

NUTRICIÓN BIOORGANOMINERAL: UNA ALTERNATIVA PARA ELEVAR LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO „VERANO-1“ EN ORGANOPONÍA SEMIPROTEGIDA

Lissett Gutiérrez Hernández, Noel J. Arozarena Daza, Yoania Ríos Rocafull, Susana Calderón Piñar, Melba Cabrera Lejardi, Alejandro Comas Ramos, Sonia Álvarez Encinosa, María Julia Mendoza Estévez y Heidy López Alonso.

RESUMEN

Con el objetivo de incrementar la producción del pimiento en condiciones de organoponía semiprotegida, se condujeron experimentos en los organopónicos de La Catuca de la Empresa de Aseguramiento y Servicios, MINAG y Van Troi de la Empresa Hortícola Metropolitana, ambos en el municipio Boyeros. Se sembraron posturas de pimiento „Verano-1“ a 40 cm entre plantas de forma lineal y con 4 hileras en canteros de 27.6 m^2 . La variante biorganomineral consistió en la utilización de una mezcla de inóculos microbianos procedentes de los productos AZOMEG y ECOMIC®, de conjunto con una dosis de 30 g de fórmula completa $[\text{N}/\text{P}_{205}/\text{K}_{20} = 9/13/17]$ y estiércol vacuno como soporte orgánico. Se midieron indicadores como la altura de las plantas, número de hojas, las fenofases del cultivo, la Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), la tasa absoluta de crecimiento (TAC), Tasa de Asimilación Neta (TAN) y el Índice de Área Foliar (IAF) en diferentes momentos. Como indicadores del rendimiento se presenta la masa de los frutos y el rendimiento del cultivo. En todos los indicadores evaluados se observó un incremento significativo al ser comparados con el desarrollo del cultivo sobre sustrato organopónico. El rendimiento con la variante biorganomineral fue superior a 6 kg/m^2 , valor que duplica al encontrado en condiciones de producción en organoponía semiprotegida, por lo que puede considerarse este tipo de nutrición una alternativa útil para incrementar la producción del pimiento „Verano-1“ en la agrotecnología.

Palabras clave: pimiento „Verano-1“, nutrición biorganomineral, organoponía semiprotegida

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical —Alejandro de Humboldt (INIFAT), Cuba, fradioquimica@inifat.co.cu

**Biorganomineral nutrition: an alternative to increase the production of pepper
(*Capsicum annum* L.) cv. „Verano-1” under covered organoponic.**

ABSTRACT

The aim of this paper is research in biorganomineral nutrition as alternative to increase the production of pepper (*Capsicum annum* L.) cv. „Verano-1”. Two organoponics were selected: the Enterprise of Insurance and Services, MINAG, –Van Troil of the Metropolitan Horticultural Enterprise, –La Catuca both in Boyeros. Seedling of „Verano-1” were sowed to 40 cm among plants in a lineal way and with 4 arrays in seed bed with 27.6 m². The varying biorganomineral consisted on the use of a mixture of microbial inoculums coming from the products AZOMEG and ECOMIC together with a dose of 30 g of complete formula [N/P₂O₅/K₂O = 9/13/17] and cow manure as organic support. The several parameters were studied in different moments: plant height, number of leaves, the phenophases of the variety, the Relative Rate of Growth (TRC), the absolute rate of growth (TAC), Rate of Net Assimilation (TAN) and the Index of Foliar Area (IAF). The mass of the fruits and the yield of the variety are presented as indicators of the yield. The results show that indicators evaluated increased their yield over organoponic support. The yield with the biorganomineral variant was higher than 6 kg/m², which duplicates the yield under cover organoponic in production conditions. It was conclude that the varying biorganomineral increase the yield the „Verano-1” in agroecology production.

Key words: pepper cv. „Verano-1”, biorganomineral nutrition, covered organoponic

INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de hortalizas, bajo condiciones de cultivo semiprotegido cobra creciente importancia en el escenario agroproductivo cubano, por la notable contribución que puede hacer a la sostenibilidad alimentaria de la población. Esta modalidad agroproductiva propia de la agricultura urbana, suburbana y familiar, todavía en pleno auge y

crecimiento ocupa un total de 272 hectáreas, distribuidas en 482 instalaciones a lo largo del territorio nacional.

En el caso del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) las condiciones de protección creadas mediante los tendales inducen cambios en la actividad fisiológica de las plantas que justifican el estudio y propuesta de nuevas formas de

manejo nutrimental, en aras de lograr una mayor expresión del potencial de rendimiento de las variedades cultivadas, según Arozarena *et al.*, (2009). Estos autores también informan mejoras en la respuesta productiva de las plantaciones, como resultado del uso de inóculos microbianos en el manejo nutrimental de diferentes cultivares; sin embargo, esa mejora puede incrementarse a través del manejo biorganomineral de la nutrición, tal y como recomienda Lino (2005). Un estudio con ese objetivo para la variedad 'Verano-1' en condiciones de organoponía semiprotegida fue la razón de ser del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo durante la época óptima de siembra de la variedad seleccionada y en condiciones de producción, en dos instalaciones del municipio Boyeros, provincia La Habana, ubicadas en un área de 0.4295 km² con relación a la Estación Meteorológica de Santiago de las Vegas, lo que garantizó uniformidad en las condiciones climatológicas concurrentes.

El pimiento 'Verano-1' fue obtenido en 1980 en el INIFAT, por selecciones individual y masal, a partir de la variedad soviética '*Povadok malvari*'; su fruto, cónico y bilobulado, a veces trilobulado,

termina casi siempre en forma espatulada, según Rodríguez Nodals *et al.* (2011).

Posturas de la variedad fueron trasplantadas en cepellones, a canteros de 27.6 m² de superficie cultivable, sobre sustrato elaborado según lo recomendado en el Manual Técnico para Organopónicos, Huertos intensivos y Organoponía semiprotegida, en que se sustenta el trabajo de la agricultura urbana y suburbana en Cuba. El estudio consistió en la comparación de la forma de manejo de la nutrición, establecida para la agrotecnología en el citado Manual Técnico, a saber: suelo de fertilidad media y portador de materia orgánica (estiércol vacuno seco y descompuesto) a partes iguales, con una alternativa de carácter biorganomineral, basada en el empleo simultáneo de inóculos microbianos y fertilizante mineral, como suplemento de la calidad nutrimental del sustrato organopónico (Tabla 1); cada variante se estableció en un cantero por instalación productiva con una densidad de plantación de 8 plantas /m².

La variante biorganomineral (BOM) contempló la aplicación post trasplante de AZOMEG [2 x 10¹¹ UFC x mL⁻¹ de *Azotobacter chroococcum* y 3.2 x 10¹¹ UFC x mL⁻¹ de *Bacillus megatherium*] a

partir de una solución inicial de 1 mL de inóculo en 100 mL de volumen final, de la que se aplicó 1 mL por cada postura trasplantada; también se incluyó la aplicación de EcoMic® [5 g por planta

con una población efectiva de 25 esporas.g⁻¹], bioproducto comercializado por el INCA, y preparado con hongos micorrizógenos arbusculares de la especie *Glomus* sp.

Tabla 1.- Variantes de manejo nutrimental para pimiento (*Capsicum annuum* L.) 'Verano-1' en época óptima de siembra en condiciones de organoponía semiprotegida.

Tratamientos	Variantes nutrimentales
Testigo de producción	Sustrato organopónico tradicional
Manejo biorganomineral (BOM)	Sustrato organopónico tradicional + AZOMEG + ECOMIC® + fórmula fertilizante [9/13/17]

Ambos inóculos microbianos fueron mezclados al momento de su aplicación, con 50 g de estiércol vacuno seco y descompuesto y 30 g de fórmula completa para hortalizas [9/13/17]; esta mezcla constituyó para cada planta, la base del manejo biorganomineral de la nutrición.

Como indicadores de la respuesta vegetal se midió la altura y se contó el número de hojas de 10 plantas por variante, desde trasplante hasta inicio de cosecha y con frecuencia semanal. También se siguieron las fenofases y evaluaron las tasas relativa de crecimiento (TRC), absoluta de crecimiento (TAC) y de asimilación neta (TAN), junto al índice de área foliar (IAF),

mediante las ecuaciones citadas por Ramos, (2014) y Maqueira, (2014).

El rendimiento [kg/m²] se determinó teniendo en cuenta el peso fresco total de los frutos obtenidos en estado de madurez fisiológica, en tres áreas de 1 m² definidas en cada cantero en que se establecieron las variantes en estudio, lo que arrojó un total de seis réplicas por tratamiento.

Como procesamiento estadístico se emplearon la estadística descriptiva y el análisis de varianza de clasificación doble, en atención a la variabilidad entre sitios y canteros, con comparación de medias según prueba de Fisher para nivel de confianza del 95 %. Se emplearon el programa *Microsoft Excel* 2013 y el

paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1, todos en ambiente Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Figura 1, se presenta la respuesta vegetal en términos de altura, a cada manejo nutricional.

El tratamiento testigo muestra una tendencia similar a la que exhibe el cultivar en condiciones de campo abierto, según reportan Fernández *et al.* (2014), lo que sugiere que, para este indicador, la

densidad de siembra es adecuada a las condiciones de reducción de la radiación solar incidente, a que da lugar el tapado de la plantación. Entre ambos tratamientos, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la probabilidad de error asumida, durante los primeros 20 días posteriores al trasplante, con valores (cm) de 21.88 ± 2.47 y 20.84 ± 1.73 , para el testigo de producción y el tratamiento BOM, respectivamente.

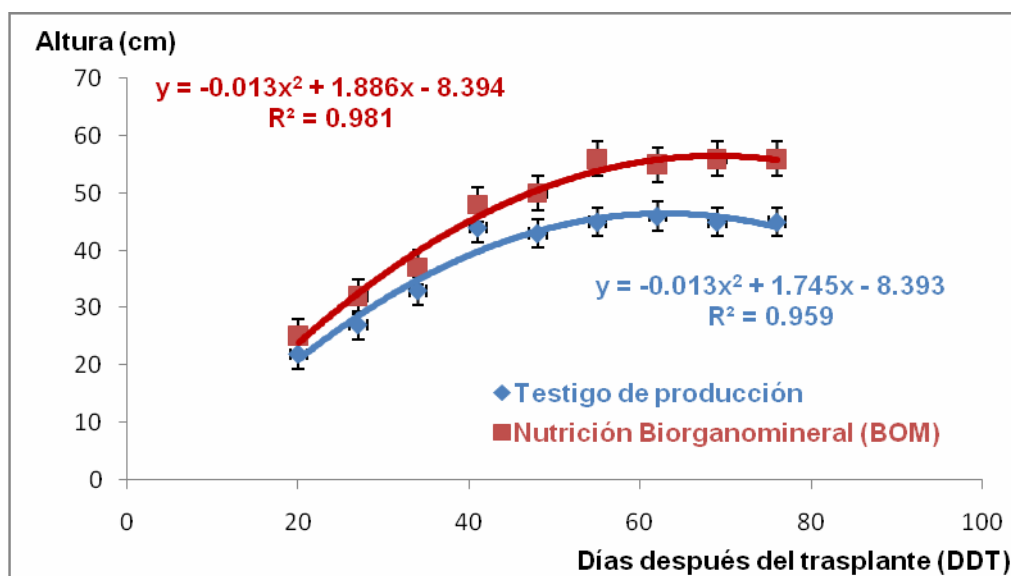


Figura 1.- Variación de la altura (cm) de plantas de pimiento 'Verano-1' en organoponía semiprotegida como respuesta a diferentes variantes nutrimentales: testigo de producción y variante biorganomineral (BOM). Los datos experimentales se ajustaron a polinomios que se ilustran con la secuencia continua de puntos, se presenta su dependencia y R^2 para cada caso. [n = 8 observaciones por variante; media $\pm$ s].

Los polinomios de segundo grado que describen la tendencia de la información mostrada, alcanzan sus valores máximos a los 69.7 ± 3.9 días después del trasplante pero en este caso los valores de altura de las plantas, sí difieren estadísticamente y son mayores para la variante BOM; entre ambos tratamientos, la diferencia entre las alturas respectivas, posteriormente al cese del crecimiento vegetativo de las plantaciones supera los 10 cm.

Si se asume al crecimiento, como incremento irreversible en el tamaño de las plantas, acompañado generalmente por cambios en la forma de las mismas y procesos de diferenciación celular, según Hunt (1978) y Taiz y Zeiger (2008), también se entenderá que en esta etapa, en que las plantas ya se encuentran en la fase de fructificación plena, la demanda y absorción de nutrimentos por las mismas alcanza sus mayores valores y que la magnitud de dicho consumo dependa del abasto nutrimental garantizado con cada alternativa de manejo en estudio.

Hay que tener en cuenta, junto a lo anterior, que el abasto nutrimental a disposición del consumo vegetal, también se ve favorecido por la actividad biológica inducida con el empleo de los inóculos microbianos empleados en la variante BOM, lo que concuerda con

apreciaciones de Khan, Zaidi y Wani (2007) y Martínez, (2011) sobre el efecto de estos insumos de manejo nutrimental.

De manera que si bien la fertilidad propia del sustrato en el testigo de producción, resultó adecuada tras las primeras semanas post trasplante, como ya se discutió, no lo fue para las posteriores fases de desarrollo de las plantaciones.

Similar tendencia de respuesta se observó en la variable número de hojas por planta (Figura 2). Durante los primeros estadios prácticamente hubo coincidencia entre los valores asociados a cada tratamiento mientras que al inicio de la cosecha, el valor correspondiente al testigo de producción [78.42 ± 9.49 hojas] sólo representó el 80 % del valor derivado del manejo biorganomineral, que también se caracterizó por la mayor intensidad del color verde de dicho órgano.

Esta respuesta diferenciada, para el órgano responsabilizado con la captación de luz solar y la actividad fotosintética, se puede interpretar como expresión de la correspondencia entre la satisfacción por las plantas de la demanda de energía propia de su metabolismo y la disponibilidad de las diferentes especies químicas implicadas en el mismo, bajo las condiciones de diferente eficiencia fisiológica, consecuencia del tapado.

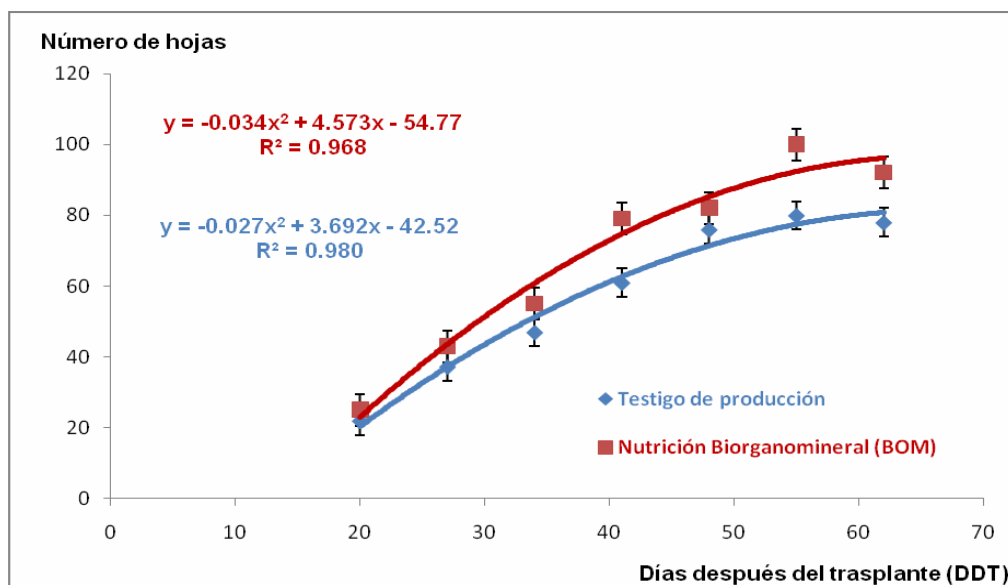


Figura 2.- Variación del número de hojas de plantas de pimiento *Verano-1* en organoponía semiprotectada como respuesta a diferentes variantes nutrimentales: testigo de producción y variante biorganomineral (BOM). Los datos experimentales se ajustaron a polinomios que se ilustran con la secuencia continua de puntos, se presenta su dependencia y R^2 para cada caso. [n = 8 observaciones por variante; media $\pm$ s].

El período vegetativo en el pimiento *Verano-1* se caracterizó por el engrosamiento del tallo, la formación de entrenudos y hojas a partir de las yemas terminales y apicales, tal como refiere Pérez y Martínez (1994). La fase reproductiva se inicia una vez alcanzada la madurez prefloral con la formación de flores, estructuras especializadas en la reproducción sexual Azcón-Bieto y Talón (2000). Hay que señalar que con las variantes nutrimentales las fenofases del

cultivo no se comportan de igual forma. La floración plena se alcanza 6 días antes con la variante biorganomineral al compararla con el testigo de producción, como se ilustra en la Tabla 2. Este fenómeno también ocurrió en la fase de madurez fisiológica, donde la etapa de fructificación también se acelera. Este aspecto es de suma importancia en condiciones de producción donde el acortamiento del ciclo vegetativo implica mayor aprovechamiento del espacio en el

tiempo y además mayor posibilidad mercado donde su consumo y demanda temprana de ofertar la hortaliza en el es bien alto.

Tabla 2.- Comportamiento fenológico de plantas de pimiento ‘Verano-1’ en organoponía semiprotegida como respuesta a diferentes variantes nutrimentales en época óptima. Etapas de floración y fructificación, desde el inicio hasta desarrollo pleno.

ETAPAS		TRATAMIENTOS	
		Testigo	BOM
FLORACIÓN	Inicio floración: (10% de plantas con flores)	27 DDT	22 DDT
	Floración plena: (50% de plantas con flores)	37 DDT	31 DDT
FRUCTIFICACIÓN	Inicio de fructificación: (10% de plantas con frutos formados)	35 DDT	31 DDT
	Fructificación plena: (50% de plantas con frutos formados)	52 DDT	46 DDT

Los indicadores fisiológicos se presentan en la Tabla 3. Se determinaron en los momentos en que comienza la floración y la etapa de fructificación plena, identificados anteriormente en el estudio de las fenofases para cada tratamiento en particular, evitando enmascarar los resultados reales de la experimentación, como propone tener en cuenta Torres (1989).

Se evidenció que con la variante biorganomineral se incrementa en mayor medida el área foliar y la biomasa seca en las plantas en comparación con el testigo de producción. Este fenómeno incidió en

la mejor respuesta fisiológica del cultivo expresada en las tasas relativa de crecimiento (TRC), absoluta de crecimiento (TAC) y de asimilación neta (TAN), y el índice de área foliar (IAF), como se muestran.

Hay que señalar que independientemente de la cantidad de hojas, con la variante biorganomineral se garantizó mayor área foliar, lo que representa a su vez, mayor área fotosintéticamente activa para la formación de asimilados que incidirán en la formación del fruto, lo que evidencia que la mezcla de inóculos microbianos: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus*

megatherium y hongos micorrizógenos arbusculares de conjunto con 30 g de fórmula completa para hortalizas, permite un mejor desarrollo fisiológico del cultivo en condiciones de organoponía semiprotegida. Resultados similares con el empleo de biofertilizantes fueron

encontrados por Lino *et al.*, (2005) para el cultivo del tomate y pepino.

El rendimiento corrobora lo encontrado en el análisis de los indicadores del crecimiento en el cultivo de pimiento 'Verano-1' (Tabla 4).

Tabla 3.- Comportamiento de los índices de crecimiento Tasa Relativa de Crecimiento (TRC), ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$); Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC), ($\text{g} \cdot \text{día}^{-1}$); Tasa de Asimilación Neta (TAN), ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) y el Índice de Área Foliar (IAF), en dos momentos del crecimiento del cultivo: desde trasplante a inicio de floración y fructificación plena,

	Trasplante a inicio de floración			
	TRC ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$)	TAC ($\text{g} \cdot \text{día}^{-1}$)	TAN ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$)	IAF
TESTIGO	1.35 ± 0.01 b	0.165 ± 0.002 b	0.93 ± 0.01 b	0.103 ± 0.002 b
BOM	1.61 ± 0.11 a	0.23 ± 0.03 a	1.3 ± 0.3 a	0.268 ± 0.007 a
Inicio de floración hasta fructificación plena				
TESTIGO	2.70 ± 0.06 b	0.36 ± 0.03 b	1.9 ± 0.1 b	54.46 ± 0.26 b
BOM	3.13 ± 0.04 a	0.57 ± 0.04 a	2.9 ± 0.2 a	57.40 ± 0.17 a

identificadas en cada uno de los tratamientos. [n = 8; media ± s; letras iguales del indicador en igual periodo no difieren significativamente con un nivel de confianza de 95 %].

Tabla 4.- Indicadores del rendimiento del pimiento 'Verano-1' desarrollado en organoponía semiprotegida con dos variantes nutricionales: masa fresca (g), largo y ancho de los frutos (cm) y rendimiento (kg/m^2). [Letras iguales no difieren significativamente con un nivel de confianza de 95 %].

Tratamientos	Masa fresca de los frutos (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Rendimiento (kg/m^2)
Testigo	69.47 ± 8.87 b	10.28 ± 0.61 b	4.24 ± 0.29 b	3.43 ± 0.51 b
BOM	93.56 ± 5.17 a	11.26 ± 0.93 a	4.96 ± 0.44 a	6.65 ± 0.06 a

Con la variante biorganomineral se obtuvieron frutos con mejor calidad. De igual modo se incrementó el número y la masa fresca los mismos logrando un rendimiento que duplica el obtenido en las condiciones establecidas para la agrotecnología. Con anterioridad, con esta misma variedad de pimiento, Montero, *et al.*, (2010), fundamentaron que el uso de biofertilizantes constituye una alternativa agronómica para aumentar los rendimientos del cultivo en condiciones de organopónico.

Por todo lo anterior se puede concluir que la variante biorganomineral conformada por la mezcla de inóculos microbianos: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y hongos micorrizógenos arbusculares de conjunto con 30 g de fórmula completa para hortalizas es una alternativa que garantiza mayor producción del pimiento „Verano-1“ en condiciones de organoponía semiprotegida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Editorial Universidad de Barcelona. España. ISBN 84-8338-182-6. p 403-419.

Fernández, L. y colectivo de autores. 2014. Catálogo de variedades. ISBN: 978-959-7223-06-1

Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Studies in Biology. No.96 Edward Arnold London.

Khan, M. S.; A. Zaidi and P. A. Wani. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: A review *Agronomy Sustainable Development* 27: 29-43.

Lino, A. 2005. Cultivo Protegido. Una alternativa para el manejo nutrimental de tomate y pepino en suelos Ferralíticos Rojos. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Nutrición y Biofertilización de los Cultivos. La Habana: INCA.

Maqueira, L. A. 2014. Relación de los procesos fisiológicos del desarrollo y de las variables meteorológicas, con la formación del rendimiento en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Los Palacios, Pinar del Río. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Martínez Viera R. 2011. Establecimiento de las bases científicas para la fabricación de biofertilizantes y bioestimuladores bacterianos de tercera generación. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en

Ciencias. La Habana: INIFAT

Montero L.; Duarte C.; Cun, R. y Cabrera. J. A. 2010. Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. Verano 1 cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. Cultivos Tropicales, Vol. 31 No. 3. La Habana jul.-set. ISSN 0258-5936

Pérez, F. y Martínez, J.B. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Depósito Legal BI- 40-94; ISBN 84-7114-471-9. p 101-106, 145-148

Ramos, L. 2014. Uso de PectiMorf®, FitoMas-E e inóculos microbianos para el enraizamiento de esquejes y

(MINAG).

el crecimiento de posturas de guayaba (*Psidium guajava*, L.) 'Enana Roja Cubana'. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Rodríguez Nodals, A. y colectivo de autores. 2011. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. La Habana: ACTAF/INIFAT, 208 pp. Séptima Edición.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2008. Plant Physiology. Quinta Edición. Editorial Cinaur. New York.

Torres, W. 1989. Análisis del crecimiento de las plantas. San José de las Lajas. 38 p.