

TITULO: Resultado del empleo de dos bioestimulantes foliares y su combinación en cultivo del maíz (zeamaysl)

TITLE: Employment results of two foliar biostimulants and their combination in the maize (zeamaysl)

AUTORES

Ing. Alejandro Rodríguez Núñez¹ especialista12@eetcab.co.cu

Dr.C Marcos Tulio García González² macostg@uniss.edu.cu

MSc. Yander Fernández Cancio³ yanderfc@uniss.edu.cu

1. Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán Sancti Spíritus. Cuba
2. Dtor en Ciencias. Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus.
3. Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal determinar los rendimientos morfofisiológicos y productivos, con el empleo de los bioestimulantes FitoMas-E® y Microorganismos Eficientes (ME) y la combinación de estos en el cultivo del maíz (*Zea mays*L.) en el municipio de Fomento, provincia de Sancti Spíritus, Cuba. Se dispuso de un diseño experimental de bloques al azar y con tres tratamientos y 4 réplicas, las dosis usadas en el FitoMás-E fue de 1 L ha⁻¹ y en el caso de (M.E) fue de 1.5 Lha⁻¹, en el caso de la combinación FitoMás –E + (M.E) se aplicó según la dosis correspondientes de cada biostimulante empleado y se determinaron los principales parámetros morfofisiológicos y agroproductivos del cultivo. Se comprobó que la combinación de Microorganismos Eficientes y FitoMas-E® resultó el tratamiento con los mayores valores alcanzados en los parámetros morfofisiológicos evaluados, con Tasa de Asimilación Neta (TAN), Tasa Relativa de Crecimiento (TCR) y Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) superior al resto de los tratamientos, al mismo tiempo este tratamiento resultó el de mayor rendimiento alcanzado, en 1,39; 1,8 y 2,8 t ha⁻¹ a los tratamientos ME, FitoMas-E® y Testigo respectivamente.

Palabras clave: MICROORGANISMOS EFICIENTES; RENDIMIENTO; FITOMAS E; MORFOFISILÓGICOS.

ABSTRACT

The main objective of the research was to determine the morphophysiological and productive returns, with the use of FitoMas-E® biostimulants and Efficient Microorganisms (ME) and the combination of these in the cultivation of maize (*Zea mays* L.) in the Municipality of Fomento, Province of Sancti Spíritus, Cuba. An experimental block design was available randomly and with three treatments and 4 replications, the doses used in the FitoMás-E was 1 L ha⁻¹ and in the case of (ME) it was 1.5 Lha⁻¹, in the case of the combination FitoMás -E + (ME) was applied according to the corresponding doses of each biostimulant used and the main morphophysiological and agroproductive parameters of the crop were determined. It was found that the combination of efficient microorganisms and FitoMas-E® resulted in the treatment with the highest values achieved in the morphophysiological parameters evaluated, with Net Assimilation Rate (TAN), Relative Growth Rate (TCR) and Absolute Growth Rate (TAC).) superior to the rest of the treatments, at the same time this treatment was the highest performance achieved, at 1.39; 1.8 and 2.8 t ha⁻¹ to the ME, FitoMas-E® and control treatments, respectively.

Keywords: EFFICIENT MICROORGANISMS; PERFORMANCE; PHYTOGENES E; MORPHOPHYSIOLOGICAL.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, superando incluso al trigo y al arroz; es uno de los cultivos más estudiados en la actualidad, resulta de gran importancia conocer su origen y clasificación, así como la raza existente en el mundo. En México y los países centroamericanos son considerados como centro de la diversidad de maíz con 59 razas (Cortez, 2008).

En Cuba, el cultivo del maíz es tradicional en el desarrollo de la agricultura, constituyendo desde la cultura indígena hasta la época actual un alimento básico en la alimentación humana, del ganado y de las aves. La evolución negativa de los rendimientos de las cosechas, hasta la total ineficiencia por falta de aplicación de la tecnología adecuada al cultivo, ha originado la necesidad de importar cantidades de maíz a un precio en divisa muy variable y que actualmente se ha elevado en el mercado mundial. (Toro, 2008). Mientras que el desarrollo del sector agrícola a nivel comunitario generalmente está basado en agricultura de subsistencia predominando este tipo de cultivo. Los métodos de siembra se realizan de forma tradicional, sin tomar en cuenta el desarrollo de acciones sostenibles para la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, lo que provoca desgaste en los suelos y pérdida de fertilidad, repercutiendo de manera directa en la reducción de los rendimientos por cosecha y también en la salud humana por el abuso de agroquímicos, por lo que el gran reto consiste en aumentar la productividad de una manera amigable al ambiente, que genere ingresos económicos sin deteriorar la salud humana ni los recursos naturales (Rivera, 2013).

En los últimos años ha cobrado gran auge el uso de productos ecológicamente inocuos que reporten beneficios a los cultivos, como el Biostán y Liplant, provenientes del humus de lombriz, FitoMas-E® y el análogo de brasinoesteroides Biobrás16, compuestos que se han obtenido o sintetizado en Cuba a partir de materias primas nacionales y que se encuentran en estos momentos en fase de aplicación en la agricultura (Huerta, 2010).

El manejo de la fertilización foliar y utilización de bioestimulantes en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de altos rendimientos, cuyo objetivo económico es suplir los requerimientos nutricionales en épocas críticas; acortar o retardar ciclos en la planta e inducir etapas fenológicas específicas, además de contrarrestar condiciones de estrés en la planta; aporte energético en etapas productivas o nutrición foliar con fines de sanidad vegetal.

Aumentar los parámetros morfofisiológicos y productivos del cultivo del maíz bajo el efecto de los bioestimulantes foliares FitoMás-E y Microorganismos eficientes, significaría un aumento en las producciones locales, donde la falta de fertilizantes y la

degradación genética de las semillas es un factor influyente en los bajos rendimientos en las producciones del campesinado cubano.

El objetivo de la investigación fue determinar los parámetros morfofisiológicos y productivos del cultivo del maíz bajo el efecto de los bioestimulantes foliares FitoMás-E y Microorganismos eficientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Mártires de la Familia Romero del municipio Fomento, provincia de Sancti Spíritus, Cuba, durante los meses de abril a septiembre del 2016. La ubicación geográfica del agroecosistema en estudio, corresponden con el cinturón climático tropical, al cual pertenece todo el archipiélago cubano y a la subregión climática Caribe-Occidental, con vientos estacionales en calma e influencia de la continentalidad (Hernández, Pérez, Bosch, & Castro, 2015).

El agroecosistema en estudio se encuentra en los cuadrantes cartográficos 55-127-9,10, presenta temperatura media anual, oscila entre los 24,5 °C - 25 °C, con promedio de precipitaciones anuales en el período lluvioso de 1 000 - 1 400 mm y en el período poco lluvioso de 150 - 250 mm. La humedad relativa oscila entre 65 – 80 % según la época del año. El suelo predominante y sobre el cual se realizó la investigación fue Pardo Sialítico sin Carbonato (Hernández, Pérez, Bosch, & Castro, 2015).

Determinación de los parámetros morfofisiológicos y productivos de las plantas de maíz bajo el efecto de los bioestimulantes foliares FitoMas-E® y M.E.

Se utilizó el criterio de Centro Internacional del Mejoramiento del maíz y trigo (2011).

Altura de planta. La variable se midió con la ayuda de un centímetro desde la base de la planta hasta el punto de inserción de la hoja bandera. Se utilizó una cinta métrica.

Área foliar. Se obtuvo midiendo el largo x ancho de cada hoja por la contante 0.75. Esto se realizó en cuatro plantas por cada réplica.

Altura de la mazorca. Se tomó en cuenta midiendo de base de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca superior. Se utilizó una cinta métrica.

Numero de hojas. Se tomó desde la primera hoja hasta la hoja bandera.

Grosor del tallo. Para esta variable se utilizó el Pie de Rey, se realizó en la base del tallo.

Número de hileras de granos por mazorca. Se contó el número de hileras por mazorca.

Número de granos por hilera maíz. Se contó el número de granos por hilera y se determinó el promedio de granos por hilera y por mazorca.

Número de granos por mazorca. El producto de números de hileras por mazorca por el número de granos por hileras, generó el número total de granos por mazorca.

Masa seca y masa fresca de las plantas de maíz. Se pesarán las plantas frescas y luego serán sometidas a una estufa a 60 °C durante 72 horas hasta llegar a peso constante.

Tasa de Asimilación Neta (TAN). Expresa cantidad de masa seca producida por unidad de superficie foliar (dm^2 , m^2) en la unidad de tiempo (horas, días, semanas) (Hernandez, 2016) .

Tasa de Crecimiento Relativo (TRC). Expresa cantidad de masa seca producida por unidad de masa seca presente por unidad de tiempo (Hernandez, 2016).

Tasa absoluta de crecimiento (TAC). Expresa cantidad de masa seca producida por unidad de tiempo. Es la pendiente de la curva sigmoideal del crecimiento en el tiempo(Hernandez, 2016) .

Índice Área Foliar (IAF). Expresa la relación entre el área foliar y el área de terreno que ocupa la planta (Hernandez, 2016) .

Explicar cómo se procedió con la aplicación de las técnicas.

Análisis estadísticos

Para los análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SSPS donde se realizó análisis de ANOVA de clasificación simple a las variables determinadas y las medias se compararon por la prueba de rango múltiple de Tukey para $p \leq 0,5$ previa comprobación de normalidad (Levene) y homogeneidad (KolmogórovSmirnov).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros morfológicos de las plantas de maíz bajo el efecto de los bioestimulantes en estudio.

A los 45 días después de la germinación (ddg) el comportamiento morfológico de las plantas de maíz bajo el efecto de los bioestimulantes mostró para todos los

tratamientos con bioestimulantes, valores superiores al Testigo, excepto el diámetro del tallo donde FitoMas-E® no presentó diferencias estadísticas con dicho tratamiento (Tabla 1). En la altura de las plantas no presentó diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos con los bioestimulantes utilizados, pero sí de estos con el Testigo. Por su parte la masa fresca y seca mostró que el tratamiento con mayor valor lo alcanzó la combinación de FitoMas-E® + ME, lo que demuestra que las plantas a los 45 días lograron producir mayor cantidad de materia seca con la aplicación de los dos bioestimulantes combinados, resultados que no han sido reportados anteriormente en la literatura, lo que constituye una novedad en el cultivo del maíz.

Tabla 1. Variables morfológicas a los 45 ddg

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)	Altura de la planta (cm)	Masa fresca (g)	Masa seca (g)
FitoMas E	4,2b	98,17a	934,90c	135,04b
ME	5,0a	98,34a	966,03b	130,90c
FitoM- ME	5,5a	98,40a	1224,10a	199,32a
Testigo	4,0b	80,00b	862,70d	99,50d
CV(%)	17,7	8,6	13,85	16,75
EE(x)±	0,13	0,7	0,42	0,58

Fuente: elaboración personal

3.2 Parámetros fisiológicos de las plantas de maíz bajo el efecto de los bioestimulantes en estudio.

Área Foliar

El área foliar a los 30 ddg mostró que ME alcanzó el mayor valor con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos, seguido por FitoMas-E®. El tratamiento dentro de los bioestimulantes con menor valor fue la combinación de FitoMas-E® + ME, pero con diferencias con el Testigo como se observa en la (Tabla 2), coincidiendo con lo planteado (IZA, 2012) al referirse que la utilización de ME aumenta los parámetros morfológicos evaluados, aunque este autor lo realizó en el cultivo de la cebolla. A los 45 ddg ya el área foliar no mostró diferencias entre los tratamientos ME y el FitoMas+ ME y sí con el FitoMas-E®, aunque al igual que en los 30 ddg el

tratamiento con menor área foliar fue el Testigo, lo que demuestra que los bioestimulantes foliares utilizados en la presente investigación tuvieron un efecto marcado sobre el área foliar de las plantas de maíz. Lo cual coincide con otros autores, quienes expresan al respecto que, el FitoMas-E ® permite incrementar los contenidos nutricionales de los cultivos y aumentar los rendimientos agrícolas de estos (Llerena, 2016) .

Índice de Área foliar (IAF)

El comportamiento de IAF a los 30 ddg muestra que el ME fue el tratamiento de mejor relación entre el área foliar y el terreno que ocupan las plantas, mientras que el Testigo fue el de menor relación, resultados similares fueron obtenidos por (Fanfan, 2014) donde los tratamientos con ME presentaron una influencia positiva en el número de hojas. Por su parte a los 45 ddg no hubo diferencia entre ninguno de los tratamientos con bioestimulantes, mientras que el Testigo fue el que presentó los menores valores, lo que evidencia que el empleo de estos bioestimulantes favorecieron la relación entre el área foliar y el terreno que ocupan las plantas. Estos resultados tienen una gran utilidad práctica para manejar las densidades de siembras en el maíz (Tabla 2). Además, estos resultados coinciden con los obtenidos por (Llerena, 2016)

Tabla 2. Área Foliar

Tratamientos	AF (cm ²)		IAF	
	30 ddg	45 ddg	30 ddg	45 ddg
FitoMas-E®	1775,20b	6092,86b	0,66b	2,26a
ME	1900,00a	6086,44b	0,70a	2,25a
FitoM. + ME	1272,10c	6131,70a	0,47c	2,27a
Testigo	1029,90d	5288,15c	0,38d	1,96b
CV(%)	19,53	17,35	19,56	8,79
EE(x)±	0,96	0,78	0,41	0,04

Fuente: elaboración personal

Leyenda: letras minúsculas desiguales en las columnas para las medias de los sistemas de cultivos difieren para $P \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey

Tasa Relativa de Crecimiento (TCR)

A los 45 ddg se pudo comprobar que los tratamientos ME y la combinación de FitoMas E + ME fueron los que alcanzaron la mayor acumulación de masa seca en los tejidos por cantidad de masa seca presente en la planta en los 15 días evaluados (Figura 1). Le siguieron en orden y sin diferencias entre ellos el FitoMas E y el Testigo. Esto demuestra como la aplicación de ME tuvo una marcada efectividad para mejorar la producción de materia seca en una unidad de tiempo en las plantas de maíz.

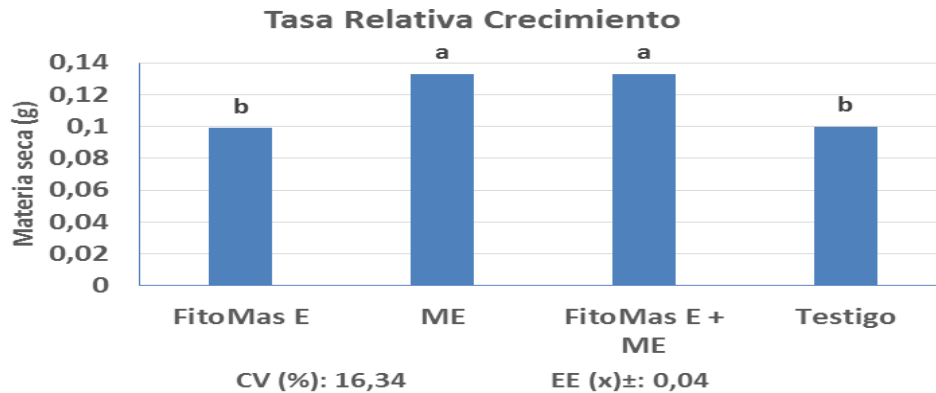


Figura 1. Tasa Relativa de Crecimiento (TCR) a los 45 ddg

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Como se puede observar en la figura No.1 y 2 el tratamiento FitoMas-E® + ME fue el de mayor Tasa de Asimilación Neta con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos, lo que indica que fue el que produjo mayor cantidad de masa seca por cm² de superficie foliar a los 45 ddg. El tratamiento ME fue el que se sigue en orden y el FitoMas-E® fue dentro de los bioestimulantes el que tuvo la menor tasa, aunque superior al Testigo. Estos resultados demuestran que los productos bioestimulantes utilizados facilitaron una mejor actividad fotosintética en las plantas de maíz que se tradujo en una mayor producción de materia seca.

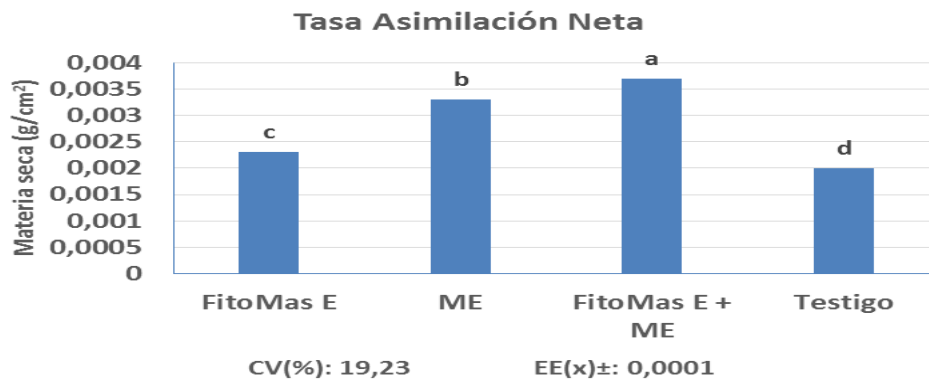


Figura 2. Tasa de Asimilación Neta (TAN) a los 45 ddg

3.2.5 Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

La masa seca producida en las plantas de maíz en los 30 días evaluados, alcanzó su mayor valor en el FitoMas-E® + ME con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos (Figura 3). Por su parte ME obtuvo el segundo mejor resultados y FitoMas-E® aunque fue la variante de bioestimulante con menor acumulación, se mantuvo superior al Testigo, que fue el tratamiento con menor producción de masa seca durante todas las evaluaciones.

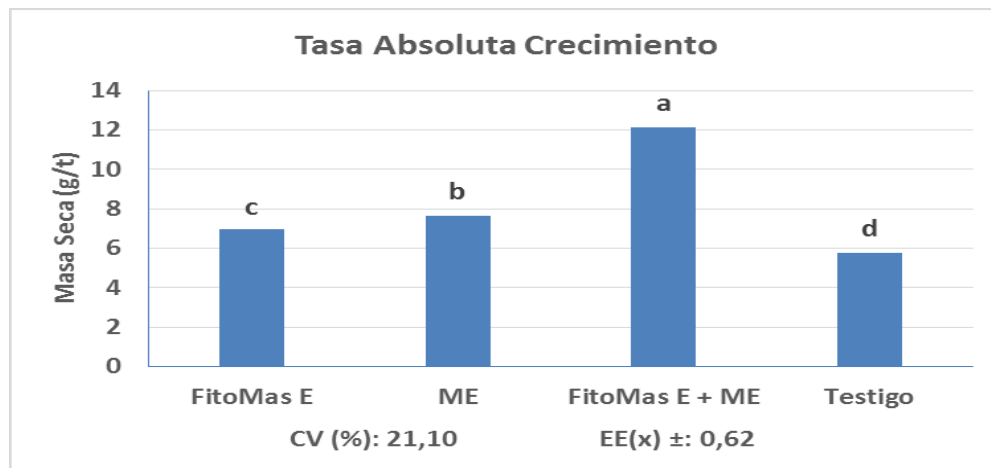


Figura 3. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) a los 45 ddg

Como se puede observar en los parámetros antes evaluados, los tratamientos de bioestimulantes favorecieron los procesos fisiológicos de las plantas, en especial la actividad fotosintética, dado por una mayor producción de masa seca en función de esta, presente en la planta, de la superficie foliar y del tiempo, lo que se traduce en una mayor eficiencia productiva.

Parámetros agronómicos de las plantas de maíz bajo el efecto de los bioestimulantes en estudio.

En la (Tabla 3) se puede observar como el número de hileras de granos por mazorcas estuvo favorecido por FitoMas-E® + ME, mientras que en los demás tratamientos no existió diferencias estadísticas entre ellos, igualmente en el número de granos por hileras FitoMas-E® + ME resultó el tratamiento con mayor valor. Estos resultados muestran como FitoMas-E® + ME fue el que alcanzó el mayor número de granos totales por mazorca, superando al resto en 123; 132,23 y 194,40 granos.

Tabla 3. Variables Agronómicas

Tratamientos	Número de hileras/maz.	Número de granos/hileras	Granos totales/maz.	Masa de 100 granos (kg)
FitoMas-E®	14,80b	26,33b	389,68b	0,022c
ME	14,80b	25,66b	379,77c	0,024b
FitoMas- ME	16,00a	32,00a	512,00a	0,028a
Testigo	14,20b	22,66c	317,60d	0,022c
CV(%)	5,15	13,66	18,18	10,83
EE(x)±	0,19	0,90	0,40	0,006

Fuente: elaboración personal

Por su parte la masa de 100 granos presentó su mayor valor en el tratamiento de FitoMas-E® + ME, seguido por ME y los tratamientos FitoMas-E® y Testigo que no presentaron diferencias entre ellos. Estos resultados demuestran que las plantas que realizan una mejor actividad fotosintética alcanzan indicadores mayores de producción.

Rendimiento

En la figura 4 se confirma como el empleo de los bioestimulantes favorece el aumento del rendimiento al aumentar la actividad fisiológica de las plantas. El tratamiento que alcanzó el mayor valor fue la combinación del FitoMas-E® + ME con diferencias con el resto de las variantes en estudio, llegando a las 5,30 t ha⁻¹, rendimiento este superior a la media del municipio, que no supera las 2,20 t ha⁻¹. Por su parte el ME y FitoMas-E® no tuvieron diferencias entre ellos y de igual forma superaron las medias históricas del municipio con valores de 3,87 y 3,50 t ha⁻¹ respectivamente. El Testigo, aunque no tuvo diferencias con FitoMas-E® si fue el de menor valor numérico.

Estos resultados confirman que el empleo de los bioestimulantes FitoMas-E®, ME y la combinación de ambos incrementan los rendimientos, ya que favorecen la actividad fotosintética de la planta que se traduce en una mayor producción de masa seca y una mejor relación con la superficie de suelo por planta, al mismo tiempo coincide con lo reportado por (Ventura, 2013)), al informar que ME logra aumentar los rendimientos al maíz en un 30 %. Además también concuerdan los resultados obtenidos por (Kolima Peña, 2016) donde la producción de maíz fue superior en más del 50% cuando se usó Microorganismos Eficientes en correspondencia con la variante control.

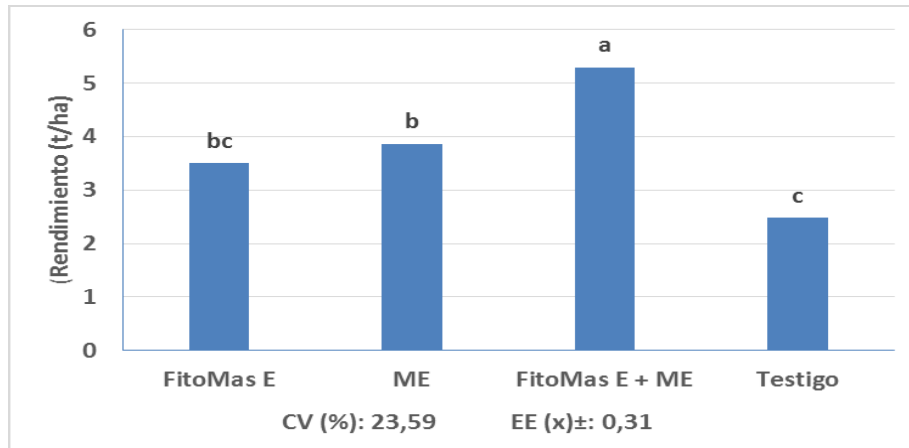


Figura 4. Rendimiento obtenido

CONCLUSIONES

1. La combinación de FitoMas-E® y Microorganismos Eficientes resultó el tratamiento con los mayores valores en los parámetros morfofisiológicos, con TAN ,TCR y TAC superior al resto de los tratamientos.
2. El tratamiento resultó el de mayor rendimiento alcanzado, superando en 1,39; 1,8 y 2,8 t ha⁻¹ a los tratamientos ME, FitoMas-E® y Testigo respectivamente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandro Díaz Medina, C. S. (2016). Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME), Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. CP 62 600. , *Ctro. Agr.* 43 (4), 213-299.
- Antoni. (9 de 9 de 2014). *BuenasTareas.com*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Carnavalia/31122461.html>
- Cortez, M. (2008). *El maíz en Mexico y en el mundo*. Mexico: Direccion de Economía Ambiental.
- Fanfan, E. (2014). *Influencia de la fertilización orgánica, biológica y mineral en el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays, L) en un suelo Pardo sin carbonatos mullido del municipio Tunas*. Cuba: Universidad de Las Tunas.
- Hernandez, B. S. (2016). *Análisis de la fenología e índice de crecimiento de maíz (Zea Mays.L.) variedad pioner, curdn-armero tolima*. Colombia: University of Tolima. Colombia: University of Tolima.

- Hernández, J., Pérez, J., Bosch, I., & Castro, S. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Mayabeque: Ediciones INCA.
- Huerta, C. M. (septiembre-diciembre de 2010). *Efecto del estimulante Fitomas E sobre el crecimiento, rendimiento y calidad en tabaco negro cultivado sobre bases agroecológicas*. Cuba.
- IZA, R. M. (2012). *“Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)”*. Cevallos,Ecuador.
- Kolima Peña, J. C. (2016). Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en sancti spíritus, CUBA. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez,Facultad de Ciencias Agropecuaria, Departamento de Agronomía, Cuba. *Agronomía Costarricense* 40(2): 117-127. ISSN:0377-9424 / 2016.
- Llerena, R. R. (2016). *Uso combinado de ecomic®, fitomas–e® y fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticales (x. Triticosecale Wittmack), cv INCA TT-7*.Cuba: Cultivos Tropicales ,Ministerio de Educación Superior.
- Pereda, M. M. (2016). Alternativas en la nutrición del maíz transgénico FR-Bt1 de (Zea mays L.): respuesta en crecimiento, desarrollo y producción. Cuba: *cultrop*. 38(4),113-189.
- Rivera, C. A. (2013). *Proyecto Difusión del uso de Microorganismos Eficaces (EM) como innovación tecnológica en el cultivo de Maíz (Zea Mays) para pequeños productores (as) de la Región Sur Occidente de Honduras*. Honduras: Cooperativa Mixta Regional Gualema LTDA.
- Toro, R. (2008). *Nueva alternativa de intercalamiento de maiz en calabaza en Cuba*. Villaclara santosdomingo: INIVIT.
- Ventura, J. D. (2013). *Difusión del uso de Microorganismos Eficaces como innovación tecnológica en el cultivo de maíz (Zea mays) para pequeños productores(as) de la Región Sur Occidente de Honduras*´´. Honduras: COMIRGUAL – DICTA – JUNTA ANDALUZA.

Recibido: 8 enero 2019

Aprobado:29 marzo 2019