

Efectos de dos biofertilizantes en el desarrollo del girasol

Effects of two biofertilizers on sunflower development

Jorge Luis Mena Lorenzo*, Andrés Loreto Díaz Pita y Alexander Valdés Hernández

Departamento de Producción Agropecuaria, Facultad de Agronomía y Forestal, Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba
(*E-mail: jorgel@upr.edu.cu)
<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17256>

Recibido/received: 2017.10.06
Recibido en versión revisada/received in revised form: 2018.06.20
Aceptado/accepted: 2018.06.22

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la influencia de dos biofertilizantes (FitoMas-E y Bayfolan Forte) en el desarrollo del girasol, variedad Cubasol 113, en un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar y un testigo absoluto, con tres tratamientos de fertilización y cinco réplicas, en una plantación por parcelas. Se aplicó fertilización del fondo con estiércol vacuno sólido y Fertilizante Completo NPK antes de la siembra a toda el área experimental. Se evaluaron indicadores que caracterizan el desarrollo morfológico del cultivo resultando que en todos los tratamientos se alcanzaron incrementos significativos ($p < 0,01$) con respecto al control, destacándose el tratamiento a base de FitoMas-E + Bayfolan Forte.

Palabras clave: fertilización foliar, girasol, Cubasol 113, FitoMas-E, Bayfolan Forte.

SUMMARY

In this work, the influence of two biofertilizers (FitoMas-E and Bayfolan Forte) on the development of sunflower, Cubasol 113 variety, in a leached yellowish Ferralitic soil was evaluated. An experimental design was used in random blocks and an absolute control, with three fertilization treatments and five replications, in one plantation per plot. Bottom fertilization was applied with solid cow manure and NPK Complete Fertilizer before sowing to the whole experimental area. Indicators that characterize the morphological development of the crop were evaluated, resulting in significant increases in all the treatments ($p < 0,01$) with respect to the control, highlighting the treatment based on FitoMas-E + Bayfolan Forte.

Keywords: foliar fertilization, sunflower, Cubasol 113, FitoMas - E, Bayfolan Forte.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la producción mundial de alimentos se desarrolla con dos tendencias fundamentales. Por una parte, la aplicación intensiva de métodos, procedimientos y técnicas agrícolas, y por la otra, la aplicación novedosa de la Agroecología y Agricultura Sostenible, donde se fundamentan las diversas maneras de desarrollar la producción agroalimentaria con el mínimo de daños al entorno natural.

En países latinoamericanos como Argentina (Díaz, 2003) se discute con frecuencia sobre la nutrición mineral para establecer estrategias de manejo de la

fertilización del *Heliantus annus* L. (girasol) como uno de los pilares del cultivo (Terry *et al.*, 2011).

En Cuba existe la tendencia positiva a sustituir los fertilizantes de origen mineral por abonos orgánicos (Alarcón *et al.*, 2011). Sin embargo, se presentan dificultades en relación a la elaboración de los productos en el mismo sitio donde van a ser utilizados, a la cantidad por área a mejorar, a la transportación del producto y a los conocimientos de los productores.

El FitoMas-E es un nuevo derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente

vegetal con marcada influencia antiestrés (MINAZ, 2002). Es una novedosa forma de afrontar el problema que permite a las plantas recuperar su rusticidad, de la que la selección antrópica las despojó. Este bionutriente contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal que propician una mejoría apreciable del intercambio suelo-planta. En el vegetal tratado se beneficia a los microorganismos propios de su rizosfera, pues en esas condiciones incrementan el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal.

El Bayfolan Forte es el resultado de una fórmula especial concentrada de nutrimentos que contiene vitaminas y fitohormonas. Actúa estimulando los procesos metabólicos de las plantas, vigorizándolas al proporcionarles los nutrimentos indispensables para su buen desarrollo. La planta los aprovecha íntegramente y su efecto se manifiesta en cultivos vigorosos y cosechas más abundantes y de calidad notable. Es un fertilizante foliar líquido inorgánico, químicamente balanceado, en el que están presentes microelementos, Vitamina B1, auxinas de crecimiento y sustancias tampón, que hacen al producto excepcional para corregir carencias y mejorar las condiciones generales en que se desenvuelven las plantas, principalmente en suelos pobres.

De esta manera, la fertilización foliar del girasol se convierte en un elemento importante dentro de la agrotécnica de este cultivo que incide directamente en su productividad. La misma está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y partición de fotoasimilados entre partes cosechables y partes no cosechables.

En esta investigación se determinó la respuesta morfológica de la variedad de girasol Cubasol 113, empleada como flor cortada, a la aplicación foliar de los biofertilizantes FitoMas-E, Bayfolan Forte y su mezcla, durante cinco etapas de su desarrollo, en las condiciones edáficas de un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado (Mena *et al.*, 2015). Otras investigaciones (Mena *et al.*, 2018) fueron realizadas en la misma área experimental para determinar la influencia de la densidad de población en el desarrollo y distribución de la biomasa de la variedad de girasol Caburé – 15.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

Para la ejecución de un proyecto de desarrollo agronómico es de vital importancia estudiar las variables físico-naturales que permitan conocer las limitaciones de la zona o región y la viabilidad de los recursos naturales y sociales que ahí se encuentren.

Ubicación Político-Administrativa

El área de estudio Finca Los Ortiz se localiza en la República de Cuba, en el km 13,50 de la carretera a la Coloma, en Las Llanadas, que es un asentamiento humano perteneciente al municipio San Luis, en la provincia Pinar del Río, al norte del Consejo Popular Las Palizadas y colindando con el Río Guamá.

Ubicación Geográfica

La Finca Los Ortiz está localizada a 22°16'33" latitud Norte y 83°40'51" longitud Oeste, con coordenada plana X = 223.726,3 m y coordenada plana Y = 274.477,7 m (Sistema de Información Geográfica, 2014), a una altitud de 10 a 15 msnm (Figura 1).



Figura 1 - Mapa de ubicación geográfica del área experimental. Fuente: Instituto provincial de Suelos, Pinar del Río, Cuba (2010).

Ubicación Hidrográfica

Se encuentra ubicada a 3,50 km de las márgenes del río Guamá.

Ubicación Práctica

El área se sitúa a 5,60 km de la carretera a la Coloma, a 3,00 km del poblado Santa María y a 8,00 km de la cabecera del municipio San Luis. Linda por el Norte con la Finca Los Barretos (cultivos varios); por el Sur con la Finca Los García (cultivos varios); por el Este con la Finca Los Aguilar (producción pecuaria) y por el Oeste con la Finca Los Hernández (cultivos varios).

Caracterización agronómica del área experimental

Topografía

Tiene una extensión de 9.287,43 m² (0,929 ha).

Relieve

La Finca Los Ortiz pertenece a la llanura sur de Pinar del Río, con relieve regular llano de pendiente de 1-4%.

Litología

Se caracteriza por ser del tipo arenoso cuarcítico, del sub-tipo típico, desarrollado con materiales transportados y corteza de meteorización ferralítica o caolinizada. En los primeros 25 cm del perfil (profundidad efectiva) el contenido de materia orgánica es de 1.1%, y a los 45 cm presenta mediana profundidad pedológica y poca humificación (>2%). Es un suelo fuertemente desaturado, con gran degradación por erosión eólica, su textura es arenosa fina y se encuentra a 44 msnm.

Cantidad de agua de riego

En los informes de registros hidráulicos realizados se cuenta con el aforo del pozo que abastece de agua a la finca y a fincas aledañas, realizado el 25 febrero de 2001, considerando positivo el buen abasto de agua para efectuar el riego, con criterios sostenidos de potabilidad.

Calidad del agua de riego

Los indicadores de calidad del agua de riego fueron obtenidos en el Laboratorio de Química de la Universidad de Pinar del Río, con equipos certificados: un CONDUCTIVITY METER MODEL DDSJ-308A y un HANNA Instruments pH 211 microprocessor pH Meter (Cuadro 1).

Cuadro 1 - Resultados del análisis de calidad del agua. Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad de Pinar del Río, 2015

Parámetro	Método	Muestra	Unidades
pH	Potenciométrico	7.50	U/pH
Conductividad eléctrica	Conductimétrico	415	µS/cm
Densidad	Densimétrico	207	mg/L
Temperatura	Termométrico	28.3	°C

Todos los valores se encuentran por debajo de los permitidos por el Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente Provincial, para aguas de tipo 1. Posee un pH ligeramente básico, una densidad y temperatura aceptables para el riego. El porcentaje de salinidad es muy bajo según el valor obtenido de conductividad eléctrica, informando acerca de la buena calidad del agua de riego, pues la concentración y composición de sales disueltas no resultan nocivas para el cultivo del girasol.

Edafología

Los estudios edafológicos se centraron en las propiedades físicas y químicas del suelo. Para ello se consultaron los mapas cartográficos 1:10 000 y 1:25 000 (Instituto de Suelos, 2010); Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 2002); informes de producción, agroquímico y muestreos de suelos en las campañas tabacaleras (2010-2011, 2011-2012); el Sistema de Información Geográfica (2014); los estudios de García *et al.* (2014) en suelos aledaños y la propia observación de campo de los investigadores apoyados en la guía propuesta por López (1972) para el Estudio de suelos, con métodos de laboratorio y de campo.

Se trata de un Ferralítico Amarillento Lixiviado, caracterizado por tener siempre nódulos ferruginosos, de perfil ABtC, en los que predomina

el color amarillo-amarillento, a veces con manchas rojizas (Hernández *et al.*, 2015), y se corresponde con un Ultisol, según clasificación de la Soil Taxonomy (Unites States Departament Agriculture, 1960). Sus propiedades físicas se encuentran detalladas en el Cuadro 2.

Cuadro 2 - Propiedades físicas del suelo en el área experimental

Textura (mm)	Estructura (clase)	DA (g/cm ³)	PT (%)	VI (mm/h)	Hy (%)	CC (% m.s.s)	PMP (% m.s.s)
Arena fina	Fina	1,52	30-35	138	1,4	14,5	9,25

Leyenda: **DA**: densidad aparente; **PT**: porosidad total; **VI**: velocidad de infiltración; **Hy**: humedad higroscópica; **CC**: capacidad de campo; **PMP**: punto de marchitez permanente.

El análisis químico presenta las siguientes propiedades detalladas en el Cuadro 3.

Cuadro 3 - Propiedades físicas del suelo en el área experimental

pH	mg / 100 g de suelo		% de Cl	% de MO	(Cmol ^(+) kg⁻¹)							
	KCl	P ₂ O ₅			K ₂ O	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	T-S
5.8		15.0	11.6	0.024	0.9	1.50	0.56	0.12	0.19	2.8	5.78	1.3

Leyenda: **pH (KCl)**: acidez del suelo (cloruro de potasio); **P₂O₅**: pentóxido de difósforo; **K₂O**: óxido de dipotasio; **M.O**: materia orgánica; **Ca⁺**: calcio; **Mg⁺**: magnesio; **Na⁺**: sodio; **S**: bases cambiables absorbidas por el suelo; **T**: capacidad de intercambio catiónico; **T - S**: volumen de las bases intercambiables por el suelo.

Es un suelo muy pobre en materia orgánica, con bajo grado de humificación, erosión hídrica, salinidad actual y/o potencial, baja capacidad de intercambio catiónico, poco contenido en bases cambiables, muy baja retención de humedad, alta compactación y mal drenaje interno.

Climatología

Se trabajó con los datos correspondientes a la Estación Meteorológica de Pinar del Río, ubicada en los 22°22'0" latitud Norte (N) y los 83°40'0" longitud Oeste (W), situada a 54 msnm. Con la serie de datos ofrecidos por el Instituto de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente Provincial, correspondiente a los últimos 30 años, se construyó el siguiente diagrama bioclimático (Figura 2).

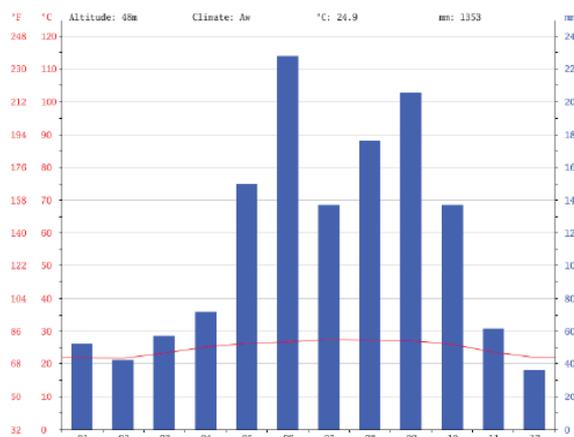


Figura 2 - Diagrama bioclimático de la estación meteorológica Pinar del Río.

Del análisis de temperaturas y precipitaciones observadas en el diagrama se aprecian dos periodos. Uno poco lluvioso de octubre a la

segunda quincena de mayo, y otro lluvioso de junio a septiembre. En el mes de diciembre y desde la segunda quincena de marzo hasta abril la evaporación potencial es mayor que la suma de precipitaciones, correspondiente a un periodo seco. En el resto del año la evaporación potencial es menor que la suma de las precipitaciones. El exceso de precipitación (lluvia superior a los 100 mm mensuales) corresponde a los meses desde junio hasta septiembre, en una transición hacia el clima tropical húmedo lluvioso.

Tratamiento y diseño experimental

El trabajo experimental se desarrolló abarcando la época óptima del cultivo en Cuba, que

comprendió desde noviembre de 2014 a Febrero de 2015. La preparación del suelo fue por método mecanizado y por tracción animal, usando como conjunto mecanizado el tractor y una grada mediana de disco, realizándose dos pases y posteriormente se utilizó el arado de vertedera.

La siembra se efectuó el 7 de noviembre de 2014, usándose dos semillas de girasol variedad Cubasol 113 por nicho, a una distancia entre plantas de 0,30 m en 6 surcos de 10 m de longitud separados a 1 m, para un área de siembra en cada unidad experimental de 60 m², y ajustando la población mediante el método del raleo hasta completar las 198 plantas por bloque (8 plantas/m² y 80 000 plantas/ha).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo en parcelas divididas como se muestra en la Figura 3. Cada uno fue fertilizado antes de la siembra a una profundidad de 15 cm usando 16 kg de estiércol vacuno/bloque y 4,5 kg de Fertilizante Completo (NPK: 12% de Nitrógeno, 2% de Fósforo, 25% de Potasio, más 1% Óxido de Magnesio). Posteriormente se fertilizó en forma foliar con FitoMas-E, Bayfolan Forte y FitoMas-E + Bayfolan Forte en cuatro etapas: plántulas, botón floral, floración y formación de frutos y semillas.

En este experimento se realizaron cinco aplicaciones, manteniendo el bloque 1 sólo con la fertilización de fondo inicial. Las fórmulas se describen a continuación:

1ra aplicación. El día 27 de noviembre de 2014, suministrando al bloque 2, 3 mL de FitoMas-E; al bloque 3, 3 mL de Bayfolan Forte; y al bloque 4, 3 mL de FitoMas-E + 3 mL de Bayfolan Forte + 1 L de H₂O.

2da aplicación. El día 19 de diciembre de 2014, suministrando al bloque 2, 6 mL de FitoMas-E; al bloque 3, 6 mL de Bayfolan Forte; y al bloque 4, 6 mL de FitoMas-E + 6 mL de Bayfolan Forte + 1 L de H₂O.

3ra aplicación. El día 10 de enero de 2015, suministrando al bloque 2, 9 mL de FitoMas-E; al bloque 3, 9 mL de Bayfolan Forte; y al bloque 4, 9 mL de FitoMas-E + 9 mL de Bayfolan Forte + 1 L de H₂O.

4ta aplicación. El día 1 de febrero de 2015, suministrando al bloque 2, 12 mL de FitoMas-E; al bloque 3, 12 mL de Bayfolan Forte; y al bloque 4, 12 mL de FitoMas-E + 12 mL de Bayfolan Forte + 1 L de H₂O.

Estas fórmulas se obtuvieron mezclando iguales cantidades de FitoMas-E y Bayfolan Forte y disolviéndolas en 1 L de agua común. Posteriormente se vertieron en una mochila Matabi de 16 L de capacidad, con la cual se hicieron las aplicaciones del producto.

Los tratamientos fueron aplicados con una frecuencia de 22 días, de acuerdo con las etapas de desarrollo del cultivo. Se escogió el horario de la tarde-noche para garantizar que los estomas estuvieran abiertos y disminuir la incidencia del sol en la evaporación del producto aplicado de manera foliar. El cultivo tiene por su condición de síntesis de materia grasa una menor eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes que otros cultivos, pero igualmente su respuesta a la fertilización foliar es importante en ambientes deficitarios.

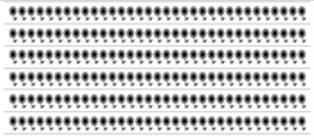
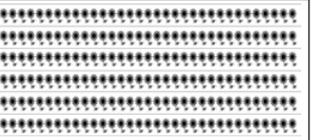
Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
			
Testigo	FitoMas-E	Bayfolan Forte	FitoMas-E + Bayfolan Forte

Figure 3 - Diseño experimental según tratamiento.

Antes de cada riego se realizó una limpieza manual y se aplicó estiércol vacuno, con varios meses de madurez en el momento de su aplicación, correspondiéndose con los resultados informados por Crespo & Rodríguez (2000).

La cosecha se realizó a mano, cuando la humedad era aproximadamente de 40%, recogiendo el 20 de febrero de 2015. Se tuvo en cuenta la madurez fisiológica del cultivo, para ello se determinó cuando el 90% de los capítulos habían cambiado a color oscuro, las hojas secas por vejez o se habían caído en su mayoría.

Las evaluaciones de los indicadores agronómicos se realizaron con la misma frecuencia de fertilización: 22, 44, 66 y 88 días. Para la medición se seleccionaron los surcos tres y cuatro, a razón de 23 plantas/surco, no considerando las plantas a 50 cm del borde. Se realizó la descripción fenológica en cada fase de desarrollo del cultivo, midiendo la altura de la planta (**AP**; cm); el diámetro del tallo (**DT**; mm); el número de hojas por planta (**NH/P**); el número de flores por planta (**NF/P**) y por bloque (**NF/B**); el diámetro de capítulos por plantas (**DC**; mm); el número de aquenios fijados (**NAF**); el número de pétalos fijados por capítulo (**NPF**); el número de abejas por planta (**NA/P**).

Para el análisis estadístico se aplicó el paquete estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS), para Windows, versión 15 (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción fenológica en cada fase de desarrollo del cultivo

La germinación del Cubasol 113 ocurrió entre los 6 y 8 días después de la siembra (DDS) en los cuatro bloques con muy pocos claros y valores que exceden al 90%. Estos resultados superan al 80% obtenido por Cabezas (2010) y Rodríguez *et al.* (2012), tanto *in vitro*, en siembra directa como en posturas de girasol.

Todo el desarrollo fenológico se inició alrededor de las siguientes fechas y características:

El 27 de noviembre (22 DDS) las generalidades de las plántulas tenían 8 o 10 hojas verdaderas.

El 19 de diciembre (22 DDS) en el 93% de las plantas había aparecido el botón floral.

El 10 de enero (22 DDS) en el 96% habían aparecido las flores liguladas.

El 1 de febrero (22 DDS) en el 98% habían alcanzado el color verde-amarillo de sus capítulos y la formación de frutos y semillas se apreciaba ostensiblemente.

El Cuadro 4 presenta el análisis de varianza para los indicadores fundamentales. Los coeficientes de variación presentaron confiabilidad en todos los casos. Tomando como grados de libertad los tres tratamientos se obtiene diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Cuadro 4 - Cuadrados medios del análisis de varianza de las características morfológicas del Cubasol-113 evaluada con tres tratamientos

Dimensiones	U/M	GL	Cuadrado medio	CV (%)
Altura de la planta	cm	3	12170,05**	3,88
Diámetro del tallo	mm	3	2,81**	8,40
Número de hojas/planta	-	3	35,8**	3,58
Número de flores/planta	-	3	23,6**	4,71
Diámetro del capítulo	cm	3	280,53**	5,42

Leyenda. **U/M**: Unidad de medidas. **GL**: Grados de libertad. **CV**: Coeficiente de variación. **Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

Altura de la planta

Este carácter mostró una diferencia significativa entre los bloques experimentales y el bloque testigo. Predominó la altura alcanzada por la planta para el tratamiento del bloque 4 a los 88 DDS, con 29 unidades más que la alcanzada para el bloque testigo. Los bloques 2 y 3 superaron al testigo en 16 y 14 unidades, respectivamente.

En todas las fases de su desarrollo la planta alcanzó mayor desarrollo longitudinal para la mezcla de FitoMas-E + Bayfolan Forte. El FitoMas-E estimula el crecimiento celular, observándose un incremento a partir de su mezcla con Bayfolan Forte. Estos resultados superan los obtenidos por Garza *et al.* (2001) con el uso de la Giberelina durante el estudio del desarrollo y rendimiento del girasol, la que produce un alargamiento de 10 veces más

que el testigo. Ninguno de los tratamientos retarda el alargamiento del tallo, es decir, no provocan el efecto enanizante presente en muchas variedades de este cultivo (Garza *et al.*, 2001).

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) de los 22 a los 88 días después de la siembra se determinó a través de la pendiente de la recta de regresión de la altura de la planta (cm) y el tiempo (días), como se muestra en la Figura 4.

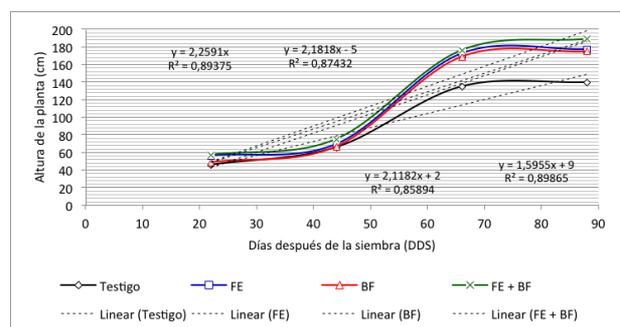


Figura 4 - Altura de la planta del Cubasol 113 para diferentes tratamientos. Leyenda: **FE:** FitoMas-E. **BF:** Bayfolan Forte. **FE + BF:** FitoMas-E + Bayfolan Forte.

La tasa de crecimiento en altura del cultivo es superior donde se aplicó FitoMas-E + Bayfolan Forte (2,26 cm/d) que en el resto de los tratamientos (bloque 1: 1,59 cm/d, bloque 2: 2,18 cm/d, bloque 3: 2,11 cm/d). Se observa alrededor de los 75 DDS que la altura de la planta no varía significativamente.

Los resultados anteriores coinciden con los obtenidos por Rajput *et al.* (1994), quienes asocian la altura de la planta con la elongación de los entrenudos, como respuesta a la competencia intraespecífica por espacio, radiación, agua y nutrientes. Otros autores (Cordero *et al.*, 2010), obtienen crecimientos del tallo que no alcanzan la altura promedio de los tallos de este experimento con el uso de la composta y el humus como fertilizantes orgánicos.

Diámetro del tallo

El diámetro del tallo fue afectado negativamente por el FitoMas-E, contrario a lo sucedido con la longitud del tallo de la planta, observada en el Cuadro 5.

Cuadro 5 - Comparación de los porcentajes correspondientes al diámetro del tallo del Cubasol 113

Días	Diámetro del tallo (mm)				Frecuencia (días)
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	
27/11/2014	4,32	5,60	4,68	5,90	22
19/12/2014	4,78	6,24	5,12	8,80	44
10/01/2015	18,14	17,24	18,48	20,86	66
01/02/2015	19,70	18,22	20,07	22,40	88

Se manifiesta una proporción inversa entre diámetro y altura de la planta pues esta invierte parte de su energía en la competencia por la altura. Este efecto negativo se debe a la acción conjunta del gasto de nutrientes para la elongación celular (Salisbury & Ross, 1992), y la intensa oxidación de carbohidratos que, según criterios de Guardia & Benlloch (1980), aumentan la respiración del cultivo.

El FitoMas-E aumenta el alargamiento de la célula, pero no su crecimiento lateral. Las plantas del cuarto bloque desarrollaron más el diámetro de sus tallos que las del resto de los bloques experimentales y testigo. Se infiere que el Bayfolan Forte incide en el grosor del tallo de la planta.

Puede observarse que de los 22 a los 44 DDS el diámetro del tallo de las plantas fertilizadas con FitoMas-E aumentó 1,2 veces más que el de las plantas fertilizadas con Bayfolan Forte, y experimentan un retardo en las próximas etapas de desarrollo. En el caso del bloque testigo, en dicha etapa el grosor de sus tallos fue inferior al resto, manifestando un crecimiento en las etapas sucesivas.

Número de hojas por planta

El número de hojas por planta mostró cambios significativos por efecto del FitoMas-E + Bayfolan Forte (Cuadro 6), aumentando desde los 22 DDS hasta alcanzar su máximo a los 66 y 88 DDS, con 25, 26, 28 y 37 hojas/planta para el bloque testigo, y para los tratamientos con FitoMas-E, Bayfolan Forte y FitoMas-E + Bayfolan Forte, respectivamente.

Cuadro 6 - Comparación de los porcentajes correspondientes al número de hojas por planta del Cubasol 113

Días	Número de hojas/planta				Frecuencia (días)
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	
27/11/2014	8	11	9	15	22
19/12/2014	15	15	14	20	44
10/01/2015	23	26	24	34	66
01/02/2015	25	28	26	37	88

Escalante *et al.* (2008) no hallaron diferencias significativas en la producción de hojas/m² con niveles crecientes de nitrógeno. En tanto que Steer y Hocking (1984) establecieron que el nivel de producción de hojas se incrementó con aumentos en la aplicación de nitrógeno.

Con la aplicación de nitrógeno, estos autores encontraron que en un período más corto se logró su máxima producción de hojas, ocasionando una prematura tasa de senescencia de 0,17 hojas d⁻¹. Esta prematura senescencia foliar puede estar relacionada con una mayor demanda de nitrógeno y otros nutrimentos por capítulos de mayor tamaño generados por aplicaciones altas de nitrógeno.

Cordero *et al.* (2010) han reportado que el empleo de humus de lombriz contribuye más que la composta hecha con camas al aumento del número de hojas, agregando que todas las plantas se benefician con esta ayuda biológica que mejora las condiciones de fertilización y su rendimiento. El aumento del número de hojas para el tratamiento con FitoMas-E + Bayfolan Forte, implica el aumento del dosel vegetal por el efecto del aumento del área foliar y el mejor aprovechamiento de la radiación solar para los procesos fotosintéticos.

Número de flores por planta y por parcela

En el Cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos para el número de flores por planta y bloque, como uno de los parámetros fundamentales del rendimiento del girasol. El estado fisiológico del cultivo alrededor de la floración determina el número de aquenios llenos. En girasol las plantas presentan crecimiento determinado y escasa plasticidad, lo que les confiere baja estabilidad en producción de granos/unidad de superficie

ante situaciones de estrés en floración. Se observa que para el tratamiento con FitoMas-E + Bayfolan Forte se obtienen mayor número de flores por planta, y en consecuencia, mayor número flores por parcelas, que en el resto de los tratamientos, incluyendo el testigo, alcanzando valores de 31 y 6138 flores, respectivamente.

Cuadro 7 - Comparación de los porcentajes correspondientes a los indicadores de rendimiento del Cubasol 113

Tratamientos	NF/P	NF/B	Capítulos			Pétalos fijados	
			DC/P	NAF/Cap.	Color	NPF/Cap.	% Pétalos amarillos
Bloque 1	24	4752	5,80	614	Gris	41	92,7
Bloque 2	28	5544	4,58	605	Negro	43	94,2
Bloque 3	27	5346	4,32	604	Rojizo	43	94,6
Bloque 4	31	6138	4,60	596	Negro	46	99,1

Leyenda: NF/P: Número de flores por planta. NF/B: Número de flores por bloque. DC/P: Diámetro del capítulo por planta. NAF/Cap.: Número de aquenios fijados por capítulo. NPF/Cap.: Número de pétalos fijados por capítulo.

Los tratamientos con FitoMas-E, Bayfolan Forte y el bloque testigo alcanzaron a producir 28, 27 y 24 flores por plantas, respectivamente. El número de flores es superior a los reportados por Andrade & Ferreiro (1996) e inferior a los obtenidos por Montano (2008), en la misma área experimental.

El tratamiento con la mezcla de los biofertilizantes supera en 1,3 veces el número de flores por bloque que el bloque testigo, lo que representa 1386 flores. Estos resultados pueden estar causados porque las hormonas vegetales (citoquininas y etileno) presentes en el FitoMas-E + Bayfolan Forte controlan todas las funciones de la planta, y en especial la floración (Díaz-Zorita *et al.*, 2003).

Diámetro de capítulos por plantas

En el Cuadro 7 se muestra el comportamiento del diámetro de los capítulos por planta. Se observa que en el bloque testigo es mayor que en el resto de las unidades experimentales, incluso en donde el tratamiento provocó crecimientos morfológicos.

Resultados similares han sido obtenidos por numerosos investigadores (Sistachs & León, 1976; Usman *et al.*, 1980; Mathers & Stewart, 1982; Mohammad *et al.*, 1986; Ujjanaiah *et al.*, 1995). Estos

demuestran que las plantas de girasol compensan en parte las diferencias en el rendimiento en cuanto a la fertilización, produciendo capítulos de diámetros menores. La mayor parte de los nutrientes la planta lo asimiló y lo invirtió en aumentar el número de flores, grosor del tallo, tamaño y número de hojas.

Número de aquenios fijados

El número de aquenios fijados y su color constituyen un parámetro importante dentro del análisis de la morfología de los capítulos. Aquí no resulta de interés el hecho que sean aquenios fértiles o infértiles, sino que ocupen su lugar en el receptáculo y presenten una homogeneidad y coloración oscura que garantice el contraste con los pétalos amarillos. Ello influirá en el valor ornamental de la variedad Cubasol 113 como flor cortada.

Se observa que en la medida que disminuye el diámetro de los capítulos disminuye el número de aquenios fijados, con valores que oscilan entre 614, 605, 604 y 596, respectivamente. Entre los tratamientos con FitoMas-E y Bayfolan Forte no existe diferencia significativa. Sin embargo, las tonalidades se muestran mejor en el tratamiento con FitoMas-E + Bayfolan Forte, el cual fijó más el color negro que en el resto de los bloques con excepción del tratamiento con FitoMas-E para el que se obtuvieron similares resultados. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Arce & Valentinúz (2014).

Número de pétalos fijados por capítulo

El número de pétalos fijados por capítulo, constituyen el órgano más admirado dentro de la ornamentación (Dosio *et al.*, 2000; Otegui & López, 2003). Su comportamiento favoreció al tratamiento de FitoMas-E + Bayfolan Forte, con 46 pétalos por capítulos con un 99,1% de tonalidad amarillo intenso. Estos resultados disminuyeron con respecto al resto de los tratamientos, no siendo así para los bloques 1 y 2. Obsérvese que incluso el número de pétalos amarillos fijados por las plantas del bloque testigo sobrepasan el 92%, lo que significa calidad en la flor cosechada si se tiene en cuenta su componente ornamental.

Número de abejas por planta

El número de abejas por planta se determinó haciendo un conteo al azar en 8 plantas/m² de cada bloque. Este conteo se realizó los días 10, 15, 20, 25 y 30 de enero de 2015, considerando los horarios de 7:30 am, 9:30 am y 11:30 am. Los mayores porcentajes de abejas presentes en las flores se presentaron en el tratamiento de FitoMas-E + Bayfolan Forte (6 abejas por planta), en horas tempranas de la mañana, específicamente a las 7:30 am, y en la medida que fue aumentando la temperatura se fueron refugiando en la sombra. Aunque el estudio no se complejizó más que hasta el conteo de las abejas, se puede inferir que la mejor y mayor polinización debió ocurrir en el bloque 3, favoreciendo en los parámetros de calidad del cultivo y su rendimiento.

En la Figura 5 se reflejan los indicadores fundamentales de rendimiento del Cubasol 113 en función de los tratamientos con fertilización foliar. Un factor importante es el nivel endógeno de hormona que determina que una concentración dada, al sumarse a la hormona endógena varíe sus efectos. Es probable que la variedad Cubasol 113 tuviera un nivel de giberelina endógena alta y la aplicación de biofertilizantes haya resultado en efectos negativos en el bloque testigo y positivo en los bloques experimentales, tal y como obtuvieron Chantaprasarn & Preston (2004) y Cruz *et al.* (2006).

En la investigación se determinó el rendimiento biológico y económico para la fertilización foliar,

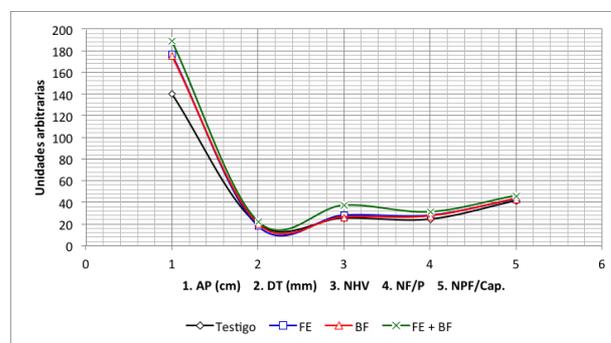


Figura 5 - Indicadores de rendimiento del Cubasol 113 para diferentes tratamientos. Leyenda: **AP**: Altura de la planta. **BF**. Diámetro del tallo. **NHV**: Número de hojas verdes. **NPF/Cap.:** Número de pétalos fijados por capítulo. **FE**: FitoMas-E. **BF**. Bayfolan Forte. **FE + BF**: FitoMas-E + Bayfolan Forte.

a partir de la producción de flores del Cubasol 113. Resultaría interesante poder cuantificar la relación de estos indicadores y su aporte en la ganancia neta, pero se carece de los elementos suficientes para dar criterios al respecto pues, en Cuba, los precios de venta de la flor de girasol no siguen parámetros estandarizados en el mercado. Por ello se realizó un análisis de factibilidad a partir de la relación costo/beneficio, partiendo del criterio del cambio oficial de que 1 peso cubano (Moneda Nacional: MN) es igual a 1 dólar americano (USD).

En el girasol los conceptos de transporte, cosecha, riegos y limpiezas, así como la siembra, pueden incurrir en gastos considerables cuando se trate de producciones a grandes escalas. A estos indicadores se debe agregar la mano de obra y el gasto de combustible y lubricantes para la labor de riego (Cuadro 8).

Cuadro 8 - Costo de producción general del Cubasol 113 en el área experimental

Concepto de gasto	S. + SS. (pesos MN)	I.M. (pesos MN)	C + L (pesos MN)	Total (pesos MN)
Preparación de tierras	3,7	-	1,2	4,9
Aplicación de nutrientes	2,8	2,5	-	5,3
Aplicación de fertilizantes	2,8	4,8	-	7,6
Riegos realizados	3,5	-	11,53	15,03
Limpías realizadas	2,8	-	-	2,8
Siembra	2,8	2,35	-	5,15
Cosecha	2,8	-	-	2,8
Total	21,2	9,65	12,73	43,58

Leyenda: **S + SS**: Salario más Seguridad Social. **I.M.**: Importe Material. **C + L**: Combustible más lubricante; **MN**: Moneda Nacional.

Si se multiplica el número de flores producidas en una parcela por su precio en el mercado informal (2 pesos MN) se pueden estimar las posibles ganancias productivas, lo cual se refleja por bloques y tratamientos en el Cuadro 9 bajo el concepto de beneficio (pesos MN).

Los resultados varían de un tratamiento a otro, aunque los costos de producción sean similares. El tratamiento de mejor comportamiento fue a base de FitoMas-E + Bayfolan Forte (12241,25 pesos MN) pues se obtiene mayor rendimiento biológico y económico que para la aplicación de FitoMas-E

Cuadro 9 - Relación costo-beneficio (pesos MN) para la variedad Cubasol 113

Concepto de gasto	Costo general (MN)	Venta general (MN)	Beneficio (MN)
Testigo	5,25	9504	9498,75
FitoMas-E	17,25	11088	11070,25
Bayfolan Forte	22,25	10692	10669,75
FitoMas-E + Bayfolan Forte	34,75	12276	12241,25
Total	79 pesos	43560 pesos	43480 pesos

(11070,25 pesos MN), Bayfolan Forte (10669,75 pesos MN) y el bloque testigo (9498,75 pesos MN).

Estos resultados están en correspondencia con los enfoques agroecológicos pues son económicamente viables ya que minimizan los costos de producción al aumentar la eficiencia del uso de los recursos localmente disponibles. Por ello la importancia de la Agroecología como enfoque nuevo del desarrollo agrícola, más sensible a las complejidades de las agriculturas locales, al ampliar los objetivos y criterios agrícolas, para abarcar propiedades de sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos y equidad, junto con el objetivo de una mayor producción (Altieri, 2001).

Los estudios realizados permiten reconocer que se puede elevar la eficiencia de la producción con la disciplina tecnológica, el empleo de variedades más productivas y/o adaptadas a la localidad/época de siembra, disminuyendo así los costos de producción en este cultivo. Es razonable esperar una disminución aún mayor en los costos de producción para la semilla de las categorías registradas, certificada y comercial, no sólo por concepto del área que ocuparían, que conllevaría el empleo de maquinarias, sino por la menor cantidad de mano de obra especializada necesaria para su obtención.

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en el experimento con Cubasol 113, permiten concluir que:

- El girasol es una planta anual muy rústica, de clima continental, poco exigente a abonos y fertilizantes,

de crecimiento rápido, extraordinaria resistencia a la sequía y gran adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima. Sin embargo, no aparecen referentes sobre la fertilización foliar con FitoMas-E y Bayfolan Forte para suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado.

- Todos los tratamientos aplicados a la variedad Cubasol 113 mostraron indicadores morfológicos superiores y significativos con respecto al testigo. Esto valida la respuesta favorable del girasol a las condiciones edafoclimáticas presentadas en el

área experimental y la calidad de la fertilización foliar con FitoMas-E y Bayfolan Forte.

- El tratamiento de mejor comportamiento ante los diferentes indicadores morfológicos evaluados en el cultivo fue a base de FitoMas-E + Bayfolan Forte, pues se obtiene mayor rendimiento biológico y económico y, por tanto, mayor índice de venta y ganancia (12 276 pesos MN), comparado con la aplicación de FitoMas-E (11 088 pesos MN), Bayfolan Forte (10 692 pesos MN) y el bloque testigo (9 504 pesos MN).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A.; Barreiro, P.; Godefoy, M. & Boicet, T. (2011) – Efecto del Biobras-16 en algunos indicadores del crecimiento y rendimiento del tomate, variedad “Campbell-28”. *Revista Granma Ciencia*, vol. 15, n. 2, art. 1.
- Altieri, M. (2001) – *Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. [cit. 2015.09] <http://infoagro.net/shared/docs/a2/AgroecAltieri.pdf>
- Andrade, F.H. & Ferreira, M. (1996) – Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different source levels during grain filling. *Field Crop Research*, vol. 48, n. 2-3, p. 155-165. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(96\)01017-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(96)01017-9)
- Arce, G.E. & Valentinúz, O.R. (2014) – Evaluación de atributos de crecimiento y desarrollo en genotipos de girasol asociados a distintos ambientes en tres regiones de Argentina. *AGROTECNIA 22*. http://baunne.unne.edu.ar/revista_agrotecnia/pdfs/AG_22_14_01-Arce.pdf
- Cabezas, D.M. (2010) – *Modificaciones tecnológicas de lecitinas de girasol. Aplicaciones en el área alimentaria*. Tesis Doctoral. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- Chantaprasarn, B. & Preston, T.R. (2004) – Measuring fertility of soils by the biotest method. *Livestock Research for Rural Development*, vol. 16, art. 10.
- Cordero, Y.; Cruz, E. & Almaguel, R. (2010) – Efecto de dos abonos orgánicos en el crecimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) variedad Caburé-15. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, vol. 17, n. 2, p. 321-325.
- Crespo, G. & Rodríguez, I. (2000) – *Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animales en Cuba*. ICA. La Habana, Cuba. 72 p.
- Cruz, E.; Almaguel, R.E.; García, B.L. & Ly, J. (2006) – Effect of graded levels of treated pig slurry on sorghum feed fertilization. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, vol. 13, p. 135-138.
- Díaz, M. (2003) – Nutrición Mineral y Fertilización. In: Díaz-Zorita, M. y Duarte, G. (Eds.) – *Manual práctico para el cultivo de girasol*. Cap V. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 90 p.
- Díaz-Zorita, M.; Duarte, G.A. & Plante, E. (2003) – Nutrición mineral y fertilización. In: Díaz-Zorita, M. y Duarte, G.A. (Eds.) – *Manual práctico para el cultivo de girasol*. Argentina: Hemisferio Sur, pp. 77-96.
- Dosio, G.A.A.; Aguirrezábal, L.A.N.; Andrade, F.H. & Pereyra, V.R. (2000) – Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. *Crop Science*, vol. 40, n. 6, p. 1637-1640. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4061637x>
- Escalante, L.E.; Escalante, Y.I. & Linzaga, C. (2008) – La fertilización nitrogenada en el rendimiento del girasol en México. *Revista Agronomía Costarricense*, vol. 31, n. 2, p. 95-100.
- García, M.; Díaz, A.L. y Valdés, M.A. (2014) – El mejoramiento de los suelos: una experiencia desde la agroecología en la Cooperativa de Producción Agropecuaria Celso Maragoto Lara. *Revista Científica Avances*, vol. 16, n. 4, p. 315-326.

- Garza, S.M.; Gámez, H.; Zavala, F.; Cuevas, B. & Rojas, M. (2001) – Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, vol. 14, n. 1, p. 69-75.
- Guardia, M.D. & Benlloch, M. (1980) – Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiologia Plantarum*, vol. 49, n. 4, p. 443-448. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1980.tb03332.x>
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. (2015) – *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. La Habana: Ediciones INCA, ISBN 978-959-7023-77-7, p. 47.
- Instituto de Suelos (2010) – *Indicaciones prácticas de conservación de suelos para los agricultores (Ingeniería Medio Ambiental)*. La Habana: MINAG, 75 p.
- López, J. (1972). *El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2da edición.
- Mathers, A.C. & Stewart, B. (1982). Sunflower nutrient uptake, growth, and yield as affected by nitrogen or manure, and plant population. *Agronomy Journal*, vol. 74, n. 5, p. 911-915. <https://doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400050033x>
- Mena, J.L.; Díaz, A.L. & Aguilar, R. (2018) – Efecto de la densidad de población en el desarrollo y distribución de la biomasa del girasol, variedad Caburé – 15. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 41, n. 1, p. 23-35. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17248>
- Mena, J.L.; Díaz, A.L. & Valdés, A. (2015) – *Efecto de la aplicación de FitoMas-E y Bayfolan Forte en el desarrollo del Helianthus annuus L. (girasol), variedad Cubasol 113*. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río (mimeo).
- MINAGRI (2002) – *Mapa de suelos. Pan de Guajaibón 3584-III. Hoja 3583-IX, Herradura*. La Habana: Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. Ministerio de la Agricultura.
- MINAZ (2002) – *Sostenibilidad del Agroecosistema y evolución de Características Bioquímicas en Estudios de Larga Duración con Caña de Azúcar*. Ministerio Del Azúcar.
- Mohammad, Y.; Akhtar, B. & Shakoor, A. (1986) – Effect of spacing and nitrogen on the yield and yield components of sunflower under rainfall conditions. *Helia*, vol. 9, p. 53-56.
- Montano, R. (2008) – *FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental*. La Habana: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA).
- Otegui, M.E. & López, M. (2003) – Fecha de siembra. Capítulo 12. In: Pascale, A.J. (Ed) – *Producción de Cultivos de Grano. Bases funcionales para su manejo*.
- Rajput, A.L., Mishra, B.N., Yadav, R.S. & Singh, S.P. (1994) – Effect of spacing and method of nitrogen application on quality and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Indian Journal of Agronomy*, vol. 39, p. 493-495.
- Rodríguez, A.J.; Sánchez, Y.; Pérez, D. & Llorente, O. (2012) – Aspectos sobre el cultivo in vitro de girasol abordados en el INIFAT. *Revista Agrotecnia de Cuba*. http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2005-1/BIO37.pdf
- Salisbury, B.F. & Ross, C.W. (1992) – *Fisiología Vegetal*. México: Editorial Iberoamericana.
- Sistachs, M. & León, J.J. (1976) – Estudio comparativo de 5 variedades de girasol. *Revista Agronomía Tropical*. vol., 26, p. 1.
- Sistema de Información Geográfica (SIG) – (2014). *Imágenes de Cuba*. Imágenes de googleearth gvSIG 1.10.
- Steer, B.T. & Hocking, P.J. (1984) – Leaf and floret production in sunflower (*Helianthus annuus L.*) as affected by nitrogen supply. *Annals of Botany*, vol. 52, n. 3, p. 267-277.
- Terry, E.; Ruiz, J.; Tejeda, T.; Reynaldo, I. & Díaz, M.M. (2011) – Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultivos Tropicales*, vol. 32, n. 1, p. 134-139.
- Ujjanaiah, U.S.; Thimme Gowda, S.; Sridhara, S. & Prasad, T.G. (1995) – Effect of moisture, plant population and fertilizer regimes on yield of sunflower. *Helia*, vol. 18, n. 22, p. 77-82.
- United States Department Agriculture (1960) – *Soil classification: a comprehensive system: 7th approximation*. Washington, Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff, 265 p.
- Usman, T.; Hussain, J. & Khalil, K. (1980) – Effect of different doses of NPK fertilizers on seed yield' oil and protein content on the sunflower variety Turkish-473. *The Sunflower Newsletter*, vol. 4, n. 1, p. 1-14.