernández, A.; Pérez, J.; Ascanio, O.; Ortega, F.; Avila, L.; Cárdenas, A. y Marrero, A. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Agroinform. La Habana, Cuba. 64 p.

Hidalgo, M. 2018. Evaluación del efecto de los bioestimulantes BB-16 y FitoMas E en el desarrollo y la cosecha de maíz (*Zea mays* L.) cv Tuyuyo. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Ilmi, A.; Brunet, E.; Barreda, A.; Colás, A.; González, D. y Chacón, A. 2018. Efecto de FitoMas-E sobre el crecimiento de *Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE-94 en periodo poco lluvioso. Centro Agrícola. 45(4): 12-19.

Instituto de Investigaciones de Granos. 2013. El maíz manejo agronómico. Aspectos esenciales. P. point. 58 diapositivas.

Inzunza, M. A.; Villa, M. M.; Catalán, E. A.; López, R. y Sifuentes, E. 2018. Rendimiento de grano de maíz en déficit hídrico en el suelo en dos etapas de crecimiento. Fitotecnia Mexicana. 41(3): 283-290.

Jaime J. D. 2017. Evaluación de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo dos formas de aplicación de fertilizantes nitrogenados y completos. Trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

Jerónimo, M.; Gómez-Martínez, J.; Bolaños, R. E. y Gutierrez, C. J. 2019. Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo. La Calera. 19(32): 41-47.

Lamilla, E. R. 2019. Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos. Trabajo Experimental en opción al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica de Babahoyo.

López, R. y Gil, V. 2011. Generalidades del cultivo del maíz. Santa Clara, Cuba. Ed. Feijoo, Universidad Central de Las Villas. 58 p. (monografía).

López, Y. y Pouza, Y. 2014. Efecto de la aplicación del bioestimulante Fitomas-E en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). DELOS. Desarrollo Local Sostenible. 7(20): 1-10.

Maluenda, J. 2019. Maíz 2019/20. Producción record y descenso de stocks en campañas consecutivas [en línea]. Disponible en: <https://www.agrodigital.com/wp-content/uploads/2019/06/maiz201920c.pdf> [Consulta: enero, 16 2023].

Martín, G. M. y Rivera, R. 2015. Efecto económico de la rotación canavalia-maíz y de la sustitución parcial de fertilizantes minerales. Cultivos Tropicales. 36(3): 34-39.

Martínez, D. A. 2017. Evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas elaborado con tres calibres de picado. Proyecto especial de graduación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.

Martínez-Plácido, N.; González, J. A. y Piñeiro, D. A. 2013. Efectos del Fitomas-E en el maíz (*Zea mays* L.) variedad Tuzón, en las condiciones edafoclimáticas del municipio “Amancio Rodríguez”, Las Tunas. Innovación Tecnológica. 19(1): 1-12.

Méndez, G. J.; Chang, L. R. y Salgado, B. Y. 2011. Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Granma Ciencia. 15(2): 1-10.

Méndez, M.; Quintero, N. y La O, A. L. 2020. Alternativas biológicas en el cultivo del tomate: su contribución al desarrollo agrario sostenible. Pedagogía y Sociedad. 23(59): 200-217.

Meriño, Y.; Boicet, T. y Boudet, A. 2018. Efectividad del FitoMas-E en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo. *Centro Agrícola*. 45(1): 62-68.

Milando, D. 2021. Influencia del bionutriente FitoMas-E® sobre el crecimiento y rendimiento de *Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L.) Hanelt en condiciones de organopónico. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Miller, Z. J.; Menalled, F. D.; Sainju, U. M.; Lenssen, A. W. y Hatfield, P. G. 2015 Integrating sheep grazing into cereal-based crop rotations: spring wheat yields and weed communities. *Agronomy Journal*. 107(1): 104-112.

MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2017. Análisis del cultivo del maíz. Directivas para el 2017. Dirección de agricultura. La Habana, Cuba. 27 p.

MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2020. Manual Práctico para uso de Bioproductos y Fertilizantes Líquidos. Departamento Suelos y Fertilizantes. La Habana, Cuba. p. 11-15.

Montano, R. 2008. Fitomas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). p. 3-9.

Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, J. 2007. Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de azúcar. 41(3): 14-21.

Morales, N. 2014. Influencia del FitoMas-E en parámetros agroproductivos del cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.) en época lluviosa. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.

Moreira, A. J.; Veintimilla, M.; Molina, V. y Chávez, R. 2018. Efecto del fertilizante foliar Sol-u-gro 12-48-8 en diferentes dosis y aplicaciones en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Cantón Babahoyo. AGRO-UTB. 2(3): 40-49.

Ojeda, C. M.; Murillo, B.; Nieto, A.; Troyo, E.; Reynaldo, I. M.; Ruíz, F. y García, J. L. 2015. Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2(5): 151-161.

ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2022. Anuario Estadístico de Cuba 2021. Capítulo 9. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. La Habana, Cuba. p. 227-258.

Ortigoza, J.; López, C. A. y González, J. D. 2019. Guía técnica cultivo de maíz. Universidad Nacional de Asunción. Facultad Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay. 48 p.

Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A. D. y Pierre, J. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Roma, Italia. 392 p.

Paz, M. M. y Aguilar, J. D. 2015. Evaluación de la producción de maíz (*Zea mays*), ICA V-305 con tres densidades, abonamiento, fertilización y su mezcla en la vereda Urubamba, finca La Sultana, municipio de Timbio, Cauca. Trabajo de grado en la modalidad de investigación en opción al título de Ingenieros Agropecuarios. Universidad del Cauca.

Peña, A.; Iván, O.; Briones, D.; Ramírez, J.; Vidal, V. y Ledesma, A. 2017. H-383: híbrido de maíz blanco intermedio para grano y forraje para el norte, centro y occidente de México. Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(8): 1891-1896.

Peña, E. 2012. Comportamiento de diferentes dosis de FitoMas E y humus de Lombriz líquido en el cultivo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Cv. sp. Sesquipedalis (habichuela) en áreas de la Empresa Agropecuaria del municipio Frank País, provincia Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Pérez, P.; Rodríguez, E.; Grande, O.; Faure, B.; Benítez, R. y Torres, M. 2014. Guía Técnica para la producción de frijol común y maíz. Instituto de Investigaciones de Granos. La Habana, Cuba. 40 p.

Pupo, C.; González, G.; Carmenate, O.; Peña, L.; Pérez, V.; Rodríguez, E. 2016. Respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia las Tunas, Cuba. *Cultivos Tropicales*. 37(4): 57-66.

Pupo, C.; González, G.; Pérez, V.; Carmenate, O. y Silva, S. 2019. Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) a la aplicación de dos bioproductos. *REDEL. Granmense de Desarrollo Local*. 3(4): 89-102.

Quintero, E.; Calero, A.; Pérez, Y. y Enríquez, L. 2018. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*. 45(3): 73-80.

Quiróz, D. y Merchan, M. 2016. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, Ecuador. 126 p.

Ramírez, A. G. y Rosell, R. 2017. Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el rendimiento agroproductivo del cultivo del frijol. *REDEL. Granmense de Desarrollo Local*. 1(3): 107-116.

Ramírez, A. G.; Rosell, R.; Zamora, M. y Reyes, P. P. 2010. Aplicación de cuatro dosis del Fitomas E en la imbibición de semillas del cultivo de tomate variedad Vita [en línea]. Disponible en: <http://www.eft.com.ar>. [Consulta: noviembre, 9 2022].

Reyes, C. F.; Machado, P.; Bernal, A.; Occeguera, Z.; Gómez, R.; Díaz, F. R.; Adayíaz, O. y Hernández, A. R. 2016. FitoMas-E: una alternativa para el enraizamiento in vitro de cultivares de caña de azúcar. *Biotecnología Vegetal*. 16(4): 239-244.

Ricardo, I. y Aguilrar, C. L. 2015. Evaluación del fitomas sobre el rendimiento agrícola del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un suelo vertisol. *Multiciencias*. 15(4): 371-375.

Rodríguez, A.; Martínez, F.; Ramos, L.; Cabrera, M. y Borrero, Y. 2011. Efecto del bioestimulante (Fitomas-E) y el biofertilizante (Bioplasma) en el rendimiento de la lechuga variedad Anaida bajo condiciones de organoponía semiprotegida. *Agrotecnia de Cuba*. 35(1): 54-60.

Rodríguez, A.; Rodríguez, P. y Grande, O. 2013. Guía Técnica para la producción de maíz (*Zea mays* L.). Instituto de Investigaciones de Granos, La Habana, Cuba. 29 p.

Rosell, R.; Ramírez, A. G.; Dorado, M.; Peña, J. B. y Pacheco, M. 2019. Evaluación de Fitomas E en el cultivo del pepino en producción de parcela. *Granmense de Desarrollo Local*. 3(2): 135-148.

Sánchez, I. 2014. Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)*. Serie Botánica. 7(2): 151-171.

Santana, Y.; del Busto, A.; González, Y.; Aguiar, I.; Carrodegua, S.; Páez, P. L. y Díaz, Geilsys. 2016. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro Agrícola*. 43(3): 5-12.

Santos, M.; Segura, M. y Núñez, C. E. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 63(1): 5253-5266.

Sierra, M.; Rodríguez, F. A.; Gómez, N. y Espinosa, A. 2017. H-567, híbrido de maíz para el trópico húmedo de México. Operaciones Tecnológicas. 1(3): 6-14.

Sigarroa, A. 1985. Biometría y diseño experimental. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 743 p.

Sihuincha, J. M. 2020. Adaptación de híbridos simples de maíz blanco duro (*Zea mays* L.) en la localidad de la Molina. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria.

Simón, M. R. y Golik S. I. 2018. Cereales de verano. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. 429 p.

Socorro, M. A. y Martín, D. S. 1998. Granos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p 190-317.

Soltani, N.; Nurse, R.; Page, E.; Everman, W.; Sprague, C. y Sikkema, P. 2013. Influence of late emerging weeds in glyphosate-resistant corn. Agricultural Sciences. 4(6): 275-281.

Terry, E.; Ruiz, J.; Escobar, I.; Carrillo, Y.; Morales, H. A. y Tejeda, T. 2015. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. 8(3): 163-174.

Trocones, A. G. y Delgado, L. A. 2020. Efecto del FitoMas-E sobre la germinación de semillas y calidad de plantas de *Chrysophyllum cainito* L. (caimito) en condiciones de vivero. *Cubana de Ciencias Forestales*. 8(1): 104-121.

Urrutia, E. S. 2019. Aplicación de bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad chingasino para rendimiento de choclo. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú.

USDA-NASS. 2017. USDA-National Agricultural Statistical Service (USDA-NASS). 2015. Corn: Grain yield. United States, 1866 to date. USDA-NASS, Washington, DC.

Veobides, H.; Guridi, F. y Vázquez, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*. 39(4): 102-109.

Vera, J. H.; Cepeda, W. E.; Cárdenas, D. de los A.; Espejo, F. A.; Inga, G. M.; Balón, A del R.; Granda, J. D. y Delgado, J. C. 2020. Efecto de tres formas de fertilización en cultivo de maíz variedad DAS 3383, La Troncal-Ecuador. *Colombiana de Ciencia Animal RECIA*. 12(1): 1-8.

Vera, L. E. 2018. Evaluación de cuatro niveles de fertilización en dos híbridos del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Trabajo de Titulación en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

Villar, J.; Montano, R.; García, T.; García, D. y Zuaznábar, R. 2011. Efectos del bionutriente FITOMAS-E con y sin fertilización convencional. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 45(3): 24-29.

Viñals, M.; García, A.; Montano, R. L.; Villar, J. C.; García, T. y Ramil, M. 2011. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas, resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. *ICIDCA. Sobre los derivados de la*

caña de azúcar. 45(3): 1-23.

Yee, A. 2010. Evaluación de diferentes dosis de aplicación del Bioestimulante FitoMas E, en el desarrollo vegetal y en los rendimientos del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de la variedad Amalia, en la UBPC: Leonides Peña de la Empresa Agropecuaria Guatemala. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Yumar, J.; Montano, R. y Villar, J. 2010. Efectos del FitoMas-E en el cultivo de la cebolla. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 44(2): 21-25.

Zamora, K. 2014. Estudio del crecimiento, potenciales fuente - demanda y formación del rendimiento en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Spunta y su relación con las condiciones climáticas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Zamudio, B.; Espinosa, A.; Tadeo, M.; Encastín, J. J.; Martínez, J. N. Felix, A.; Cárdenas, A. L. y Turrent, A. 2015. Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. Mexicana de Ciencias Agrícola. 6(7): 1491-1505.