

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Agronomía



Respuesta morfofisiológica y agronómica del girasol (*Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE- 94) ante la fitoestimulación con FitoMas - E

Tesis para aspirar al título de Ingeniera Agrónoma

Autora- Aïcha IImi Osman

Tutor- Dr.C. Ahmed Chacón Iznaga

Santa Clara, 2016

Agradecimientos



Agradecimientos

En primer lugar agradezco a Dios (ALLAH) el Todopoderoso por haberme guiado en cada momento de mi vida.

Agradezco también a mi gobierno y al gobierno cubano por haberme brindado la oportunidad de cursar mis estudios universitarios.

A mi tutor el Dr.C. Ahmed Chacón Iznaga por su apoyo y preocupación constantes.

A mi familia por su apoyo, su amor y comprensión incomparables

A todos los profesores que me han ayudado, me han enseñado y aconsejado a lo largo de mi carrera.

A mi novio Youssouf Koke Camara de Guinea Conakry por su amor y apoyo incondicional.

A mis amigas y hermanas:

Roukya Hamoud, Henriette Camara y Mabolle Maphika Amelia por los buenos y malos tiempos compartidos.

A mi familia cubana (los celestinos) por haberme abierto la puerta de su casa y de su corazón.

Pensamiento



Pensamiento

“La agricultura está llamada a ser uno de los pilares fundamentales de
la Revolución...” “

Raúl Castro Ruz

Resumen



Resumen

Con el objetivo de evaluar la respuesta morfofisiológica y agronómica del girasol (*Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE- 94) ante la fitoestimulación con FitoMas – E, se desarrolló una investigación en el área experimental de granos ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, provincia de Villa Clara, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado. El experimento se llevó a cabo durante el periodo poco lluvioso que incluyó los meses de diciembre 2014 a abril 2015. La investigación incluyó la aplicación de dosis de FitoMas-E a razón de 2; 2.5 y 3 L ha⁻¹. Se evaluaron fases fenológicas vegetativas y reproductivas, índices de crecimiento, producción de materia seca, rendimiento biológico, económico, índice de cosecha, de productividad foliar, rendimiento agrícola y sus componentes. Se demostró que la aplicación de FitoMas-E influyó en la transición de las fases vegetativas a las etapas reproductivas y en la duración del ciclo biológico de las plantas para los tratamientos de 2.5 y 3 L ha⁻¹ de FitoMas-E. En las plantas con aplicación de dosis de 3 L ha⁻¹ de FitoMas-E, se observaron los valores máximos en los índices de crecimiento, peso de 1000 aquenios y componentes del rendimiento agrícola, aunque no mostró diferencias significativas con relación a los demás tratamientos. Finalmente se demostró que este cultivar alcanzó un rendimiento agrícola superior a las 3 t ha⁻¹ bajo el efecto de las tres dosis de FitoMas-E evaluadas.

Índice



Índice

1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica.....	3
2.1. El cultivo del girasol en Cuba	3
2.2. Características botánicas y fisiológicas del cultivo	4
2.2.1. Características del cultivar CIAP JE-94.....	5
2.3. Fases fenológicas: su relación con las condiciones edafoclimáticas	6
2.4. Aspectos agrotécnicos del cultivo del girasol	8
2.4.1. Época de siembra	8
2.4.2. Profundidad de siembra y densidad de población	8
2.4.3. Cosecha	9
2.5. Aspectos generales del FitoMas-E.....	9
2.5.2. Almacenamiento, traslado y manejo del FitoMas-E	12
3. Materiales y métodos.....	13
3.1.1. Duración de fases fenológicas	14
3.1.2. Índices de crecimiento	14
3.1.3. Producción de materia seca	15
3.1.4. Rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha e índice de productividad foliar.....	16
3.1.5. Componentes del rendimiento agrícola, peso de 1000 achenos y rendimiento agrícola	16
3.2. Evaluación económica	17
3.3. Procesamiento estadístico	17
4. Resultados y discusión.....	18
4.1. Efecto del FitoMas-E sobre la duración de fases fenológicas.....	18
4.2. Efecto del FitoMas-E sobre índices de crecimiento	19

4.2.1. Efecto del FitoMas-E sobre la altura de la planta, número de hojas y diámetro del tallo.....	19
4.2.2. Efecto del FitoMas-E sobre el área foliar, índice de área foliar y potencial fotosintético	21
4.3. Efecto del FitoMas-E sobre la producción de materia seca.....	24
4.4. Efecto del FitoMas-E sobre el rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha e índice de productividad foliar.....	25
4.5. Efecto del FitoMas-E sobre los componentes del rendimiento agrícola, peso de 1000 aquenios y rendimiento agrícola.....	27
4.6. Evaluación económica	29
5. Conclusiones.....	31
6. Recomendaciones.....	32
7. Referencias bibliográficas	
8. Anexos	

Introducción



1. Introducción

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta anual, de gran adaptabilidad a las diferentes condiciones del suelo y clima. Es uno de los cuatro cultivos oleaginosos más importantes del mundo, ocupa el segundo lugar después de la soya y se le considera entre los diez cultivos de mayor impacto en el sector agroalimentario, capaz de producción como promedio 1.4 t ha⁻¹ y 380 L de aceite (Sánchez *et al.*, 2001).

Numerosas investigaciones permiten demostrar que las condiciones climáticas que se presentan en Cuba en la campaña de invierno, desde septiembre y hasta marzo, son favorables para el desarrollo del cultivo, lo que nos ubica la fecha de siembra del mismo en el período comprendido desde agosto hasta diciembre, siendo los meses de noviembre y diciembre los óptimos (Aleman, 2003).

En los últimos años y especialmente en Cuba, son muchos los bioestimulantes que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés en las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y el rendimiento con una disminución del uso de sustancias químicas. Así, se inicia el mercado de biopreparados dirigido a la bioestimulación de cultivos económicos, que se ha consolidado desde comienzos del siglo XXI, integrando el manejo sostenible de la producción vegetal (Dibut *et al.*, 2011).

El FitoMas-E es un derivado de la caña de azúcar, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), el mismo tiene como efectos aumentar y acelerar la germinación de las semillas gámicas y agámicas, estimula el desarrollo de raíces, tallos y hojas. Borges (2005), Hernández (2007) y Almenares (2007) han reportado el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E en condiciones de producción y han obtenido incrementos significativos el rendimiento de los cultivos estudiados.

Sin embargo, no se ha comprobado experimentalmente que con la aplicación de dosis hasta 2 L ha⁻¹ de FitoMas-E, se alcance el nivel de equilibrio en la respuesta agronómica del cultivo de girasol cv. CIAP JE- 94. De lo anterior se deriva que en la provincia de Villa Clara no están definidas las dosis óptimas de FitoMas-E que deben aplicarse al girasol para optimizar su productividad.

Las referencias anteriores conllevan a la siguiente hipótesis: *“La evaluación del efecto de diferentes dosis de FitoMas-E sobre la respuesta morfofisiológica y agronómica del girasol cv. CIAP JE-94, permitirá la comprobación experimental de las dosis óptimas que deben aplicarse a este cultivo”*.

Para comprobar la hipótesis se proponen los siguientes objetivos,

Objetivo general

Evaluar la respuesta morfofisiológica y agronómica del girasol cv. CIAP JE- 94 ante la fitoestimulación con FitoMas – E.

Objetivos específicos

1. Comparar la duración de fases fenológicas vegetativas y reproductivas del cultivo ante la aplicación de las dosis de FitoMas-E seleccionadas.
2. Calcular diferentes índices de crecimiento del girasol según la aplicación de las dosis de FitoMas-E.
3. Determinar indicadores de rendimiento en el cultivo seleccionado según diferentes dosis de FitoMas-E aplicadas.

Revisión Bibliográfica



2. Revisión bibliográfica

2.1. El cultivo del girasol en Cuba

Según Alemán (2003), en Cuba, la estrategia a seguir para satisfacer la necesidad humana de consumo de aceite vegetal se relaciona estrechamente con la expansión del cultivo del girasol (*H. annuus* L.). No obstante, para entender el problema de la productividad del girasol es necesario enfocarlo de una manera integral (Rezende *et al.*, 2002; Stocking, 2003; Jansson y Buckler, 2007; Lobell *et al.*, 2008).

Lo anterior se basa en que en las condiciones actuales, cuando no se dispone de aceite para la población, ni combustible para el riego, ni fertilizantes, ni productos fitosanitarios; el girasol se presenta como una alternativa viable (Alemán, 2003; Turhan y Baser, 2004; Smith *et al.*, 2009).

En Cuba, los primeros informes acerca de la utilización del girasol datan de 1930. Se reporta que fue sembrado por la Hershey Corporation para la explotación comercial, aunque después su siembra se redujo considerablemente. De acuerdo con Padilla (2006), a partir de esa fecha se incrementó la siembra de girasol en Cuba para la producción artesanal de aceite, en pequeña y mediana escala, fundamentalmente con las variedades Caburet 15, Cubasol 113 y Vinit, en un programa de siembra que podría alcanzar aproximadamente 25 000 ha en todo el país. En este aspecto, Alemán y Quintero (2002) reportan que aunque se ha sembrado en el país desde los años 30 con resultados por lo general satisfactorios, nunca ha logrado un nivel importante de superficie sembrada, por lo que sigue siendo un cultivo poco conocido.

A partir de la década del 60 del pasado siglo XX, se intentó la evaluación de nuevas variedades y se hicieron estudios agronómicos. Así, se lograron rendimientos en el orden de 1.59 t ha⁻¹ de grano para una variedad local, con pocos éxitos en las variedades introducidas (Suárez y Herrera, 1969; Padilla, 2006).

Simultáneamente, en la provincia de las Tunas se desarrolló un programa, asesorado por técnicos italianos, para la siembra de 6 700 ha de híbridos y variedades de girasol. En ese mismo período se introdujeron en el país cinco híbridos españoles, para su evaluación en las condiciones edafoclimáticas de Cuba (Padilla, 2006).

2.2. Características botánicas y fisiológicas del cultivo

Es una planta anual dicotiledónea de la familia *Asteraceae*, con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos. Su ubicación taxonómica es,

Reino- *Plantae*

División- *Magnoliophyta*

Clase- *Magnoliopsida*

Orden- *Asterales*

Familia- *Asteraceae*

Género- *Helianthus*

Especie- *H. annus*

El sistema radicular está formado por una raíz pivotante y un sistema de raíces secundarias de las que surgen las terciarias que exploran el suelo en sentido horizontal y vertical. Generalmente, la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo.

El tallo es de consistencia semileñosa y maciza en su interior, siendo cilíndrico y con un diámetro variable entre 2 y 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 140 cm y 200 cm, aunque existen cultivares que sobrepasan la misma. La superficie exterior del tallo es rugosa y vellosa, excepto en su base. En la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo.

Según Monsote *et al.* (2003), las hojas son muy grandes y con largos pecíolos. Los dos o tres pares de la base son opuestos y a partir del tercero o cuarto par son alternas. El color de las hojas varía desde verde oscuro al amarillo y su número oscila entre las 12 y 40 hojas en función de las condiciones del cultivo y la variedad.

Posee dos tipos de flores, liguladas y tubulosas, las cuales se agrupan en una inflorescencia en forma un capítulo terminal. Ambos tipos de flores se insertan en el receptáculo discoidal, las liguladas generalmente de color amarillo se disponen en la periferia semejando pétalos, mientras que las tubulosas, menos vistosas, se insertan más hacia el centro. El capítulo tiene un diámetro que varía entre 10 y 40 cm.

Es una planta típicamente alógama, en la cual la autofecundación se produce raras veces. La semilla del girasol contiene hasta un 52% de aceite de muy buena calidad,

por lo cual es uno de los cultivos oleaginosos más importantes del mundo. También es rico en contenido de vitaminas A, D y E (López *et al.*, 2008; Takeda y Matsuoka, 2008; Van Der Wouw *et al.*, 2010).

El área foliar y rendimiento están estrechamente correlacionados en cultivos de girasol de secano, existiendo además una correlación positiva entre el rendimiento final y el nivel de materia seca acumulado hasta la antesis, lo que está indicando la importancia de las condiciones climáticas durante el crecimiento vegetativo para el rendimiento final. El girasol se orienta hacia la luz gracias a la acumulación de una auxina (un regulador del crecimiento) en la parte sombreada del tallo, que crece más deprisa e inclina la planta hacia el sol (Mateos, 2004).

2.2.1. Características del cultivar CIAP JE-94

Según Alemán *et al.* (1999) el cultivar CIAP JE-94 ha sido seleccionado y estudiado en Cuba por su buena respuesta agronómica a partir de un material genético de nombre y origen desconocido procedente de Chile. Es un cultivar semi-tardío (100 – 115 días), porte medio (160 – 180 cm), cabezuela media (14 – 16 cm). Presenta buena adaptabilidad y estabilidad genotípica en condiciones ambientales diversas. El período de siembra es de agosto a enero y el óptimo de noviembre a diciembre. Presenta tolerancia al ataque de hongos de los géneros *Alternaria* y *Oidium*. Otras características son:

1. Ángulo de inserción de la hoja- 45°.
2. Número de aquenios por capítulo- 1 600.
3. % de aceite- 49.
4. Color del aquenio- blanco jaspeado en negro.
5. Distancia de siembra- 0.70 a 0.90 x 0.20 m de narigón.
6. Densidad de siembra- 4 – 5 plantas m⁻².
7. Rendimiento potencial experimental- 5.1 t ha⁻¹
8. Rendimiento agrícola- 1.0 – 2.5 t ha⁻¹

2.3. Fases fenológicas: su relación con las condiciones edafoclimáticas

Casi todas las escalas reportadas sobre la fenología del cultivo comprenden 4 estadios o fases principales (Cholaky *et al.*, 1983; Sarwar *et al.*, 2013):

1. Siembra - Emergencia.
2. Emergencia - Iniciación Floral.
3. Iniciación Floral - Floración.
4. Floración – Madurez Fisiológica.

La emergencia del girasol es dependiente de la temperatura del suelo. Tiene una capacidad germinativa hasta temperaturas entre 2 y 5° C, presentando mayor energía germinativa a temperaturas bajas (Pereira, 2003). Los suelos más recomendables para este cultivo son los de textura arcillo-arenosa con capa freática a no mucha profundidad, además es tolerante a suelos salinos. Debido a la capacidad que tiene esta planta para explorar horizontes en busca de agua, los suelos deben tener buena retención de agua, por tanto deben evitarse los suelos arenosos. La reacción del suelo (pH) más conveniente está entre 5.7 y 8.

A pH inferior a 5.7 puede haber una reducción en las disponibilidades de fósforo y boro. Zhao *et al.* (2006) reportan que por encima de 8 pueden incrementarse los niveles de sodio (Na) a niveles tóxicos y se reducen las disponibilidades de hierro (Fe) y manganeso (Mn). Una vez que se ha equilibrado la carga de aniones y cationes en la solución del suelo, los procesos de asimilación de nutrientes son más efectivos (Monar, 2008; Abrar y Singh, 2010; Nasim *et al.*, 2012; Osman *et al.*, 2012).

Las diferencias en cuanto a la aparición de hojas, fecha de floración y a la duración de las fases de crecimiento y desarrollo son atribuidas al fotoperiodo. Dentro de los procesos que van a afectar la formación de hojas, aparte de los factores genéticos, juegan un rol importante las condiciones del medio tales como temperatura, luz y nutrientes, principalmente nitrógeno. Al incrementarse la temperatura, la tasa de aparición de las hojas se incrementa. Durante la fase reproductiva el fotoperiodo deja de tener influencia y comienza a tener importancia la intensidad y la calidad de la luz, por tanto un sombreado en plantas jóvenes produce un alargamiento del tallo y reduce la superficie foliar (Hvarleva *et*

al., 2007; Méndez, 2008). A su vez, la temperatura es un factor de gran importancia en la tasa de formación del área foliar o velocidad de desarrollo vegetativo.

Según Vranceanu (1997) la formación y proceso de llenado de los aquenios constituyen dos fases distintas cuya duración depende en gran medida de la temperatura y disponibilidad hídrica. En la primera fase, paralelamente con la formación y desarrollo de los aquenios, tiene lugar la acumulación intensa del aceite y la estabilización del mismo, mientras que en la segunda se intensifica el proceso de llenado, aumentando el peso y tamaño de los aquenios, mientras que el contenido relativo de aceite permanece aproximadamente al mismo nivel.

El cultivo tolera temperaturas extremas, considerándose como insensible al fotoperiodo lo que le permite adaptarse a diversas condiciones ambientales (Ribeiro *et al.*, 2007). No obstante, temperaturas altas, superiores a 30 o 35° C durante la antesis, reducen la viabilidad del polen, de modo que en la fase de floración sería la principal causa en la reducción del porcentaje de aquenios formados aún en genotipos altamente compatibles. Es importante tener en cuenta que las abejas reducen drásticamente sus vuelos con temperaturas inferiores a 10° C y superiores a 38° C y la polinización es escasa con temperaturas de 13 a 15° C aun tratándose de colonias apícolas bien constituidas. Este cultivo es exigente a la radiación solar, la cual aprovecha muy bien por tener una elevada tasa de asimilación neta (TAN).

Villarroel (1989) explica que esta especie tolera prolongados períodos de sequía y para desarrollarse requiere de 400 a 450 mm de lluvia durante su ciclo vegetativo que dura de 100 a 120 días. Lo más conveniente es que la mayor parte de las precipitaciones ocurra desde la siembra hasta la floración. Sin embargo, lluvias excesivas durante este período pueden afectar la fecundación, lo cual ocasiona la producción de aquenios vanos y/o de bajo contenido de aceite. Durante el período de pre-madurez se requiere menor cantidad de lluvias para una mejor formación de aquenios y síntesis del aceite. Durante la madurez fisiológica del cultivo es conveniente un período seco para evitar la incidencia de enfermedades.

2.4. Aspectos agrotécnicos del cultivo del girasol

2.4.1. Época de siembra

Lo más importante es la siembra en la época adecuada, según la zona, ya que a medida que se atrasa la fecha de siembra el girasol acorta su ciclo, lo que disminuye no solo el rendimiento en aquenios, sino también el contenido de aceite (Tang *et al.*, 2003; Casini, 2010).

Alemán (2001) refiere que la fecha de siembra óptima de girasol en Cuba es del 15 de noviembre al 15 de diciembre, ya que el cultivo se desarrolla en condiciones de temperaturas frescas y en el momento de cosecha presenta poca afectación por lluvias. Atrasos en la fecha de siembra del girasol producen pérdidas de rendimiento y contenido de aceite, asociados básicamente al acortamiento del período vegetativo.

2.4.2. Profundidad de siembra y densidad de población

La profundidad de siembra depende del tipo de suelo, suelto o compacto y de la humedad que tenga. En suelos sueltos se profundiza hasta 7 – 8 cm, en cambio en los suelos compactos no conviene sobrepasar de los 4 – 5 cm. Siempre que la semilla se encuentre en contacto con la humedad del suelo, será recomendable sembrar lo más superficialmente posible para facilitar la rápida emergencia de la planta (Kaewmeechai y Potan, 1996). La cantidad de semilla suele oscilar entre 5 y 6 kg ha⁻¹, con una distancia de 70 cm entre hileras y de 30 a 35 cm entre plantas de una hilera. No obstante, a nivel internacional existe discrepancia sobre los resultados obtenidos bajo diferentes condiciones. Puede notarse como tendencia general, que poblaciones excesivas, producto de distancias muy cortas tanto entre hileras como entre plantas, son contraproducentes por su efecto negativo sobre los principales componentes de rendimiento. Al respecto Cholaky *et al.* (1983) argumentan que la población de plantas en cultivares de girasol va a afectar directamente los diámetros del tallo y la inflorescencia de modo que las altas poblaciones provocan una marcada disminución de ambos. A su vez los componentes del rendimiento se ven afectados por la densidad de población. Tanto el número de aquenios por capítulo como el peso unitario de los mismos disminuyen sensiblemente en altas densidades de población.

2.4.3. Cosecha

La cosecha puede comenzar cuando el cultivo tiene 16% de humedad o aún más, pero lo conveniente es entre 11% y 13%. Puede llevarse a cabo en forma manual o en forma mecanizada y los costos que implica una u otra forma, varían considerablemente. Se cortan los capítulos y los tallos a ras del suelo, para obtener el peso de la materia seca de inmediato, posteriormente se ponen a secar los capítulos y se obtiene el grano al que se le determina el porcentaje de aceite. Leiter (2003) reporta que si se tienen en cuenta las pérdidas que se producen por daños ocasionados por las aves a los 35 días de antesis y los discretos aumentos en el contenido de aceite de los aquenios entre los 28 y 35 días, habría que considerar en cada caso la conveniencia de cosechar a los 28 o dejar pasar siete días para ello.

Actualmente la peor plaga que ataca al cultivo del girasol en Cuba son las aves, observándose daños de hasta un 20 – 30% de los rendimientos totales, atacando al cultivo en las fases finales de su ciclo provocando grandes afectaciones, por lo que se recomienda cosechar los capítulos antes de estar completamente secos para evitar mayores pérdidas.

2.5. Aspectos generales del FitoMas-E

El FitoMas-E es un fitoestimulante obtenido como derivado de la industria azucarera cubana, producido a base de sustancias bioquímicas de alta energía, propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos. Este producto fue creado y desarrollado por el Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA), en el marco de los proyectos de investigaciones del Ministerio del Azúcar (Montano *et al.*, 2007).

En base a lo anterior Pérez *et al.* (2007) y Martínez-Plácido *et al.* (2013) refieren que el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA), investiga estos productos desde hace aproximadamente diez años y estos se han introducido en la práctica comercial a partir del año 2001. Dentro de este gran grupo, el FitoMas-E clasifica como uno de los bionutrientes de mayor interés por sus probadas potencialidades y su creciente diversificación en escenarios productivos.

2.5.1. Principales características del FitoMas-E

FitoMas-E, según los criterios de Montano (2008) 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, formuladas como una suspensión acuosa que se debe agitar antes de su utilización (Tabla 1).

Tabla 1. Composición del FitoMas-E

Componente	g L ⁻¹	% Peso/ Peso
Extracto orgánico	150	13
N total	55	4.8
K ₂ O	60	5.2
P ₂ O ₅	31	2.7

El propio autor refiere que este bionutriente no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticas o asociados, de ninguna clase. Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal.

Se recomienda su uso mediante aplicaciones foliares (Vera, 2002; Mariña, 2010). Puede aplicarse directamente al área foliar de la planta, así como en sistemas de fertirriego durante cualquier fase fenológica de un cultivo, independientemente de la parte del vegetal que constituya el interés económico de la cosecha. Se aplica en dosis desde 0.1 a 2.0 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 cuando se aplica por riego las dosis pueden ser del orden de los 5 L ha⁻¹. 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 la 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. La frecuencia es variable, aunque una sola aplicación durante el ciclo suele ser muy efectiva.

FitoMas-E no es fitotóxico y se puede mezclar con la mayoría de los agroquímicos de uso corriente, aunque se debe probar previamente si no se tiene experiencia. Es un producto natural, antiestrés que estimula y vigoriza las plantas desde la germinación hasta la fructificación. Se recomienda su uso mediante aplicaciones foliares (Vera, 2002; Mariña, 2010).

Entre los efectos más significativos se señala que aumenta y acelera la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas, estimula el desarrollo de raíces tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y cuajado de los frutos, frecuentemente reduce el ciclo del cultivo, potencia la acción de los herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir la dosis recomendada, acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha, ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades y plagas (Montano, 2008).

Masotó (2004) reporta que el empleo de dosis óptimas del Fitomas-E propicia el intercambio suelo-planta de sustancias útiles, con lo que se incrementa la población microbiana autóctona, simbiótica y asociada, en la zona de la rizosfera y facilita la producción natural de hormonas y otras sustancias esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Borges (2005), Hernández (2007) y Almenares (2007) han reportado el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E en condiciones de producción y han obtenido incrementos significativos el rendimiento de los cultivos estudiados.

Desde su aparición en la agricultura cubana el bionutriente FitoMas-E ha llamado poderosamente la atención por sus marcadas propiedades antiestrés (Montano *et al.*, 2003; Montano *et al.*, 2007), puestas de manifiesto en las más disímiles situaciones relacionadas con la influencia de factores bióticos y abióticos adversos. La inducción de respuestas fisiológicas adecuadas ha evitado los daños que normalmente afectan a los cultivos estresados (Restrepo *et al.*, 2000).

2.5.2. Almacenamiento, traslado y manejo del FitoMas-E

Se almacena en los lugares habituales, no requiere condiciones especiales. Debe evitarse el contacto y transporte junto con alimentos. Para su empleo en el campo son suficientes los procedimientos comunes a este tipo de operación. FitoMas-E no es tóxico a los animales ni a las personas a las dosis de empleo. En caso de vertimiento del formulado se debe diluir con suficiente agua, el producto desaparece en poco tiempo debido a que es metabolizado por los organismos vegetales y animales del medio. El producto permanece sin alteración por dos años después de la fecha de fabricación como mínimo. Ha sido registrado en el Registro de Plaguicidas del MINAGRI y se está en espera del otorgamiento del Registro de Fertilizantes (Montano, 2008).

Materialles y Métodos



3. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el área experimental de granos ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, provincia de Villa Clara. El experimento se llevó a cabo durante el periodo poco lluvioso que incluyó los meses de diciembre 2014 a abril 2015. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas por tratamiento. Las parcelas experimentales tuvieron un área de 24 m², con 6 m de largo por 4 m de ancho (Anexos).

Se utilizó el cultivar de girasol CIAP JE- 94. La siembra se efectuó de forma manual sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado, según la nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999). El marco de siembra utilizado fue de 0.90 m x 0.30 m y se depositaron dos semillas por nido, a una profundidad de 0.05 m aproximadamente. Se realizó un raleo a los siete días de la emergencia, conservándose la distancia entre plantas establecida.

Se realizó el control mecánico de plantas arvenses en el momento necesario y se emplearon tres tratamientos:

- 1- Control (dosis 2 L ha⁻¹) según Montano, 2008.
- 2 – FitoMas-E (dosis 2.5 L ha⁻¹) según Montano, 2008.
- 3 – FitoMas-E (dosis 3 L ha⁻¹) según Montano, 2008.

La aplicación del FitoMas-E se hizo sobre el follaje en horas tempranas de la mañana para atenuar los efectos de la velocidad del viento. Se aplicó dos veces durante el ciclo del cultivo a los 35 y 55 días después de la emergencia respectivamente, con una solución final de 300 L ha⁻¹. Se utilizó una mochila manual Matabi de 16 L de capacidad, con boquilla de inundación (flood – jet) Lurmark AN 2.5, con presión de 1.5 a 2.0 bar, según los parámetros técnicos de la misma.

3.1. Evaluaciones realizadas

3.1.1. Duración de fases fenológicas

Se determinó la duración de algunas fases fenológicas vegetativas y reproductivas en el cultivo (Tabla 2), de las descritas por Trapani *et. al.* (2004), desde la emergencia (VE) hasta la madurez fisiológica (R9), para lo cual se observaron las plantas, dos veces por semana en cada réplica, anotándose el estado de desarrollo en que se encontraban las mismas.

Tabla 2. Fases fenológicas a evaluar en el cultivo.

Fases	Descripción
VE	Emergencia.
V6	Formación de 6 hojas verdaderas.
R1	Iniciación floral.
R2	Diferenciación del receptáculo.
R5.1	Floración (10%).
R5.5	Floración (50%).
R6	Floración completa.
R7	El envés del capítulo comienza a colorearse amarillo pálido.
R9	Madurez fisiológica.

3.1.2. Índices de crecimiento

Los índices de crecimiento se evaluaron en las fases fenológicas V6, R1, R5.1 y R6:

- 1) *Altura de la planta*, se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice o la base del capítulo según el momento de evaluación. Se empleó una regla milimetrada.
- 2) *Número de hojas activas*, a partir de R1 se contaron las hojas hasta la fase fenológica en que el número de estas se mantuvo constante (R6).
- 3) *Diámetro del tallo*, se midió en el tercer nudo con el empleo de un pie de Rey.

4) *Área foliar* se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$AF = \sum (L \times A) \times F$$

L- Longitud del limbo foliar;

A- Ancho del limbo foliar en la zona media;

F- Factor= 0.6683 (Espinosa, 1991).

5) *Índice de Área Foliar (IAF)*, corresponde a la superficie foliar que cubre una determinada extensión de suelo en la cual se desarrolla el cultivo y permite tener una idea de la zona fotosintetizante potencialmente apta para captar la radiación solar incidente. Se determinó mediante la fórmula:

$$IAF = \frac{AF}{A},$$

AF: Área Foliar total de la planta; A: Área vital de la planta

6) *Potencial Fotosintético (PF)*, es la superficie de AF de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta ($\text{cm}^2 \text{ d}^{-1}$). Se calculó a partir de la sumatoria de los resultados obtenidos en tres intervalos (V6 – R1, R1 – R5.1, R5.1 – R6). Se utilizó la fórmula:

$$PF = \sum \frac{AF_{i1} - AF_{f1}}{2} t_{i1f1} + \frac{AF_{f2} - AF_{i2}}{2} t_{i2f2} + \frac{AF_{f3} - AF_{i3}}{2} t_{i3f3}$$

AF_i- Área foliar inicial; AF_f- Área foliar final; t_i- tiempo inicial; t_f- tiempo final.

3.1.3. Producción de materia seca

Acumulación de materia seca en los diferentes órganos. La materia seca de los diferentes órganos de la planta se determinó con el empleo de una estufa MERMERT con tiro forzado de aire a 65 °C, hasta obtener peso constante. Se procedió al pesaje de las muestras en la balanza descrita anteriormente.

3.1.4. Rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha e índice de productividad foliar

Rendimiento biológico (RB). Se tomó la acumulación de materia seca total de la parte vegetativa y se sumó a la de los órganos reproductivos presentes en la planta en la madurez de cosecha. Se utilizó una balanza de precisión y una estufa a 65 °C hasta obtener peso constante.

Rendimiento económico (RE). Es la producción de materia seca del fruto agrícola (aquenios) por planta.

Índice de Productividad Foliar (IPF), es el peso del fruto agrícola (aquenios) producido por unidad de área de limbo foliar por día. Se calculó mediante la fórmula:

$$IPF = \frac{PSF}{PF} = g \text{ cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$$

PSF: Peso Seco del Fruto agrícola (g);
PF: Potencial Fotosintético

Índice de Cosecha (IC). Indica la relación entre la materia seca total producida por la planta y la materia seca acumulada en el fruto agrícola. Se utilizó la fórmula:

$$IC = \frac{RE}{RB}$$

3.1.5. Componentes del rendimiento agrícola, peso de 1000 aquenios y rendimiento agrícola

En el momento de cosecha se evaluaron los siguientes componentes del rendimiento agrícola: diámetro del capítulo, diámetro de la zona improductiva, número de aquenios por capítulo, peso de aquenios por capítulo, peso de aquenios por planta (g) y el peso de 1000 aquenios (g).

Se calculó el rendimiento agrícola a partir del rendimiento promedio de cada parcela experimental según tratamiento y se estimó para 1 ha, expresándose en t ha⁻¹.

3.2. Evaluación económica

Se realizó una evaluación económica a partir de los datos de gastos materiales y mano de obra, mediante un estimado económico del proceso de producción y el rendimiento agrícola en base a:

1. Costo de producción (Cp): gastos incurridos durante el proceso productivo.
2. Valor de la producción (Vp): beneficios que se obtienen de la comercialización del producto.
3. Efectividad Económica (E): diferencia entre el valor de la producción y costo de producción: $E = Vp - Cp$

Se detallaron los recursos necesarios para el montaje y evaluación del experimento de campo, especificando las cantidades necesarias y el costo de cada uno (Tabla 3). Los costos totales se calcularon en función de los recursos materiales, de los recursos humanos y de la cantidad de horas empleadas, según las actividades realizadas.

Tabla 3. Costo unitario de los recursos materiales utilizados

Recursos	Unidad	Costo por unidad (\$)
Semillas	kg	4.50
FitoMas-E	L	2.50

3.3. Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico de los resultados, se utilizó el paquete estadístico *STATGRAPHICS CENTURION XV-II* del 2006, aplicándose análisis de varianza simple (ANOVA), con la prueba de comparación de medias de Tukey HSD, previa comprobación de la homogeneidad de varianza.

Resultados y Discusión



4. Resultados y discusión

4.1. Efecto del FitoMas-E sobre la duración de fases fenológicas

La emergencia del cultivo (VE) ocurrió a los 5 días de la siembra. Después de la primera aplicación de FitoMas-E a los 30 días después de VE, se observaron cambios fisiológicos y morfológicos en las plantas en cada una de las fases fenológicas evaluadas, que incluyen procesos determinados genéticamente y que son influenciados por el ambiente (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto del FitoMas-E sobre la duración de fases fenológicas

Tratamiento	VE	V6	R1	R2	R5.1	R5.5	R6	R7	R9
Control (2 L ha ⁻¹)	5	42	59	62	67	76	88	102	117
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	5	44	61	67	74	85	98	113	127
FM-E (3 L ha ⁻¹)	5	46	64	69	75	86	99	115	128

Se determinó que la aplicación de FitoMas-E influyó en la transición de las etapas vegetativas (V6) a las etapas reproductivas, observándose una mayor duración de estas en la misma medida en que se incrementaron las dosis. En base a lo anterior, las plantas del tratamiento Control acortaron los días para alcanzar la madurez fisiológica (R9) con relación a los otros dos tratamientos.

El crecimiento y desarrollo del girasol, al igual que el de otros cultivos, es un proceso continuo donde hay superposición de eventos. Cuando se inició la fase reproductiva (R1), el tallo en su parte superior, formó una dilatación en forma de disco, rodeado por brácteas, en el que se insertan las flores. A partir de esta diferenciación del botón floral se determinó que se mantuvo el incremento del número de días observado en V6 en la misma medida en que aumentaron las dosis de 2 L ha⁻¹ a 3 L ha⁻¹.

Al arribar a R5.1 se diferenciaron las flores y se definió el número potencial de aquenios del capítulo. Las condiciones de temperatura del periodo poco lluvioso en que se desarrolló el experimento, contribuyeron al aumento de la tasa de diferenciación floral, y a que se acortara el tiempo durante el que tuvo lugar este proceso. Entre R6 y R9 se promueve la acumulación de carbohidratos, ácidos grasos y proteínas en los aquenios, lo cual define el peso de los mismos y su porcentaje de aceite.

4.2. Efecto del FitoMas-E sobre índices de crecimiento

4.2.1. Efecto del FitoMas-E sobre la altura de la planta, número de hojas y diámetro del tallo

La altura de la planta por la relación con la cobertura del suelo y la habilidad para interceptar energía y competir con las plantas indeseables, es una característica de interés agronómico. En la fase V6 no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo en R1, R5.1 y R6, los tratamientos de 2.5 L ha⁻¹ y 3 L ha⁻¹ presentaron diferencias estadísticas con relación al control, sin embargo sus resultados fueron semejantes entre sí (Figura 1).

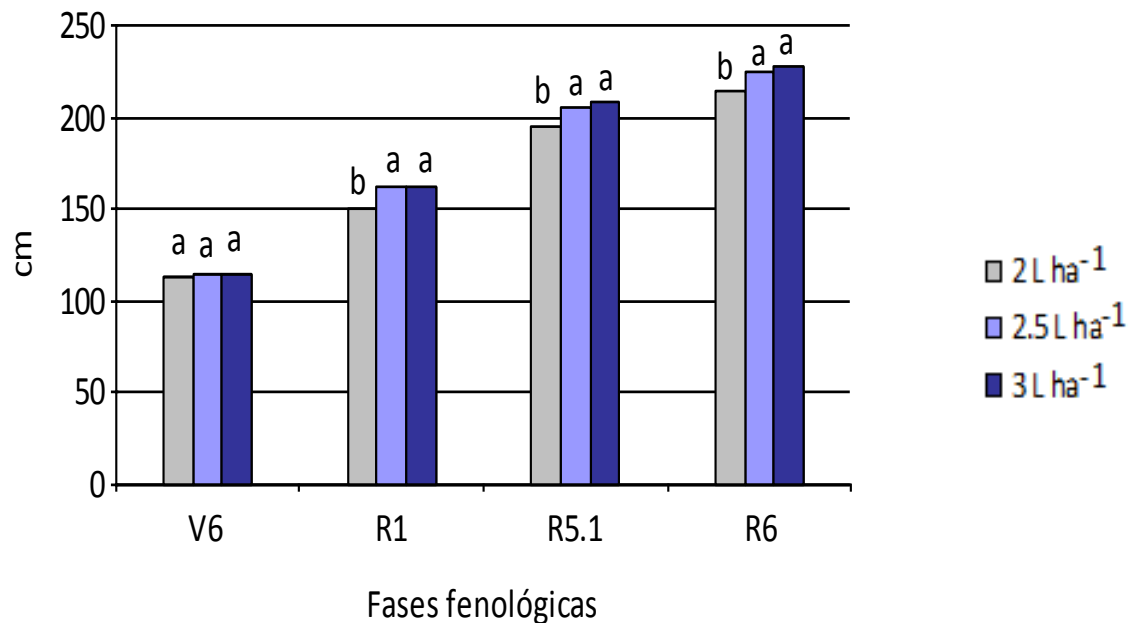


Figura 1. Altura de la planta según dosis de FitoMas-E

* Medias con letras no comunes en igual fase difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

En todos los tratamientos, a medida que se incrementaron las dosis de FitoMas-E las respuestas fueron mayores, alcanzándose la máxima altura en R6. La diferencia de altura de las plantas del Control con relación a las dosis de 2.5 y 3 L ha⁻¹ fue de 10 a 13 cm en las fases R1, R5.1 y R6.

Estos resultados se corresponden con Sarwar *et al.* (2013), que refieren que estas diferencias se deben a la variabilidad de la dosis del promotor de crecimiento en combinación con las características genéticas del cultivar de girasol. A su vez, Bakht *et al.* (2006) observó diferencias significativas en la altura de las plantas de varios híbridos de girasol cuando empleó diferentes dosis de un promotor.

En cuanto al número de hojas y el diámetro del tallo también se observaron semejanzas estadísticas en los momentos de evaluación seleccionados (Tabla 6). En cada una de las evaluaciones el mayor número de hojas correspondió a las plantas que estaban bajo el tratamiento de FitoMas-E a razón de 3 L ha⁻¹. No obstante, excepto en la evaluación realizada en R1 donde las plantas del tratamiento control mostraron diferencias estadísticas con los demás, en las otras evaluaciones se observaron semejanzas estadísticas significativas. En sentido general, es importante significar que aunque se observaron ciertas diferencias desde el punto de vista estadístico, desde el punto de vista agronómico no son tan notables. El ritmo de emisión foliar fue mayor entre R1 y R5.1 para todos los tratamientos.

Tabla 6. Efecto de las dosis de FitoMas-E sobre el número de hojas y el diámetro del tallo

Tratamiento	NH			DT (cm)			
	R1	R5.1	R6	V6	R1	R5.1	R6
Control (2 L ha ⁻¹)	18 b	26 ab	28 ab	2.72 b	3.02 ab	3.66 ab	5.21 a
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	20 ab	26 ab	29 a	2.86 ab	3.05 a	3.69 a	5.24 a
FM-E (3 L ha ⁻¹)	21 a	27 a	29 a	2.92 a	3.08 a	3.69 a	5.24 a
E.E (ȳ)±	0.88	0.33	0.33	0.06	0.02	0.01	0.01

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Leyenda- NH- número de hojas activas; DT- diámetro del tallo; FM-E- FitoMas-E

En correspondencia con Monsote *et al.* (2003) su número no sobrepasó las 40 hojas, lo cual está dado en función de las condiciones en que se desarrolla el cultivo y las características propias del cultivar. A su vez, Ramos y Martínez (2007) refieren que el efecto del FitoMas-E contribuye al incremento del número, ancho y longitud de las hojas activas producidas por el cultivo, lo que pronostica una mayor actividad fotosintética y por tanto una mayor síntesis de sustancias y materia seca, lo que influye positivamente en los componentes del rendimiento agrícola.

En el diámetro del tallo se observó un patrón de respuesta similar al de la formación de hojas, dado que en cada uno de los momentos de evaluación los mayores valores se observaron en el tratamiento de FitoMas-E a razón de 3 L ha⁻¹. Por otra parte, en R6 no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos de FitoMas-E. Con relación al aspecto morfológico el tallo no varió en cuanto a la forma cilíndrica, rugosa y vellosa en ninguno de los tratamientos; a su vez el diámetro se mantuvo en el rango de 2 a 6 cm, que de forma general ha sido reportado para este cultivo.

Estos resultados se corresponden con lo referido por López y Vera (2003), Ramos y Martínez (2007), Martínez-Plácido *et al.* (2013), que con la aplicación de dosis de FitoMas-E en otros cultivos, obtuvieron incrementos significativos en las variables de crecimiento evaluadas con relación al tratamiento Control.

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 *et al.* (2007) y Montano (2008) respecto a que este producto activa o estimula las funciones fisiológicas de la planta, y que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

4.2.2. Efecto del FitoMas-E sobre el área foliar, índice de área foliar y potencial fotosintético

En la Figura 2 se observa que con relación al área foliar, no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguna de las evaluaciones realizadas. En todos los tratamientos los máximos valores de área foliar se mostraron en la fase de R6.

Entre el momento inicial (V6) y el momento final (R6) de evaluación, el incremento promedio en este índice fue mayor en las plantas con aplicación de FitoMas-E a razón de

3 L ha⁻¹ con 4 415.80 cm², seguido del tratamiento de FitoMas-E a razón de 2.5 L ha⁻¹ con 4 415.44 cm², mientras que en las plantas del tratamiento Control fue de 4 412.73 cm². Estas diferencias de incremento no fueron notables ni desde el punto de vista estadístico, ni práctico.

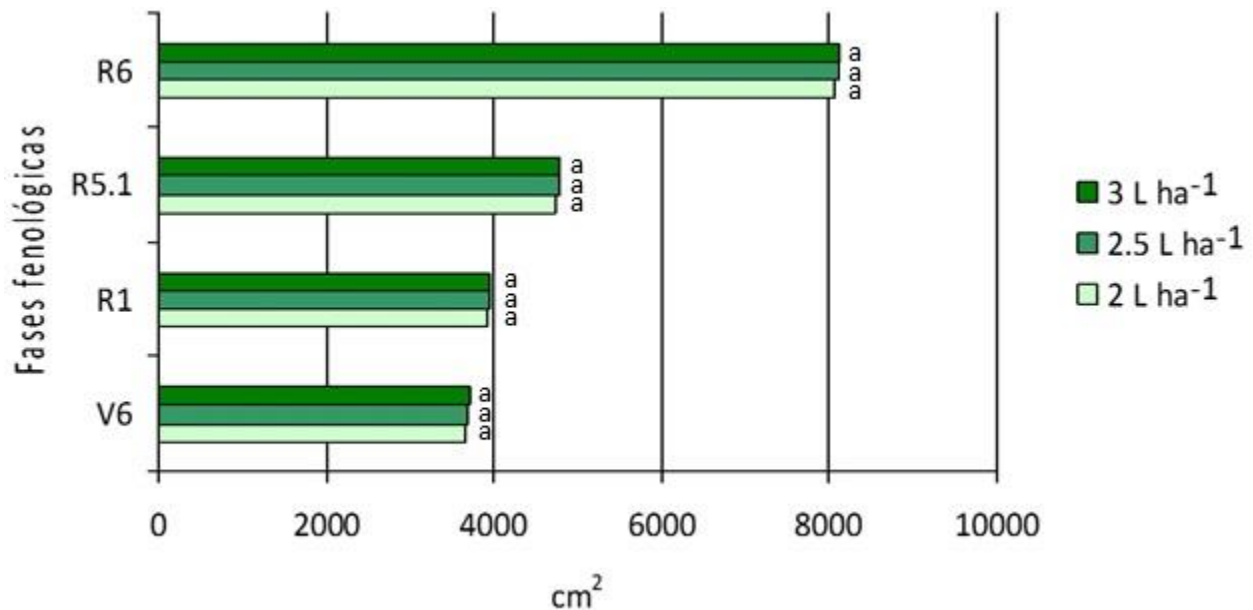


Figura 2. Efecto del FitoMas-E sobre el área foliar del girasol cv. CIAP JE-94

* Medias con letras no comunes en igual fase difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Al respecto Rincón *et al.* (1997) reportan las importantes implicaciones que tiene la cantidad de área foliar que posee una planta para su crecimiento y producción de materia seca, así como para su persistencia, ya que determina una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento.

En el índice de área foliar (IAF), no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, no obstante los menores valores se observaron en el tratamiento Control. Entre el momento inicial y final de evaluación (V6; R6 respectivamente), el incremento promedio en el IAF fue similar en cada uno de los tratamientos con valores de 1.63 para el Control y de 1.64 para las dosis de 2.5 y 3 t ha⁻¹ (Tabla 7).

Los resultados coinciden con lo referido por Rincón y Silva (1992), respecto a que los cultivos anuales inician la acumulación de área foliar a partir de la emergencia, en la cual la intercepción de la radiación es casi 0, pero el IAF se incrementa y eventualmente intercepta la mayoría de la radiación foliar.

Tabla 7. Efecto del FitoMas-E sobre el índice de área foliar

Tratamiento	IAF			
	V6	R1	R5.1	R6
Control (2 L ha ⁻¹)	1.36 a	1.45 a	1.76 a	2.99 a
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	1.37 a	1.46 a	1.77 a	3.01 a
FM-E (3 L ha ⁻¹)	1.37 a	1.46 a	1.77 a	3.01 a
E.E (ȳ)±	0.00	0.00	0.00	0.01

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Leyenda- IAF- índice de área foliar; PF- potencial fotosintético; FM-E- FitoMas-E

En el potencial fotosintético la respuesta obtenida está en correspondencia con la mayor o menor superficie foliar que presentaron las plantas en los distintos tratamientos y momentos de evaluación (Figura 3).

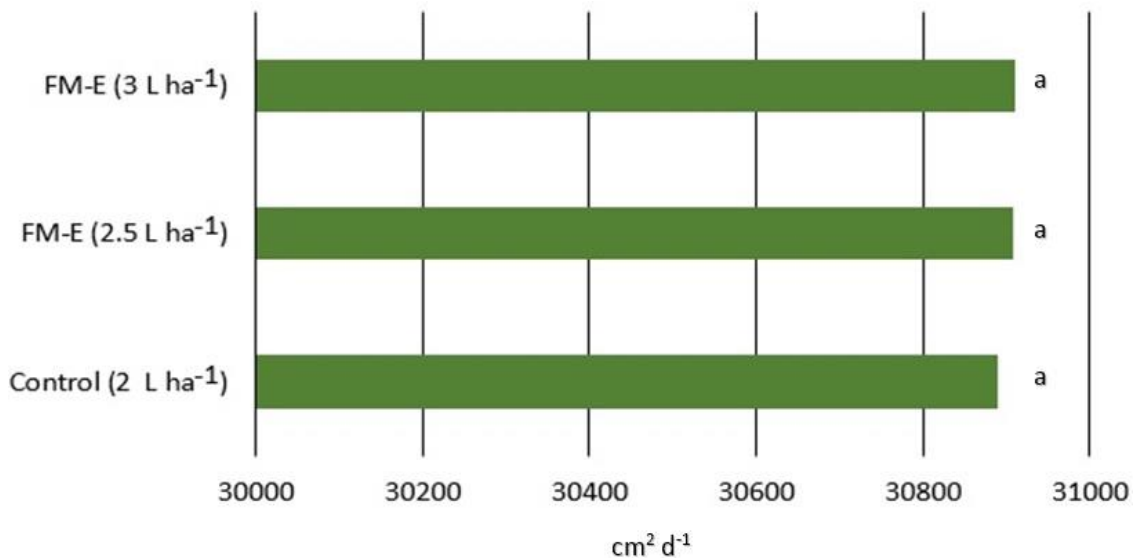


Figura 3. Efecto del FitoMas-E sobre el potencial fotosintético del girasol cv. CIAP JE-94

* Medias con letras no comunes en igual dosis difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

4.3. Efecto del FitoMas-E sobre la producción de materia seca

En la acumulación de materia seca en los diferentes órganos se evidenciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Se obtuvo un patrón de respuesta similar en raíces, tallo y hojas en cuanto que los máximos valores correspondieron a las plantas bajo el tratamiento de 3 L ha⁻¹, mientras que los menores valores se obtuvieron en el control.

Las diferencias estadísticas no fueron tan significativas entre las plantas bajo las dosis de 2.5 L ha⁻¹ y 2 L ha⁻¹ del control. Entre la fase de V6 y R6, en la medida en que se aumenta la dosis aplicada la materia seca producida por el cultivo se incrementa en las raíces en 41%, 56%, 56%; en el tallo en 49%, 51%, 55%, y en las hojas en 48%, 49%, 50%, para el Control, FitoMas-E a razón de 2.5 L ha⁻¹ y FitoMas-E a razón de 3 L ha⁻¹ respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto del FitoMas-E sobre la acumulación de materia seca en los diferentes órganos

Tratamiento	Raíz			Tallo			Hojas		
	V6	R1	R6	V6	R1	R6	V6	R1	R6
Control (2 L ha ⁻¹)	18.6a	21.8 b	33.4ab	25.4b	38 b	52.3 b	20.7bc	31.2bc	42.8b
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	19.3a	23.2ab	34.6 a	27.6a	38.7b	53.6ab	21.8 b	32.8 b	44 ab
FM-E (3 L ha ⁻¹)	19.7a	24 a	35 a	27.8a	39.5a	54.2 a	23 a	34 a	45.5a
E.E (ȳ)±	0.32	0.64	0.48	0.77	0.43	0.56	0.66	0.81	0.78

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Leyenda- FM-E- FitoMas-E.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Vázquez *et al.* (2006) y por Almenares (2007) que obtuvo que las plantas tratadas con FitoMas-E incrementan el % de peso seco de las raíces entre 6% y 18%, lo cual implica que con raíces más funcionales se garantiza un desarrollo más integral del cultivo lo cual, redundará en un mayor rendimiento, produce plantas más sanas y resistentes.

4.4. Efecto del FitoMas-E sobre el rendimiento biológico, rendimiento económico, índice de cosecha e índice de productividad foliar

En el rendimiento biológico (RB) no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, no obstante los mayores valores correspondieron al tratamiento con FitoMas-E a razón de 3 L ha⁻¹ con 329.76 g (Figura 4).

Estos resultados evidencian el efecto que ejerce este bionutriente sobre el RB. Aunque el cultivo demanda condiciones específicas de manejo, todas las plantas se beneficiaron con la aplicación del FitoMas-E que acelera el crecimiento, incluyendo la floración y desarrollo de la semilla, por tanto complementa la expresión del rendimiento agrícola del cultivo, mejora la calidad de la cosecha, lo que resulta en el incremento del contenido de proteína y aceite en la semilla.

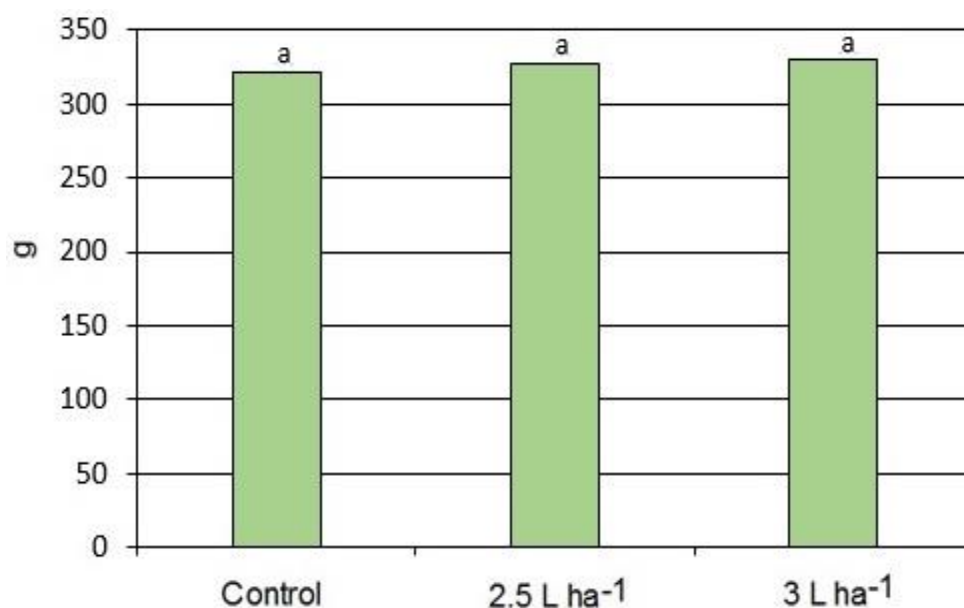


Figura 4. Efecto del FitoMas-E sobre el rendimiento biológico del girasol cv. CIAP JE-94

* Medias con letras no comunes en igual dosis difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

En el cultivo del girasol el rendimiento económico (RE) se corresponde con los valores del peso seco de aquenios, dado que los mismos constituyen el fruto agrícola y por tanto es en estos donde se encuentra su valor desde el punto de vista económico.

Los resultados obtenidos en el RE no mostraron diferencias estadísticas entre la dosis de 2.5 y 3 L ha⁻¹, no obstante las plantas bajo el tratamiento de dosis de 2 L ha⁻¹ mostraron semejanzas con ambos tratamientos (Tabla 8).

Al respecto, en la etapa de cosecha, la acumulación de materia seca está concentrada principalmente en los aquenios, cuyo peso por planta indica la producción individual que se obtiene en cada cultivar. En el índice de cosecha (IC) no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. En cuanto al índice de productividad foliar (IPF) no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 8. Efecto del FitoMas-E sobre el rendimiento económico, índice de cosecha e índice de productividad foliar

Tratamiento	RE (g)	IC	IPF (g cm ⁻² d ⁻¹)
Control (2 L ha ⁻¹)	54.65 ab	0.17 a	0.002 a
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	55.30 a	0.17 a	0.002 a
FM-E (3 L ha ⁻¹)	56.25 a	0.17 a	0.002 a
E.E (ȳ)±	0.47	0.00	0.00

* **Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)**

Leyenda- RE- rendimiento económico; IPF- índice de productividad foliar; FM-E- FitoMas-E

Estos resultados evidencian que el FitoMas-E actúa positivamente en cualquier dosis, lo cual coincide con lo reportado por López y Vera (2003) y Arozarena (2005), cuando investigaron los efectos de la aplicación de este producto a diferentes cultivos.

4.5. Efecto del FitoMas-E sobre los componentes del rendimiento agrícola, peso de 1000 aquenios y rendimiento agrícola

En la Tabla 9 se muestran los resultados de los componentes del rendimiento agrícola. El valor máximo del diámetro del capítulo se observó en el tratamiento con FitoMas-E a razón de 3 L ha⁻¹ con un valor de 21.25 cm, el cual no mostró diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos.

En cuanto al diámetro de la zona improductiva el mayor valor correspondió a las plantas bajo el tratamiento con FitoMas-E a razón de 2.5 L ha⁻¹ con 4.92 cm, mientras que en el tratamiento Control se observó el menor valor, no obstante tampoco hubo diferencias significativas entre estos tratamientos.

En el número de aquenios por capítulo y en el peso de aquenios por capítulo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que los resultados obtenidos en los componentes del rendimiento agrícola indicaron que estas dosis de FitoMas-E no influyeron en los mismos.

Tabla 9. Efecto del FitoMas-E sobre los componentes del rendimiento agrícola

Tratamiento	DC	DZI	NAC	PAC (g)
	(cm)			
Control (2 L ha ⁻¹)	20.02 a	4.85 a	1 676 a	65.45 a
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	21.05 a	4.92 a	1 685 a	66.55 a
FM-E (3 L ha ⁻¹)	21.25 a	4.90 a	1 696 a	67.25 a
E.E (ȳ)±	0.38	0.02	5.79	0.52

* Medias con letras no comunes en la misma columna difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Leyenda- DC- diámetro del capítulo; DZI – diámetro de la zona improductiva; NAC- número de aquenios por capítulo; PAC- peso de aquenios por capítulo; FM-E- FitoMas-E.

En la figura 3 se observa que los resultados obtenidos con el producto FitoMas-E en la dosis de 3 L ha⁻¹ no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos, en cuanto al peso de 1 000 aquenios y el rendimiento agrícola (Figura 5).

En general los resultados obtenidos en el rendimiento agrícola y sus componentes, coinciden con los reportados en investigaciones realizadas en otros cultivos, donde también se han aplicado diferentes dosis de FitoMas-E.

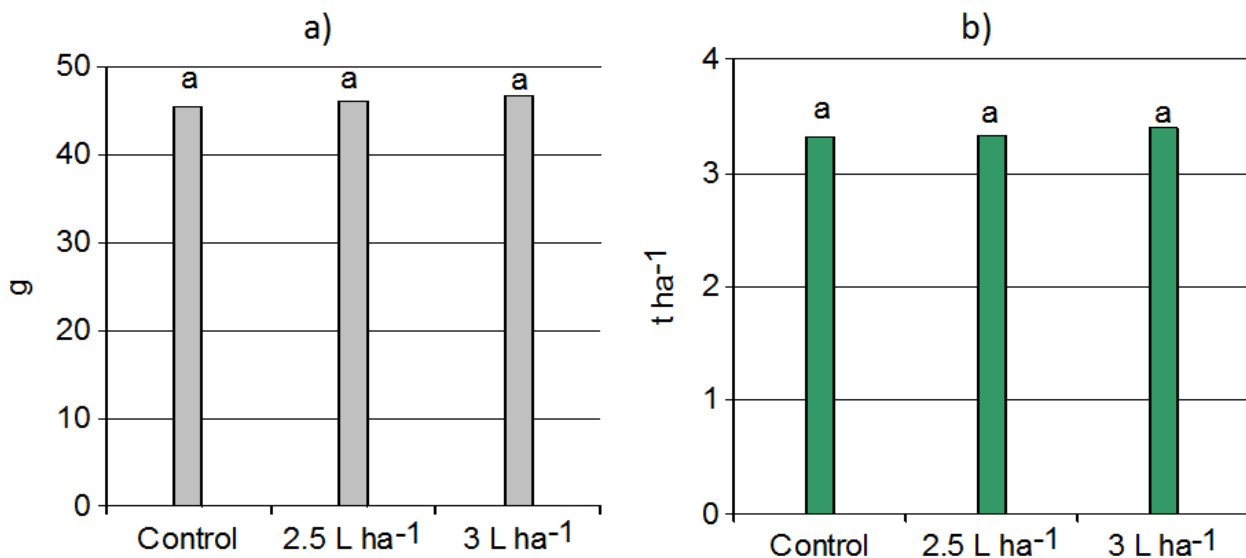


Figura 5. Efecto del FitoMas-E sobre el peso de 1000 aquenios (a) y el rendimiento agrícola (b) del girasol cv. CIAP JE-94

* Medias con letras no comunes en igual día difieren para Tukey HSD ($p \leq 0.05$)

Al respecto López *et al.* (2003) comprobaron que con la aplicación de FitoMas-E se mejoraron las condiciones del suelo, lo que permitió la obtención de rendimientos aceptables en el cultivo y una mejoría considerable en la calidad de la cosecha. Por otra parte Shagarodsky (2006), obtuvo que en los tratamientos donde se aplicó FitoMas-E, se incrementó el número promedio de algunos componentes del rendimiento agrícola, aunque no observó diferencias significativas entre otras de las variables estudiadas.

Estos resultados le indicaron la posibilidad de una complementación entre la inducción a un mayor número de dichos componentes del rendimiento por parte de la aplicación de FitoMas-E y la complementación de nutrientes. De igual forma cuando García (2007) estudió los efectos del FitoMas-E en condiciones de producción, comprobó que este bionutriente estimula la aparición en la planta de las estructuras más favorables para la absorción de nutrientes y el traslado del carbono hacia la parte cosechable de la misma.

4.6. Evaluación económica

A partir de los costos unitarios mostrados anteriormente se realizó un análisis de los costos totales (Tabla 10). Todas las labores de preparación de suelo se realizaron mediante el empleo de la tracción animal. Esto permitió que las inversiones realizadas fueran mínimas, sin necesidad de gasto de combustible, de esta forma no hubo inversiones adicionales, ni consumo de productos agroquímicos, lo que influyó directamente en la disminución del impacto ambiental negativo inherente a estas prácticas agrícolas.

Tabla 10. Análisis del costo en función de las actividades y recursos materiales utilizados

No.	Labor agrícola	Recursos materiales		Recursos humanos	Cantidad de horas	Costo total (\$)
		Sem. (kg)	Bionut. (L)			
1	Rotura	-	-	1	12	16.80
2	Cruce	-	-	1	12	16.80
3	Surcado	-	-	1	8	11.20
4	Partidura	-	-	1	8	11.20
5	Siembra	2.10	-	2	4	20.65
6	Ap. FitoMas-E (1)	-	7.5	1	4	24.35
7	Deshierbe 1	-	-	4	4	22.40
8	Ap. FitoMas-E (2)	-	7.5	1	4	24.35
9	Cosecha	-	-	3	8	33.60
Total*		2.10	15	-	64	181.35

* Para el cálculo del costo total se consideró- el salario por hora que percibe el obrero (1.40 \$); precio de venta de 1 kg de semilla de girasol; y de 1 L de FitoMas-E.

En los costos de producción no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual estuvo dado por el costo del producto, la dosis utilizada y por la mano de obra empleada para la aplicación de este bionutriente. La diferencia de las dosis de 2.5 L ha⁻¹ y 3 L ha⁻¹ con relación al Control fue de \$2.50 y \$5.00 respectivamente. En los valores de producción calculados a partir de los rendimientos obtenidos se observó un incremento de \$ 5.00 en la dosis de 3 L ha⁻¹ con relación a los otros tratamientos. La efectividad económica obtenida fue similar en todos los tratamientos, aunque en la dosis 2.5 L ha⁻¹ fue menor en \$3.00 (Tabla 11).

Tabla 11. Indicadores económicos calculados según cada tratamiento

Tratamientos	Costo de producción	Valor de producción	Efectividad económica
		\$	
Control (2 L ha ⁻¹)	153.85	12 240	12 086.15
FM-E (2.5 L ha ⁻¹)	156.35	12 240	12 083.65
FM-E (3 L ha ⁻¹)	158.85	12 245	12 086.15

Leyenda- FM-E- FitoMas-E.

Conclusiones



5. Conclusiones

1. La aplicación de FitoMas-E influyó en la transición de las fases vegetativas a las etapas reproductivas evaluadas, con una mayor duración del ciclo para los tratamientos de 2.5 y 3 L ha⁻¹ de FitoMas-E.
2. Los valores máximos en los índices de crecimiento, peso de 1000 aquenios y componentes del rendimiento agrícola correspondieron al tratamiento de 3 L ha⁻¹, aunque no mostró diferencias significativas con relación a los demás.
3. El cultivar de girasol CIAP JE-94 bajo la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E alcanzó un rendimiento agrícola superior a las 3 t ha⁻¹.

Recomendaciones



6. Recomendaciones

1. Determinar si con la aplicación de FitoMas-E mejoran las características químicas y físicas del suelo, con el consecuente incremento de rendimientos agrícolas y calidad de cosecha.

Referencias Bibliográficas



7. Referencias bibliográficas

- Abrar B.Y., Singh S. 2010. Correlation a coefficient analyses in sunflower. *Journal Breeding and Crop Science*. 2(5):129-133.
- Alemán, R., Martín, D., Hernández y C., Méndez, E. 1999. Caracterización y extensión de la variedad de girasol CIAP JE – 94. *Revista Centro Agrícola*, 26 (2): 25 – 27.
- Alemán, R. 2001. Aspectos de la tecnología agrícola del cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) para suelos pardos con carbonatos en condiciones de bajos insumos. Tesis Doctoral, UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Alemán, R.; Quintero, F, E. 2002. Estudios de cultivos antecedentes al girasol (*Helianthus annuus* L.). *Revista Centro Agrícola*, 29 (1): 85-86.
- Alemán, R. 2003. El cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) en el marco de una agricultura sostenible. *Revista Centro Agrícola*, 30 (1): 90- 92.
- Almenares, R. 2007. Efecto del FitoMas E en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.
- Arozarena, N. 2005. Influencia del FitoMas en el Cultivo del Tomate bajo condiciones de Cultivo Protegido. --La Habana: INIFAT.
- Bakht J., Ahmad S., Tariq M., Akbar H., Shafi M. 2006. Performance of various hybrids of sunflower in Peshawar valley. *J. Agric. Sci.*, 3, 25-29.
- Borges, O., H. Matos, D. Masfarroll. 2005. Resultados preliminares del empleo del FitoMas E en el cultivo del tabaco tapado en Guantánamo (variedad Criollo 98). Informe al proyecto 271 del ICIDCA.
- Casini, C. 2010. Argentina hacia la industrialización del campo. *En: Agroindustria en origen. PRECOP, INTA (AR). Actualización técnica* (52). 26 p.
- Cholaky, L; O, Giayetto y J, Sgarlatta. 1983. "Fases fenológicas del cultivo del girasol". Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina: 1 – 6.
- Dibut, B., Martínez, R., Hernández, G., López Gutiérrez Mirtha, Martínez Cruz Angélica, Bach Álvarez Teresa, Rivera, R., Hernández Rodríguez Annia, Fernández, F., Medina, N., Herrera, R. A. 2011. Surgimiento y desarrollo en cuba de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores. *Agrotecnia de Cuba* 35 (1): 61-72.
- García, D. 2007. Evaluación del bioestimulante FitoMas E en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var FR-28. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad agraria de La Habana.

- Hernández, A; J. Pérez; D.I. Bosch; L.R. Rivero; E. Camacho; J. Ruiz. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana, Cuba: 37-38.
- Hernández, J. 2007. Aspectos cualitativos evaluados por productores en la empresa de cultivos varios de Batabanó en algunos cultivos donde se aplicó FitoMas E. Informe al proyecto ramal del MINAZ 271.
- Hvarleva, T.; Bakalova, A.; Chepinski, I.; Hristova-Cherbadiji, M.; Hristov, M.; Atanasov, A. 2007. Characterization of Bulgarian sunflower cultivars and inbred lines with microsatellite markers. *Biotechnology and Biotechnology*, 21: 408-412.
- Jansson, S.; Buckler, E.S. 2007. Genome studies and molecular genetics. Genomics-deeper and wider in order to understanding plant diversity. *Plant Biology*, 10: 107-108.
- Kaewmeechai, S. y N. Potan. 1996. "Production of synthetic sunflower varieties in Thailand". *Proceedings of the 14th International sunflower Conference*. Beijing / Shenyang. China (in press).
- Leiter, Sheyla. 2003. Aspectos para determinar la oportunidad de cosecha en el cultivo del Girasol (*Helianthus annuus*). Trabajo de Diploma. UCLV
- Lobell, D.B.; Burke, M.; Tebaldi, C.; Mastrandrea, M.C.; Falcon, W.P.; Naylor, R.S. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319: 607-610.
- López, R; Montano, R; Caminero, R. 2003. Aplicación de diferentes dosis de FitoMas E en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. Universidad de Guantánamo.
- López, R; Vera, G. 2003. Evaluación de diferentes dosis de Fitomas E en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS-5. Universidad de Guantánamo.
- López, M.; Berney, A.; Hall, A.J.; Trápani, N. 2008. Contribution of pre-anthesis photoassimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentine sunflower cultivars released between 1930 – 1955. *Field Crops Research*, 105: 88-96.
- Mariña de la Huerta, Carmen. 2010. Efecto del estimulante FitoMas E sobre el crecimiento, rendimiento y calidad en tabaco negro cultivado sobre bases agroecológicas. Cuba.
- Martínez-Plácido N., González J.A. Piñeiro D.A. 2013. Effect of Fitomas-E in corn (*Zea mays* L.) Tuzón variety at the edafoclimatic conditions of the municipality "Amancio Rodríguez", Las Tunas. *Innovación Tecnológica*, 19 (1), 1-12.

Masotó, Y. 2004. Estudio de Elomplant en dos épocas en el cultivo de pepino. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma.

Mateos Nadia. 2004. Información general. En sitio web: <http://www.chicos.net/chicosnet/htm/corresponsales/general69.htm> Consultado [12-09-2013].

Méndez, R. 2008. Cultivo del Girasol. Casa Rural S.A. Paraguay. En sitio web: http://www.casaruralsa.com.py/cultivo_de_girasol.htm Consultado [12-09-2013].

Monforte Marta; Funes, F.; R. Marrero. 2003. Manual de Producción de Oleaginosas. La Habana, 13-25 pp.

Montano, R.; González, A.; Gómez, A. y López, R. 2003. Diferentes dosis de Fitomas E en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedad Amalia en la provincia Guantánamo, Cuba. En sitio web: <http://www.monografias.com/img/fb-logo.jpg>". Consultado [12-09-2013].

Montano, R., Zuaznábar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. 2007. Fitomas-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera.--Ciudad de la Habana: ICIDCA. p.10.

Montano, R.; 2008. FitoMas E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azúcar (ICIDCA).

Nasim M., Ahmad A., Bano A., Olatinwo R., Usman M., KhaliqT., Wajid A., Mohkum H., Hammad Mubeen M. and Hussain M. 2012. Effect of Nitrogen on Yield and Oil Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrids under Sub Humid Conditions of Pakistan. American Journal of Plant Sciences, 3:243-251.

Osman E.B.A.; Awed M.M.M. 2010. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to phosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. Ass.Univ.Bull. Environ. Res.13 (1): 11-19.

Pereira, L.G.R. 2003. *Potencial forrageiro da cultura do girassol (Helianthus annuus) para produção de silagem*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 160p. (Tese, Doutorado em Ciência Animal)

Ramos, L; Martínez, F. 2007. Efecto del FitoMas E y el Bioplasma en el rendimiento del cultivo de la lechuga var. Anaida, bajo condiciones de cultivo semiprotegido. XV Congreso Científico INCA. 7-10 de noviembre 2006. San José de Las Lajas. La Habana.

Restrepo, J. 2000. Teoría de la Trofobiosis. Preparado con base en los textos de Francis Chaboussou (Dependencia entre la calidad nutricional de las plantas y sus parásitos).

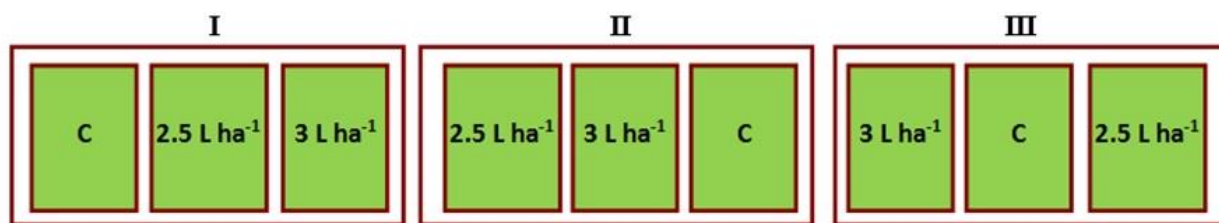
- Rezende, A.V.; Evangelista, A.R.; Siqueira, G.R.; Tosi, H.; Silveira, A.C.; Bernardes, T.F. 2002. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para ensilagem na safrinha, em diferentes épocas de cortes. *Ciência e Agrotecnologia*, 26 (Edição Especial): 1548-1553.
- Ribeiro, E.L.A.; Rocha, M.A.; Mizubuti, I.Y.; Silva, L.D.F. 2007. Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. *Ciência Rural*, 32 (2): 299-302.
- Rincón, C.A. y L.C. de Silva. 1992. "Fenología, área foliar y producción de materia seca en tres variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merr) bajo riego en condiciones de sabana". En sitio web: http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v42_3-4/v423a040.html Consultado [25-01-05].
- Rincón-Carruyo, Xomaira R.; T. J. Clavero; E. Rincón; C. F. Quintero y Alis T. Márquez. 1997. Evaluación de parámetros agronómicos y fisiológicos en cuatro cultivares de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en macetas. II. Planta adulta. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, 14: 649-656.
- Sánchez, M.; G. Ramírez; López; R. Caballero; E. García; Virginia Marrero; F. Cañet; et al. 2001. Apoyo al programa para el cultivo popular de productos básicos en las provincias orientales del país. Instructivo técnico para la producción de semillas.
- Sarwar M.A., Khalil-Ur-Rehman M.N., Javeed H.M.R., Ahmad W., Shehzad M.A., Iqbal S., Abbas H.T 2013. *Comparative performance of various sunflower hybrids for yield and its related attributes. Cercetări Agronomice în Moldova*, 46 (4), 57-64.
- Shagarodsky, T; Alfonso, J.C; Rodríguez, C; Ortega, Marisel; Dibut, B. 2006. Evaluación del producto FitoMas E en el cultivo del garbanzo durante la campaña 2005-2006. INIFAT, Informe interno.
- Smith, K.; Petley, D.N. 2009. Hydrological hazards: drought. *In: Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster*. New York (USA): 262-285.
- Stocking, M.A. 2003. Tropical soils and food security: the next 50 years. *Science* 302: 1356-1359.
- Suárez, J, J. y D. Herrera. 1969. "Efecto de la población y niveles de fertilización en el rendimiento de grano de girasol". *Revista cubana de ciencia agrícola*, 3 (3): 236 -270.
- Takeda, S.; Matsuoka, M. 2008. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nature* 9: 444-457.

- Tang, S.; Kishore, V.K.; Knapp, S.J. 2003. PCR-multiplexes for a genome-wide framework of simple sequence repeat marker loci in cultivated sunflower. *Theoretical and Applied Genetics* 107: 6-19.
- Turhan, H.; Baser, I. 2004. *In vitro* and *in vivo* water stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *HELIA* 27 (40): 227-236.
- Van de Wouw, M.; Van Hintum, T.; Kik, C.; Van Treuren, R.; Visser, B. 2010. Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta analysis. *Theoretical and Applied Genetics* 120: 1241-1252.
- Vázquez Edith; S. Torres. 2006. *Fisiología Vegetal 2da parte*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana.
- Vera, G.A.; López, R. 2002. Evaluación de diferentes dosis de FITOMAS en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS-5. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.
- Villarroel D. 1989. Agroecología y Agronomía de La Producción del Girasol en el estado Monagas. En sitio web: www.ceniap.gov Consultado [12-09-2013].
- Vranceanu, A. V. 1997. "El girasol". Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España.
- Yumar, J. 2007. Efecto de 3 dosis de FitoMas E en el cultivo de pimienta y Maíz. Forum Provincial del OLPP.
- Zhao, H.; Zhou, R.; Zhang, T.; Zhao, X. 2006. Effects of desertification on soil and crop growth properties in Horqin sandy cropland of Inner Mongolia, north China. *Soil & Tillage Research*, 87: 175-185.

Anexos



8. Anexos



Leyenda:

Tratamientos

Control (2 L ha⁻¹)

Tratamiento 2 (2.5 L ha⁻¹)

Tratamiento 3 (3 L ha⁻¹)

Simbología

C

2.5 L ha⁻¹

3 L ha⁻¹