

Influencia de los HMA en la producción de semillas de malanga (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott).

Influence of AMF in seed production of taro (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott).

Autores: ¹Loexis Rodríguez Montoya* y ²Roberto González Valladares.

Formación profesional: ¹Master en Ciencia, Investigador Auxiliar; ²Master en Ciencia, Especialista.

Centro: Centro de Desarrollo de la Montaña, CITMA. ^{1 y 2}

E-mail: loexis@cdm.gtmo.inf.cu ¹

Resumen.

Constituyó objetivo de la investigación evaluar la influencia de los HMA en la producción de semillas de malanga (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott), clon Amarillo especial bajo condiciones de montaña. Como material de propagación para la producción de semillas se utilizaron cormelos con peso entre 50 y 100 gramos y vitroplantas con y sin el empleo de HMA. Se utilizó el producto comercial Ecomic a base de *Glomus hoi like* con más de 20 esporas.g⁻¹ de inoculante. Se evaluaron variables morfológicas y productivas, y en todos los casos se incrementó significativamente la producción de cormos y cormelos cuando se utilizaron vitroplantas inoculadas con Ecomic a razón de 1.5g en el proceso de aclimatización y luego 3.0g del mismo producto en el momento de la plantación. Los resultados permiten trazar estrategias para la producción de semillas del clon amarillo especial en condiciones de montaña.

Palabras clave: aclimatización, hongos y vitroplantas.

Abstract.

The objective of the investigation was to evaluate the influence of the HMA in the production of seeds of taro (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott), special yellow clone in mountain conditions. For seeds production were used the cormelos with 50 – 100g of weight and vitroplants with and without HMA. Was used the commercial product Ecomic constituted on the base of the gender *Glomus hoi like*, with guaranteed minimum quality, 20 g. spore - ¹. The morphological and productive changeable were evaluated and in all its was increment significantly the corms and cormels production with the use of vitroplants with inoculation of Ecomic 1.5g in the phase of acclimatization and 3.0g at the moment of being taken to field. With the results is possible to make strategy for to increment the seeds production of special yellow clone in mountain conditions.

Keywords: acclimatization, fungus and vitroplants.

Introducción.

La malanga es uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre. En los países tropicales constituye una de las viandas preferidas por la población, lo cual hace a esta especie un producto de alta demanda en el mercado nacional e internacional. Es por ello que los Ministerios de la Agricultura de los países de la Comunidad del Caribe (CARICOM) han planteado obtener un aumento en la producción de la misma con la finalidad de satisfacer las demandas crecientes de la población (López *et. al.*, 1995).

La producción de malanga en Guantánamo en los últimos cinco años ha alcanzado las 55 936 toneladas, dedicando para ello 10 922.2 ha, con un rendimiento de 5,22 t/ha, sin embargo, el potencial del cultivo puede llegar a las 60 t/ha.

Quintero *et. al.* (2001), planteó que como este cultivo se reproduce normalmente por vía agámica, facilita una amplia diseminación de plagas, enfermedades y virus que son las causante finalmente de pérdidas considerables en los rendimientos y contribuyen a la degeneración de los clones existentes y afecta la obtención de tubérculos destinados a semillas y consumo. Este constituye uno de los principales problemas que enfrenta el cultivo de la malanga en Guantánamo y da al traste con la disminución de los niveles productivos, sin despreciar otras cuestiones organizativas y de insumos.

Dentro del cultivo de la malanga, el clon Amarillo especial (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott), es uno de los más afectados por los problemas planteados anteriormente, su presencia en los planes de producción es inapreciable a pesar de poseer un elevado potencial productivo y alto valor nutricional.

La posibilidad del empleo de vitroplantas como fuente de semilla original para garantizar mayor disponibilidad y calidad de los cormelos que se demandan, ha sido poco explorado en Guantánamo, debido fundamentalmente a la necesidad de adoptar cambios tecnológicos que garanticen la supervivencia de las vitroplantas en el proceso de aclimatización y elevada atención en el campo.

La aplicación de cepas eficientes de hongos formadores de micorrizas (HMA) mejoran la absorción y el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas y contribuyen a hacer un uso racional de los fertilizantes (Caldero y González, 2007). Estos microorganismos trabajan, básicamente, sobre el abastecimiento de nitrógeno y fósforo hacia el vegetal; también se informan otras funciones no menos importantes: desarrollo radical más abundante y efecto protector contra enfermedades fúngicas de la raíz. Su empleo podría contribuir a implementar cambios tecnológicos más acordes con las condiciones ecológicas y económicas de los ecosistemas montañosos donde se desarrolla el cultivo de la Malanga en Guantánamo.

Debido a lo anterior se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar la influencia de los HMA y el material de propagación en la producción de semillas de malanga (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott), clon Amarillo especial bajo condiciones de montaña.

Materiales y métodos.

La investigación se realizó en el periodo comprendido entre abril 2009 hasta mayo de 2010 con el objetivo de evaluar Influencia de los HMA y el material de propagación en la

producción de semillas de malanga (*Xanthosoma atrovirens* (L.) Schott), clon Amarillo especial bajo condiciones de montaña.

Como material de propagación para la producción de semillas se utilizaron cormelos con peso entre 50 y 100 gramos como control de la producción (Foto 1a), para comparar sus potencialidades productivas frente al uso de vitroplantas (Foto 1b) con y sin el empleo de HMA, obtenidas en el Laboratorio de cultivos de tejidos del Centro de Desarrollo de la Montaña. Se utilizó el producto comercial Ecomic a base de *Glomus hoi like* con más de 20 esporas.g⁻¹ de inoculante adquirido en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de La Habana.

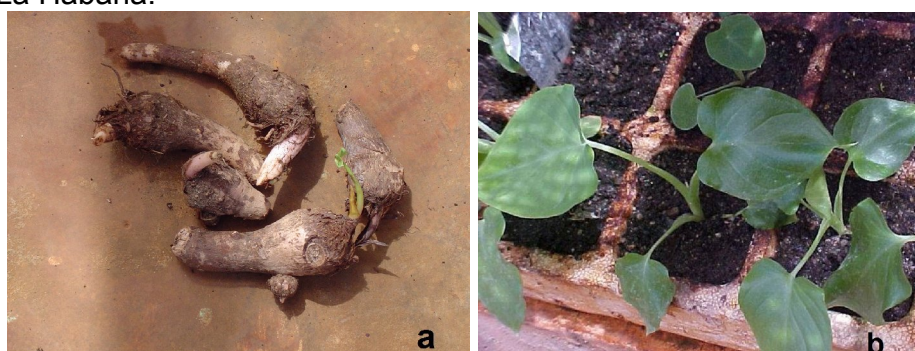


Foto 1. Material de propagación empleado para la producción de semillas de malanga. a) Cormelos. b) Vitroplantas aclimatizadas.

La plantación se realizó en época óptima de siembra (abril de 2009) con un marco de 0,90 x 0,35 m para una densidad de plantación 31 746 plantas, en dos localidades: CCSF “Luis A. Carbó” ubicada en el Consejo Popular Limonar de Monte Ruz, El Salvador y la CCSF “Pastor Martínez” ubicada en el Consejo Popular Palenque, Yateras. Ambos sitios con suelos Pardos mullido con carbonatos, cuya caracterización química física se realizó en el Laboratorio de suelo del Centro de Desarrollo de la Montaña (Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas y físicas de los suelos donde se realizó la plantación.

Tipo de suelo	pH (KCl)	M.O,%	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	CIC, cmol.kg ⁻¹	LSP, %	Hy,%
Pardo ¹	7,20	3,25	2,15	30,30	43,3	46,00	7,90
Pardo ²	7,35	3,60	3,10	32,25	44,2	46,2	7,85

¹ Pardo Sialítico mullido con carbonatos de Limonar de Monte Ruz; ² Pardo Sialítico mullido con carbonatos de Yateras; CIC: capacidad de intercambio catiónico; LSP: límite superior de plasticidad; Hy: humedad higroscópica.

Entre las variables más significativas para el cultivo; el pH, M.O y CIC muestran valores que se consideran adecuados para el cultivo de la malanga.

Se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, dispuestos en parcelas de 12,6 m² (3,5m x 3,6 m). Los tratamientos se describen a continuación:

1. Vitroplantas (sin Ecomic)
2. Vitroplantas (Ecomic 1,5g en aclimatización).
3. Vitroplantas (Ecomic 1,5g en aclimatización + 3,0g por planta en el momento de la siembra).
4. Cormelos (control).

En el momento de la cosecha (12 meses) se evaluaron las variables morfológicas: Número de hojas, Altura de las plantas (cm), Diámetro del tallo (cm). Como variables de rendimiento se evaluaron: número de cormelos, Peso fresco de los cormelos (g), Peso fresco del corno (g) y Rendimiento (t/ha).

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Statgraphics 5.1 plus, con el empleo de análisis de varianza de clasificación doble, y las medias se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan para $p \leq 0.05$.

Resultados y discusión.

Limonar de Monte Ruz

Los resultados de la aplicación de HMA en el material de propagación de malanga sobre algunas variables morfológicas se muestran en la Tabla 2.

Los mejores resultados se lograron con la utilización de vitroplantas con doble inoculación (tratamiento 3) para todas las variables (altura de la planta, número de hojas y grosor del tallo), con un incremento de la altura de la planta de 7% respecto a la utilización de cormelo. Para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 4.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en algunos parámetros morfológicos de la malanga.

No.	Tratamientos	Altura de la planta (m)	Número de hojas	Grosor del tallo (cm)
1.	Vitroplantas (sin Ecomic).	1,16 c*	4,9 b	4,20 c
2.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación).	1,18 b	5,0 ab	6,39 b
3.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación + 3,0g por planta en el momento de la siembra).	1,27 a	5,5 a	7,85 a
4.	Cormelos (control).	1,18 b	4,8 b	4,63 c
	Es	0,0066*	0,20*	0,32*

*Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0,5$).

Para el número de hojas, sólo la variante 2 no fue superada estadísticamente por el empleo de las vitroplantas con doble inoculación. En cuanto al grosor del tallo el empleo de cormelos y vitroplantas sin inocular mostraron los resultados más bajos.

Al analizar los componentes del rendimiento de la malanga, se encontraron producciones entre 13,05 y 19,0 cormelos por plantas (Tabla 3).

La doble inoculación de las vitroplantas, es decir en la fase de adaptación y de campo, incrementó este indicador en 31% respecto a la utilización de los cormelos sin HMA. Stewart *et. al.* (2005), reportaron un incremento de estolones por plantas madres de fresa en campo cuando utilizaron HMA.

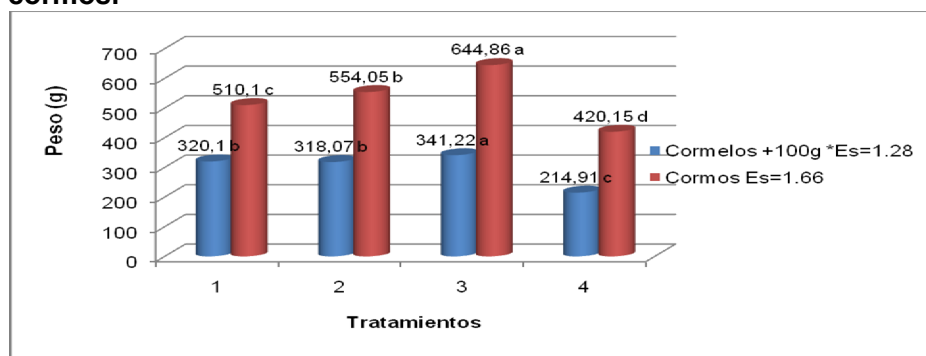
Tabla 3. Efecto de los tratamientos en la producción de cormelos.

No.	Tratamientos	Número total de cormelos
1.	Vitroplantas (sin Ecomic).	15,10 c*
2.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación).	17,0b
3.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación + 3,0g por planta en el momento de la siembra).	19,0 a
4.	Cormelos (control).	13,05 d
	Es	0,21 *

*Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0,5$).

Se encontró mayor peso de las variables cormelos con más de 100 g y cormos en el tratamiento 3, superando al resto de las variantes (Figura 1).

Figura 1. Efecto de los tratamientos en el peso de los cormelos con más de 100 g y cormos.



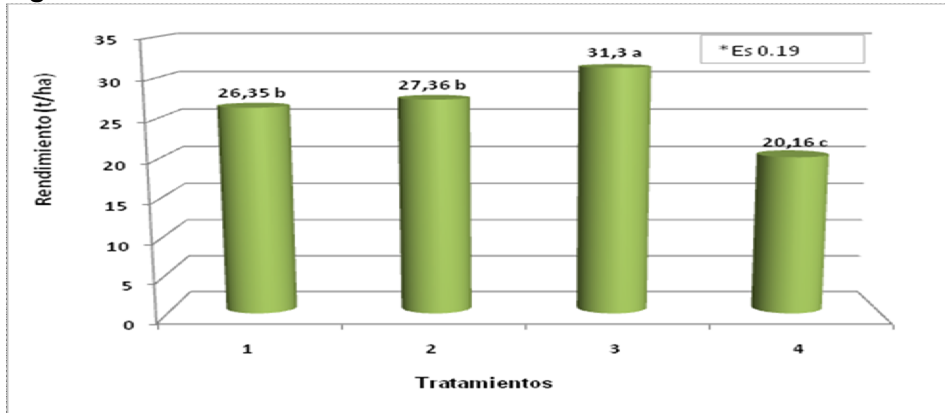
*Error estándar. Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0.5$). 1. Vitroplantas (sin Ecomic); 2. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación); 3. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación + 3.0g por planta en el momento de la siembra; 4. Cormelos (control).

Alarcón *et. al.* (2008), reportaron en boniato (*Ipomea batata*, (L), Lam) un número superior de tubérculos por plantas en las variantes experimentales sometidas a la biofertilización con *Azotobacter chroococcum* y el hongo micorrízico arbuscular (*Glomus sp*), de forma individual o combinados entre sí.

El peso de los cormos a partir de la utilización de vitroplantas respecto al empleo de cormelos se incrementaron en 21,4, 31,8 y 53,48% en los tratamientos 1, 2, y 3 respectivamente.

Similar comportamiento se encontró en el rendimiento del cultivo (Figura 2). En la medida que se utilizaron semillas micorrizadas, el indicador se favoreció; acentuándose con la doble inoculación de las vitroplantas con HMA (tratamiento 3) con incrementos de 64 % del rendimiento respecto al control.

Figura 2. Efecto de la inoculación de HMA en el rendimiento de la malanga.



* Error estándar. Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0.5$). 1. Vitroplantas (sin Ecomic); 2. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación); 3. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación + 3.0g por planta en el momento de la siembra; 4. Cormelos (control).

Sobre la ventajas de los HMA han informado varios autores (Terry, 2002 y Fernández *et al.*, 2006), que los mismos incrementan el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas, los cuales oscilan por lo general entre un 20 y 60 %; también aumentan el aprovechamiento de los nutrientes, los fertilizantes, la reducción de la aplicación de estos entre un 70 y un 80% y por consiguiente, disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos y no degradan los suelos, contribuyendo a la regeneración de los mismos.

Los HMA favorecen mejor comportamiento de las plantas frente a la sequía, mayor aprovechamiento de los nutrientes y disminución de los fertilizantes, tanto en condiciones de la agricultura familiar en pequeñas extensiones y con siembra manual, como en la agricultura intensiva, en grandes extensiones y con siembra mecanizada. Este producto permite su aplicación exitosa mediante el recubrimiento de las semillas, en dosis del 6 al 10% de su peso, por lo que se requieren pequeñas cantidades por hectáreas (1-6kg.ha-1), lo cual amplía sensiblemente el espectro de acción práctica de la simbiosis (<http://www.inca.edu.cu/productos/pdf/ecomnic.pdf>, 2008).

La efectividad micorrízica arbuscular puede ser interpretada de diferentes maneras, primeramente relacionada con el rendimiento de un determinado cultivo, o sea, la efectividad de un endófito sobre el crecimiento de la planta, con el número de propágulos en un ecosistema natural o la transferencia de nutrientes por unidad de carbohidratos intercambiados durante la simbiosis (Rivera *et al.*, 2003).

El efecto más importante que producen las micorrizas arbusculares en las plantas basa en el incremento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas atribuido al incremento de la absorción de agua y nutrientes en particular del fósforo el cual es de baja movilidad en el suelo (Hernández, 2001 y Singh *et al.*, 2002).

De acuerdo con Rivera *et al.* (2003), las especies fúngicas reportadas en los trabajos con viandas tropicales, así como, otros que han sido objeto de validación con diferentes especies y cepas de HMA, no presentaron el mismo comportamiento en las diferentes

condiciones edáficas estudiadas, lo cual es una consecuencia de la especificidad Suelo-HMA que se reporta (Siqueira y Franco, 1999) y que conlleva precisamente a la necesidad de encontrar cuales son las especies y cepas más efectivas en una condición edafoclimática dada.

Al parecer el uso del producto comercial Ecomic a base de la cepa *Glomus hoi like* se comportó de forma eficiente en suelos Pardos a pesar del reconocido efecto de esta cepa en lo suelos Ferralíticos Rojos. Esto coincide con los resultados obtenidos por Aranda (2010), en microinjertos de cacao, donde la cepa *G. hoi like* se comportó de forma eficiente en los suelos Pardos de Baracoa.

Yateras.

En las condiciones edafoclimáticas de Yateras, las plantas tuvieron un buen comportamiento morfológico, con incrementos de la altura de las plantas en un 10 % con la doble inoculación de HMA a las vitroplantas en relación a el empleo de cormelos. La siembra de vitroplantas inoculadas sólo en la fase de aclimatización incrementaron este indicador en un 4 % respecto al tratamiento control (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en algunos parámetros morfológicos de la malanga.

No.	Tratamientos	Altura de la planta (m)	Número de hojas	Grosor del tallo, (cm)
1.	Vitroplantas (sin Ecomic).	1,20 c*	5,3 b	6,5 c
2.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación).	1,25 b	5,6 b	7,4 b
3.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación + 3,0g por planta en el momento de la siembra).	1,30 a	6,0 a	8,2 a
4.	Cormelos (control).	1,18 c	5,0 b	6,0 d
	Es	0,77*	0,20*	0,13*

*Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0,5$).

Las vitroplantas sin inocular no marcaron diferencias respecto al empleo de los cormelos. En el indicador número de hojas se mantuvo la misma tendencia encontrada en el sitio Limonar de Monte Ruz. Para el grosor del tallo, los mejores valores se apreciaron en la doble inculcación de las vitroplantas. Se observaron diferencias significativas entre las vitroplantas inoculadas en la fase de aclimatización (tratamiento 2) y los cormelos (tratamiento 4). Es importante señalar que a pesar de no ser uno de los mejores tratamientos, el empleo de vitroplantas sin HMA permitió obtener mayor grosor del tallo que la utilización de cormelos.

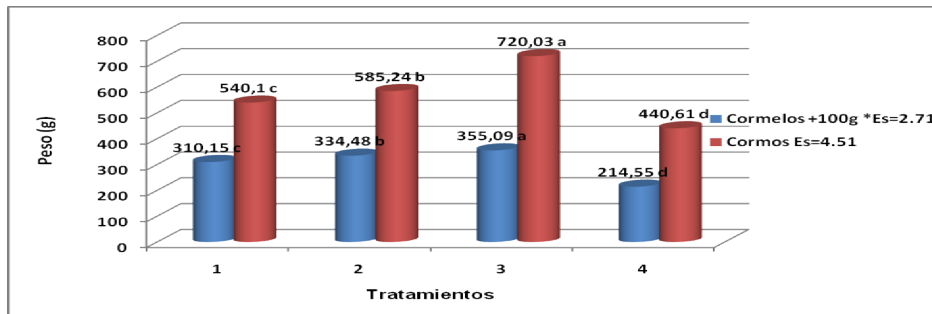
En cuanto a los diferentes componentes del rendimiento, se encontró que la inoculación de HMA en las vitroplantas de malangas en dos momentos (tratamiento 3) produjo el mayor número de cormelos (Tabla 5). De igual forma se favoreció el peso de los cormelos de más de 100 g y peso de cormos (Figura 3).

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en algunos componentes del rendimiento. Sitio Yateras.

No.	Tratamientos	No total de cormelos
1.	Vitroplantas (sin Ecomic).	12,80 d
2.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación).	16,95 b
3.	Vitroplantas (Ecomic 1,5g en adaptación + 3,0g por planta en el momento de la siembra).	18,8 a
4.	Cormelos (control).	13,45 d
	Es	0,33*

*Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0,5$).

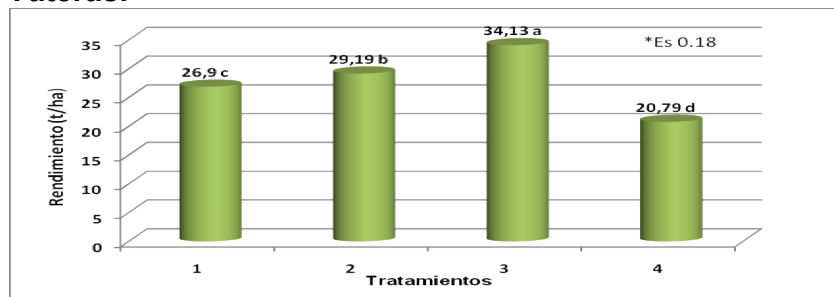
Figura 3. Efecto de los tratamientos en el peso de los cormelos con más de 100 g y cormos



*Error estándar. Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0,5$). 1. Vitroplantas (sin Ecomic); 2. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación); 3. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación + 3.0g por planta en el momento de la siembra); 4. Cormelos (control).

Se encontraron diferencias significativas para el peso de cormelos + 100 g y pesos de cormos entre los tratamientos vitroplantas micorrizadas en fase de aclimatización y los cormelos. Las variantes inoculadas resultaron mejores que aquellas donde no se utilizó como inoculante el producto comercial Ecomic. En cuanto a rendimiento se encontraron incrementos de los mismos respecto al testigo en el orden de 40,4% en vitroplantas micorrizadas en fase de aclimatización y de 64,16 % en las plantas con doble aplicación de micorrizas. El tratamiento donde se utilizaron vitroplantas sin inocular con HMA el incremento fue de 29,3 % (Figura 4).

Figura 4. Efecto de la inoculación de HMA en el rendimiento de la malanga. Sitio Yateras.



* Error estándar. Medias con letras iguales no difieren entre sí para Duncan ($p \leq 0.5$). 1. Vitroplantas (sin Ecomic); 2. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación); 3. Vitroplantas (Ecomic 1.5g en adaptación + 3.0g por planta en el momento de la siembra; 4. Cormelos (control).

Los menores valores de temperaturas y mayores acumulados de precipitaciones en Yateras respecto a Limonar fueron más propicios para alcanzar rendimientos del cultivo superiores (Figura 5 y 6).

Figura 5. Comportamiento de la temperatura media mensual 2009 en Limonar y Yateras.

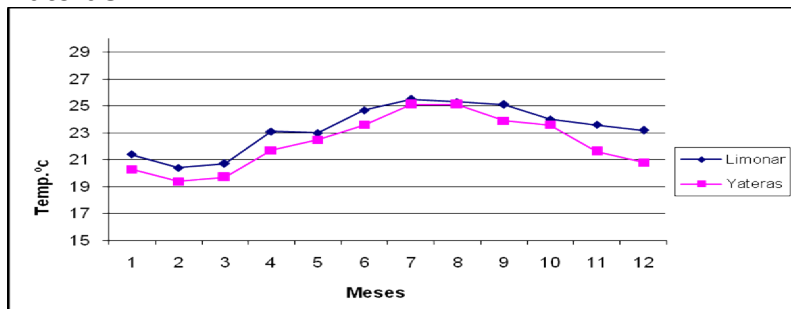
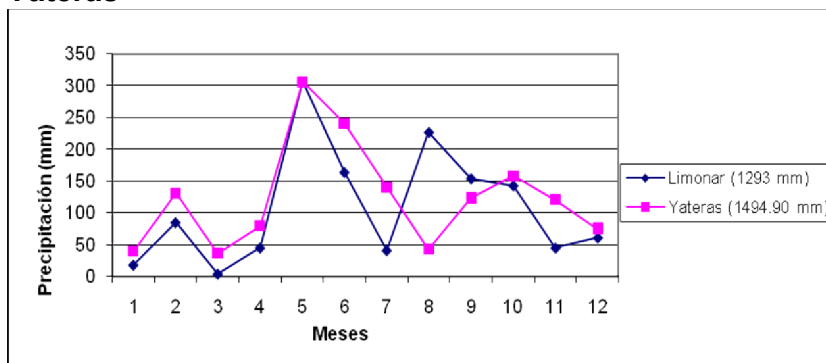


Figura 6. Comportamiento de las precipitaciones mensuales 2009 en Limonar y Yateras



En relación con esto Martín (2009), planteó que el rendimiento en la mayoría de los cultivos es específico del sitio y época del año y dependen del cultivar, prácticas de manejo y clima. No obstante, en ambas localidades los rendimientos alcanzados (31.30 y 34.13 Limonar y Yateras respectivamente) con la tecnología propuesta fueron superiores a los alcanzados como media en la provincia de Guantánamo en los últimos cinco años ($5.22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Conclusiones.

Se incrementó significativamente la producción de cormos, cormelos y rendimiento por área cuando se utilizó como material de propagación para la producción de semillas vitroplantas inoculadas con Ecomic a razón de 1.5g en el proceso de aclimatización y luego 3.0g del mismo producto en el momento de la plantación.

Bibliografía.

- (2008). Ecomic®, biofertilizante de amplio espectro Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Recuperado de: <http://www.inca.edu.cu/productos/pdf/ecomic.pdf>.
- Alarcón, A., Morales J., Oliva, E., Vega, A. & Boicet, A. (2008). Efecto de la aplicación de *Azotobacter chroococcum* y *Glomus sp* en el cultivo del boniato (*Ipomea batatas* (L), Lam). *Revista Electrónica Granma Ciencia*, 12(2).
- Aranda, R. (2010). *Efecto de diferentes fuentes de materia orgánica y cepas de HMA en la producción de posturas de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio Baracoa*. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias. Universidad Guantánamo: 70 p.
- Caldero, M. & González, P. (2007). Respuesta del pasto guinea (*Panicum maximum*, cv Likoni) cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado a la inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares. *Cultivos Tropicales*, 28(3), p. 33–37.
- Fernández, F.; Dell'Amico, J. & Rodríguez, P. (2006). Efectividad de algunos tipos de inoculantes micorrizicos a base de *Glomus hoi* "like" en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Amalia). *Cultivos Tropicales*, 27(3), p. 25-30.
- Hernández, M. (2001). *Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. La Habana. Tesis en opción al Grado de Master en Ciencias INCA: 80 p.
- López, M. & Vázquez, R. (1995). Raíces y Tubérculos. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y educación.
- Martín, G. (2009). *Manejo de la inoculación micorrizica arbuscular, la Canavalia ensiformis y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (Zea mays) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana*. La Habana. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas: 161 p.
- Quintero, S. & Rodríguez, H. A. (2001). Combate del *Dasheen mosaic potyvirus* (DMV) en malanga (*Xanthosoma* spp.) mediante la preinmunización con una estirpe débil (DMV-B). Resumen del seminario Internacional de Sanidad Vegetal. La Habana. Disponible en: <http://www.apsnt.org/meetings/div/crOlabs.asp>.
- Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Martín, J. & Fernández, K. (2003). El Manejo Efectivo de la Simbiosis Micorrizica. Una vía hacia la Agricultura Sostenible. Estudio de caso. El Caribe. Ediciones INCA. 166 p.
- Singh, C.; Sharma, A. & AndJhri, B. (2002). Host genotype determines the impact of soil phosphorus on arbuscular mucorrhizal symbiosis in maize (*Zea mays* L.). *Symbiosis* 33, p. 145-64.
- Siqueira, J. & Franco, A. (1999). Biotecnología de solo fundamentos e perspectivas. Ciencias nos Trópicos Brasileiros. *Serie Agronomía*, p. 235.
- Stewart, L.; Hamel, C.; Hogue, R. & Mautoglis, F. (2005). Arbuscular mycorrhizal inoculated strawberry plant responses in a high soil phosphorus rotation crop system. *Mycorrhiza* 15, p. 612-619.

Fecha de recibido: 14 jun. 2011
Fecha de aprobado: 26 sept. 2011