



Nutrición y crecimiento en fase de vivero de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. y *Azadirachta indica* A. Juss, en el Municipio Centro, Tabasco-México

[Nutrition and growth in nursery phase of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. Y *Azadirachta indica* A. Juss, in Centro, Tabasco-México]

Maricela de Jesús ALOR CHÁVEZ¹, Regino GÓMEZ ÁLVAREZ¹, Esperanza HUERTA LWANGA¹, Juan Manuel PAT FERNÁNDEZ², Manasés GONZÁLEZ CORTÁZAR³ & Carlos DE LA CRUZ GONZÁLEZ⁴.

¹El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Villahermosa, México

²ECOSUR Unidad Campeche, México

³Centro de Investigación Biomédica del Sur, IMSS Xochitepec, Morelos, México

⁴División Académica de Ciencias de la Salud, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Contactos / Contacts: Maricela de Jesús ALOR CHÁVEZ - E-mail address: malor@ecosur.mx

Abstract

With the main objective of evaluate the principals agronomic parameters of soil and organic substrate, as well as nutritional indicators and biomass of medicinal plants used to control for diabetes *mellitus*: *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. and *Azadirachta indica* A. Juss, this research was conducted during 2010 and 2011 at El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). The growth of potted plants was evaluated in nursery phase, analysis of soil, plants and organic substrate were performed according to NOM 021-RECNAT-2000, which allowed to identify significant differences between crop plants and substrates used. The use of organic matter in the soil improved the nutrition indicators in more than 50% as well as the biomass increased.

Keywords: *Catharanthus roseus*, *Momordica charantia*, *Azadirachta indica*.

Resumen

Con el objetivo de evaluar los principales parámetros agronómicos de suelo y sustrato orgánico, así como indicadores nutricionales y biomasa de las plantas medicinales utilizadas para el control de la diabetes *mellitus*: *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. y *Azadirachta indica* A. Juss, se realizó esta investigación durante 2010 y 2011 en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). El crecimiento de las plantas fue en macetas evaluándose en fase vivero, los análisis de suelo, sustrato orgánico y plantas se realizaron de acuerdo a NOM 021-RECNAT-2000; lo que permitió identificar diferencias significativas entre cultivos de plantas y sustratos utilizados. El uso de materia orgánica en el sustrato mejoró los indicadores nutricionales de los cultivos en más de un 50% al igual que la biomasa se incrementó.

Palabras Claves: *Catharanthus roseus*, *Momordica charantia*, *Azadirachta indica*

Recibido | Received: 14 de Diciembre de 2011.

Aceptado en versión corregida | Accepted in revised form: 25 de Enero de 2012.

Publicado en línea | Published online: 30 de Marzo de 2012.

Este artículo puede ser citado como / This article must be cited as: Maricela Alor, Regino Gómez, Esperanza Huerta, Juan M. Pat, Manasés González, Carlos de la Cruz. 2012. Nutrición y crecimiento en fase de vivero de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. y *Azadirachta indica* A. Juss, en el Municipio Centro, Tabasco-México.

Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 11(2): 163 – 171.

INTRODUCCION

Para asegurar la nutrición y crecimiento de plantas es indispensable la fertilidad, la textura y el pH del suelo, así como agua, temperatura, energía luminosa, entre otros factores. Los procesos fundamentales en la nutrición de las plantas comprenden la absorción de los nutrientes, el intercambio de gases, el transporte de nutrientes en toda la planta, el catabolismo entendido como la degradación de las moléculas en otras más sencillas con obtención de energía y la excreción de sustancias tóxicas producidas durante el metabolismo celular. Cabe destacar que cada elemento nutritivo, como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, tienen funciones celulares muy importantes en la planta (Waizel, 2008).

Así, el nitrógeno forma parte de la estructura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, enzimas, coenzimas, vitaminas y pigmentos; interviniendo en procesos de fotosíntesis, respiración, síntesis, multiplicación y diferenciación celular. Por otro lado, el fósforo forma parte estructural de ésteres de carbohidratos, fosfolípidos, coenzimas y ácidos nucleicos; participando en los procesos de almacenamiento, transferencia de energía y fijación de nitrógeno. El potasio constituyente de quinasa pirúvica, síntesis de glutatión, síntesis de glutamylcisteína, deshidrogenasa aldehído; influye en procesos osmóticos, apertura y cierre de estomas, fotosíntesis, transporte de carbohidratos, respiración y fijación simbiótica de nitrógeno. El calcio forma parte estructural de los pectatos, carbonatos, oxalatos, fitatos. Constituyente de la alfa amilasa, fosfolipasa D, nucleasa. Interviene en los procesos de estructura y funcionamiento de las membranas, absorción iónica, reacciones con hormonas vegetales y activación enzimática (Maeder *et al.*, 2002).

Y el magnesio forma parte estructural de la clorofila. Constituyente de tioquinasa acética, quinasa pirúvica, hexoquinasa, enolasa, piruvato decarboxilasa; está presente en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, estabilidad de los ribosomas, entre otros (White y Brown, 2010).

En esta investigación se consideraron tres plantas medicinales, utilizadas como té para el control de la diabetes *mellitus* tipo 2, enfermedad que prevalece en el municipio de Centro, Tabasco y por

ser las más comercializables en los mercados públicos; conocidas como vicaria (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don), cundeamor (*Momordica charantia* L) y nim (*Azadirachta indica* A. Juss).

Catharanthus roseus (L.) G. Don, corresponde a la familia Apocynaceae, endémica de Madagascar; entre sus sinónimos se incluyen *Vinca rosea*, *Ammocallis rosea*, y *Lochnera rosea*; otros nombres comunes: vicaria, vinca del Cabo, vinca rosa, vinca rosada, y en inglés: "Old-maid" (Biblioteca Digital de Medicina Tradicional Mexicana, 2009). En México, se ha registrado en Campeche, Chiapas, Morelos, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Esta especie se encuentra cultivada ampliamente y está naturalizada en áreas subtropicales y tropicales del mundo. Es un arbusto anual que alcanza hasta una altura de un 1 m. Las hojas son de ovales, de 2.5 a 9 cm de longitud y de 1 a 3.5 cm de anchura, de color verde brillante, con un nervio central pálido. Las flores son blancas, con un tubo básico de 2.5 a 3 cm de largo y una corola de 2 a 5 cm de diámetro con cinco pétalos como los lóbulos. El fruto es un par de folículos de 2 a 4 cm de largo y 3 mm de ancho (Acosta y Rodríguez, 2002; Biblioteca Digital de Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

Se aprecia por su resistencia en condiciones secas y en deficiencia de nutrientes, popular en los jardines de zonas subtropicales donde las temperaturas nunca bajan de 5° a 7° C, y como planta de lecho floral en jardines de países de clima templado durante la estación más cálida. Se seleccionan por su período de floración más prolongado, a través del año en condiciones tropicales, y a partir de la primavera a finales de otoño en climas templados cálidos, prefieren pleno sol y suelo bien drenado. Se multiplica por semilla en enero y febrero, germina entre 10 a 20 días de 18° a 24° C. Las plagas y enfermedades de *C. roseus* son infecciones del hongo oídio, caracterizado por tener un micelio de polvo blanco y el cual se controla con azufre; puede aparecer podredumbre en las raíces cuando hay exceso de agua, los pulgones y hormigas negras locas pueden parasitar a la vicaria y se eliminan con bioinsecticidas como hojas de nim o virutas de cigarrillos (Acosta y Rodríguez, 2002).

Por otro lado, *C. roseus* se cultiva tanto como planta medicinal, como planta ornamental. En la medicina china tradicional, extractos de esta planta se han usado para tratar numerosas enfermedades, incluyendo diabetes y malaria entre otras (Kavinshankar *et al.*, 2011). Los alcaloides encontrados son vinblastina, reserpina y vincristina extraídas de la planta se usan en el tratamiento de la leucemia, cáncer, diabetes, control de microorganismos, entre otros. Es peligroso para la salud si se consume en fresco oralmente, puede ser alucinógeno. (Marcone *et al.*, 1997). La cantidad de biomasa generada a los 6 meses es 2 kg/m² ha sido reportada por Acosta y Rodríguez en 2002.

Momordica charantia L., es una planta trepadora, de la familia de las cucurbitáceas de los países tropicales, es nativa de África, en Asia e India el fruto es utilizado como alimento. Otros nombres comunes: bálsamo, catajera, cundeamor (Biblioteca Digital de Medicina Tradicional Mexicana, 2009), melón amargo, melón de ratón (Nee, 1993). En México, se ha registrado en Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Morelos, Nayarit, Puebla, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Planta herbácea, normalmente se encuentra en sitios perturbados, orillas de caminos y parcelas, se considera arvense. Es una planta anual que para su desarrollo requiere de tutores, sus hojas son alternas, delgadas, con 5 a 7 lóbulos, éstos con el ápice obtuso o agudo, con el margen a veces aserrado. Las flores solitarias o agrupadas sobre un pedúnculo que hacia la mitad o en la base presenta bráctea. Tiene fruto ovoide, de color amarillo-oro, abriendo de manera explosiva. Las semillas son elípticas y planas, (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Su propagación es por semillas y son dispersadas por aves y mamíferos; las semillas germinan de 20 a 25 días, dentro de dos semanas el tallo se alarga rápidamente, seguido de tallos secundarios. La floración comienza a los 55 días de ser sembrada, la planta tiene rizomas que pueden servir para la propagación vegetativa, la biomasa reportada a los seis meses ha sido de 1.9 kg/m², se cultiva ocasionalmente como ornamental y melífera. (Villaseñor y Espinosa, 1998; Agosto, 2007).

El cultivo se desarrolla en lugares con temperaturas entre 25° y 35° C, la floración se inhibe a 37° C, la planta puede llegar a medir hasta 5 metros de largo. El cundeamor crece bien en climas tropicales, tolera un amplio rango de suelos, pero

prefiere suelos bien drenados, franco arenosos, franco arcillosos, ricos en materia orgánica, con pH entre 5.5 a 6.9; en su forma silvestre crece bien en potreros, cercas, en bosques lluviosos en alturas no mayores a los 1000 msnm. Es empleado como un remedio popular principalmente para regular el nivel de azúcar en la sangre en los casos de diabetes, así como para la colitis, la disentería, parásitos intestinales, ictericia y la fiebre (Beyra *et al.*, 2004; Ooi *et al.*, 2010). Entre los componentes químicos del cundeamor, la charantina está identificada como un agente primario para la regulación de los niveles del azúcar en la sangre (Basch *et al.*, 2003).

Puede presentar enfermedades como Ceniza o Mildeu: *Sphaeroteca fuliginea* (Schelecht) Pollacci; gomosis, fusariosis o marchitez vascular por *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*. Las hojas y tallos atacados adquieren una coloración amarillenta y se secan. Las plagas de insectos pueden ser mosca blanca, pulgón y hormigas negras locas (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, 2005; Agosto, 2007).

Azadirachta indica A. Juss, el nim (en inglés *neem*), margosa o lila india (*Azadirachta indica* A. Juss.) es un árbol perteneciente a la familia Meliaceae. Es originario de la India y de Birmania, sólo crece en regiones tropicales y subtropicales (Ogbuewu *et al.*, 2011). El nim es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar de 15 a 20 metros de altura. Tiene abundante follaje todas las temporadas del año, pero en condiciones severas se deshoja, incluso casi completamente. La corteza es dura, agrietada y desde color gris claro hasta castaño rojizo. La savia es blanca grisácea y el corazón del tronco es rojo; cuando se expone a al aire se torna de castaño rojizo. Las raíces consisten de una robusta raíz principal y muy desarrolladas raíces laterales (Cuttler y Schmutters, 1999). Las flores son blancas y están dispuestas axialmente, normalmente parecido a panículas colgantes que miden más de 25 cm de longitud. Las inflorescencias, que se ramifican en tercer grado tienen 150 a 250 flores, su fruto es una drupa parecida a la aceituna en forma que varía desde un ovalo hasta uno ligeramente redondo, y cuando madura mide 14 a 28 mm de longitud y 10 a 15 mm de ancho. Su epicarpio es delgado, el mesocarpio es blanco amarillento, fibroso y sabor dulce, puede resultar desagradable al gusto (Cuttler y Schmutters, 1999). El árbol del nim tiene una notable resistencia a la sequía, normalmente sobrevive en zonas con condiciones áridas a

húmedas, con una precipitación pluvial entre 400 a 1200 mm. Puede desarrollarse en regiones con una precipitación inferior a los 400 mm, pero en ambos casos el desarrollo depende de la cantidad de agua subterránea (Ogbuewu *et al.*, 2011).

El nim puede desarrollarse en diferentes tipos de suelo, pero sobrevive mejor en sustratos bien drenados, profundos y arenosos (con un pH de 6.2 a 7). El árbol demanda mucha luz y temperaturas entre 26° y 36° C. El nim fue introducido para cultivo a otros países de Asia, a África, América, Australia y las islas del sur del Pacífico, está presente en zonas tropicales, se evita plantarlo en las zonas montañosas, la biomasa reportada en literatura ha sido de 2.6 kg/m² (Sagar y Sehgal, 1997; Rodríguez del Río, 2004). Contiene limonoides, los más significativos son la Azadirachtina, Salanina, Melantriol y Nimbina; este último le confiere sabor amargo y es al que se le atribuye el efecto terapéutico para el control de la diabetes *mellitus* (Shradha y Sisodia, 2010). En general la familia meliaceae contiene limonoides o tetranotriterpenos los cuales se han utilizados como antivirales, antifúngicos, antibacterianos, antineoplásicos y antimaláricos; la azadirachtina del neem es utilizada como bioinsecticida (Sagar y Sehgal, 1997, Ogbuewu *et al.*, 2011).

El objetivo de éste trabajo de investigación fue evaluar los principales parámetros agronómicos de suelo, sustrato orgánico (fertilidad de suelo y textura) y de nutrición de las plantas seleccionadas (crecimiento, producción de biomasa e indicadores nutricionales (%N, %P, %K). La idea de llevar a cabo la evaluación en macetas, fue porque en los últimos cuatro años a la fecha, en el municipio de Centro, Tabasco se presentaron periódicas inundaciones entre los meses de agosto a diciembre; por lo que con el uso de maceteros se evitaron pérdidas de recursos económicos, tiempo y esfuerzo; además que se favoreció la movilización del cultivo por la contingencia climática.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Municipio de Centro, Tabasco; el cual se encuentra en la cabecera municipal y la principal ciudad del Estado, Villahermosa. Las coordenadas geográficas son al norte 18° 20', al sur de 17° 43' de latitud norte; al este 92° 35', al oeste 93° 15' de longitud oeste. Se encuentra a una altitud de 9 metros sobre el nivel del mar. El clima es cálido y húmedo y la temperatura media anual es de 26° C y con 2000-4000 mm de

lluvia durante el año (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

Para conocer que plantas son utilizadas para el control de la diabetes mellitus tipo 2 y además presentan mayor demanda en la compra-venta, se realizó una encuesta en 4 mercados públicos del municipio de Centro, Tabasco-México; por cada mercado se llevaron a cabo 25 entrevistas, teniendo una muestra de cien entrevistas realizadas a personas (mujeres y hombres) totalmente al azar que se dedicaran a la compra-venta de plantas medicinales, es decir que se efectuaron entrevistas tanto a locatarios como a visitantes al mercado. Para la selección se consideraron las plantas con mayor frecuencia de uso referidas en las entrevistas realizadas resultando vicaria blanca (*C. roseus*), nim (*A. indica*) y cundeamor (*M. charantia*). Del total de la población estudiada el 47% usa vicaria blanca, 30% usa el neem, 14% el cundeamor y 9% otras como guarumo, sábila, nopal; las primeras tres plantas utilizando sólo las hojas.

De esta manera se eligieron las 3 plantas medicinales para el cultivo en suelo y sustrato orgánico. En total se manejaron 90 maceteros con capacidad de 10 kg cada uno. Cuarenta y cinco maceteros fueron destinados para suelo y los otros cuarenta y cinco para sustrato orgánico más suelo. Las semillas de *A. indica* y *M. charantia* fueron adquiridas en el Colegio de la Frontera Sur y de *C. roseus* en mercado José María Pino Suárez del municipio de Centro, Tabasco.

Crecimiento y producción de biomasa en plantas seleccionadas.

El desarrollo de las plantas sembradas en 90 macetas se evaluó durante el semestre enero a junio 2010 en fase vivero, usando suelo y sustrato orgánico. El espacio para los maceteros se acondicionó con techo de palmas sin paredes, para evitar la humedad del suelo, hormigas, calentamiento excesivo del piso o la posible alteración por aves, reptiles o personas ajenas a la investigación una tarima de madera con una altura de 1.20 metros.

Los suelos predominantes en la planicie de Tabasco son Fluvisoles y Gleysoles los cuales son suelos de textura arcillosas (Palma y Triano, 2002). El suelo empleado en este trabajo fue un Fluvisol éutrico y el sustrato orgánico fue elaborado con 50% suelo más 50% composta.

Germinación y crecimiento de plántulas

Se utilizaron dos sistemas de producción agronómica: suelo y suelo 50% + composta 50%; para el llenado de macetas de 10 kg y posteriormente sembrar las semillas de *C. roseus*, *M. charantia* y *A. indica*. El riego se efectuó en forma periódica de tal manera que se evitó la proliferación de hongos. La temperatura en vivero fue entre 25° a 30° C. Para los maceteros con

plantas de *M. charantia* se utilizó una malla de alambre la cual sirvió como tutor.

Se determinó la altura de las plantas mensualmente. La biomasa obtenida (g/m^2) de las tres plantas fue determinada al cabo de los seis meses. En la Tabla 1 se muestran las metodologías empleadas para el análisis de suelo y sustrato orgánico, como lo establece la Norma Oficial Mexicana. El análisis foliar de Nitrógeno se cuantificó por el método Semi-micro Kjeldahl; fósforo y potasio por espectrofotometría.

Tabla 1
Parámetros y métodos de análisis en muestras de suelo y sustrato orgánico

Determinación	Método *
Nitrógeno inorgánico (N) (mg/kg suelo)	AS-08
Fósforo (P) (mg/kg suelo)	AS-10
Potasio (K^+) (cmol/kg suelo)	AS-12
Calcio (Ca^{+2}) (cmol/kg suelo)	AS-12
Magnesio (Mg^{+2}) (cmol/kg suelo)	AS-12
pH	AS-02.
Materia orgánica (%)	AS-07
Clase textural	AS-09

*Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT, 2000

Análisis Estadístico

Para suelo y sustrato se realizó diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 2 sustratos X 2 períodos de tiempo y 15 repeticiones, midiéndose 7 variables de interés. Para el experimento de campo en plantas medicinales se empleó un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial 2 X 3 y 15 repeticiones, midiéndose 3 variables de interés (Daniel, 1999).

Los resultados obtenidos se evaluaron de acuerdo con el programa estadístico Minitab versión 16, realizando comparación de medias usando t-Student y posteriormente ANOVA de una vía ($p < 0.05$) realizando también comparación de medias por el método Tukey (Kuehl, 2001).

Las muestras de plantas se autentificaron por la responsable del herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT, Bióloga María de los Ángeles Guadarrama Olivera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de suelo y suelo-sustrato orgánico antes de sembrar semillas, se presentan en la Tabla 2, fertilidad de suelo y textura.

El suelo y sustrato orgánico muestran diferencias significativas en los diferentes parámetros considerados: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), pH, materia orgánica (M.O) y textura:

Tabla 2
Resultados de análisis de suelo y sustrato orgánico antes de la siembra de semillas

Parámetros agronómicos	Suelo	Sustrato Orgánico
Nitrógeno (mg/kg)	11.22 ± 0.88 a	20.08 ± 0.53b
Fósforo (mg/kg)	16.40 ± 0.51b	37.90 ± 0.79a
Potasio (cmol/kg)	0.15 ± 0.48 a	0.26 ± 0.88b
Calcio (cmol/kg)	1.80 ± 0.04 a	2.70 ± 0.67b
Magnesio (cmol/kg)	3.80 ± 0.007 a	5.80 ± 0.01b
pH	7.90 ± 0.07 a	7.70 ± 0.07b
Materia Orgánica	3.10 ± 0.11 a	5.60 ± 0.11b
Textura	Franco limosa arcillosa (32% de arcilla, 43% de limo y 25% arena).	Franco limosa (24% de arcilla, 69% limo y 7% arena).

S: Suelo, SO: Sustrato Orgánico, N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, pH: Potencial de Hidrógeno, MO: Materia Orgánica. Medias con letras (a, b) difieren significativamente entre sí según test de Tukey al 95%.

El contenido de nutrientes presentes en la composta aplicada al suelo estimuló la germinación y el crecimiento de las plantas medicinales en esta investigación. Los tiempos de germinación de las semillas sembradas para vicaria (*C. roseus*) fue de 3 a 5 días, en cundeamor (*M. charantia*) de 16 a 19 días y para nim (*A. indica*) de 8 a 10 días. El crecimiento de las plantas se enmarcaron en el periodo de enero a junio 2010, bajo condiciones de sombra (fase vivero),

temperatura promedio de 28° C, humedad 80% y riego cada tercer día; obteniéndose diferencias significativas en la altura. El cundeamor presentó mayor altura en comparación con la vicaria y el nim (Tabla 3). El incremento de la altura de 50% al transcurrir el tiempo hasta los noventa días, posteriormente el crecimiento de las plantas fue menor.

Tabla 3
Crecimiento (altura) de las plantas cultivadas en suelo y sustrato orgánico

Plantas	8 días	16 días	24 días	32 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días
<i>C. roseus</i>									
S (cm)	0.5a	1a	4a	9a	28b	47b	52b	58b	69b
S O	0.5a	1a	5a	10a	30a	48a	53a	61a	72a
<i>M.charantia</i>									
S (cm)	5a	10a	13b	20b	51b	66b	78b	94b	115b
S O	5a	10a	15a	23a	52a	68a	80a	95a	118a
<i>A. indica</i>									
S (cm)	1.2a	2.4a	4b	7a	25b	30b	42b	49b	65b
S O	1.2a	2.4a	5.2a	8a	26a	32a	43a	51a	68a

S: Suelo, SO; Sustrato Orgánico. Medias con letras (a, b) difieren significativamente entre sí según test de Tukey al 95%.

Al término de los ciento ochenta días, se realizó la cosecha de las tres plantas cultivadas en suelo y sustrato orgánico y posteriormente se efectuó análisis de suelo y sustrato orgánico donde se

muestran diferencias significativas en nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y materia orgánica (M.O) (Tabla 4).

Tabla 4
Análisis de fertilidad del suelo y sustrato orgánico

Plantas	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	MO (%)
Vicaria S SO	9.7 ± 0.80 b	12.8 ± 0.74b	0.12 ± 0.74 b	1.0 ± 0.04 b	2.1 ± 0.006 b	1.6 ± 0.05 b
	12.4 ± 0.86 a	19.8 ± 0.70 a	0.20 ± 0.56 a	1.7 ± 0.08 a	4.3 ± 0.007 a	3.2 ± 0.13 a
Cundeamor S SO	7.6 ± 0.77 b	12.2 ± 0.49 a	0.11 ± 0.88 b	1.1 ± 0.05 b	2.9 ± 0.008 b	1.1 ± 0.08 b
	14.1 ± 1.08 a	12.7 ± 0.88 a	0.16 ± 0.84 a	2.4 ± 0.03 a	4.3 ± 0.008 a	2.4 ± 0.04 a
Nim S SO	6.1 ± 1.12 b	5.7 ± 0.58 b	0.10 ± 0.91 b	0.9 ± 0.4 b	1.9 ± 0.007 b	0.84 ± 0.07 b
	10.7 ± 0.91 a	10.2 ± 0.72 a	0.14 ± 0.72 a	1.5 ± 0.5 a	4.6 ± 0.07 a	1.90 ± 0.07 a

S: Suelo, SO: Sustrato Orgánico, N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, MO: Materia Orgánica. Medias con letras (a, b) difieren significativamente entre sí, según test de Tukey al 95%.

En base a la NOM-021-RECNAT-2000, se considera que las características físicas y químicas de los suelos, el de mayor nivel de fertilidad fue superior en sustrato orgánico.

El pH fue el único parámetro que no mostró diferencia significativa en suelo y sustrato orgánico, para las tres especies de plantas en promedio fue de 7.6. Cabe destacar que los sustratos orgánicos de un alto valor nutricional contribuyen a obtener producciones de plantas más sanas, ecológicamente balanceadas y que además benefician las condiciones del entorno (Sánchez *et al.*, 2005). El nitrógeno (N) es un componente básico de las proteínas, la clorofila, las enzimas, las hormonas y vitaminas; la deficiencia de nitrógeno es más frecuente en suelos arenosos, cuando se tienen bajas concentraciones de nitrógeno, la producción de follaje se reduce; además de presentarse clorosis en las hojas más viejas y luego en las más jóvenes, las cuales adquieren un color verde pálido sin perder su turgencia, en el campo las plantas se vuelven enanas y raquílicas. Cuando se presenta deficiencia de fósforo (P) en suelo se

produce clorosis uniforme en las hojas inferiores de la planta, las cuales se tornan flácidas y adquieren un color amarillento y no alcanzan mucha altura. La deficiencia de potasio reduce la altura de la planta sin síntomas definidos, aunque se ha observado que las plantas generalmente tienen mayor número de hojas. Por otro lado, el calcio es importante en la regulación del agua de la planta, mientras que el magnesio es un componente de la clorofila, por lo cual es indispensable para el proceso de la fotosíntesis. Cabe destacar que la materia orgánica suministra una buena base para determinar la cantidad de nitrógeno disponible natural-mente por el suelo y los microelementos del suelo (Waizel, 2008).

Realizada la cosecha, se determinó la cantidad de biomasa de cada una de las plantas medicinales, en *C. roseus* (vicaria), *M. charantia* (cundeamor) y *A. indica* (nim) se encontraron las mayores cantidades de biomasa al utilizar sustrato orgánico como era de esperar; en la Tabla 5 se muestran las diferencias significativas entre las plantas cosechas en suelo y sustrato orgánico.

Tabla 5
Biomasa de las tres plantas medicinales a los 6 meses cosechada en sustrato orgánico

SUSTRATO	PARÁMETRO	VICARIA	CUNDEAMOR	NIM
Suelo	Biomasa (g/m ²)	56.93 b	449.93 b	97 a
Sustrato Orgánico	Biomasa (g/m ²)	60.94 a	477.87 a	102.87 b

Medias con letras (a, b) difieren significativamente entre sí según test de Tukey al 95%.

En cundeamor se obtuvo la mayor cantidad de biomasa tanto en suelo como sustrato orgánico por la absorción de los macronutrientes de fósforo y potasio. La vicaria presentó la menor cantidad de biomasa comparada con nim y cundeamor.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de análisis foliar de vicaria, cundeamor y nim; también se obtuvieron diferencias significativas al utilizar suelo y sustrato orgánico.

Tabla 6
Análisis de hojas secas de vicaria, cundeamor y nim en los diferentes sustratos

SUSTRATO	PARÁMETRO	VICARIA	CUNDEAMOR	NIM
Suelo	N (%)	1.1 b	1.26 b	1.05 b
	P (%)	0.045 b	0.054 b	0.04 b
	K (%)	0.3 b	0.5 b	0.1 b
Sustrato Orgánico	N (%)	2.6 a	2.3 a	2.0 a
	P (%)	0.08 a	0.9 a	0.8 a
	K (%)	0.8 a	0.9 a	0.2 a

N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio. Medias con letras (a, b) difieren significativamente entre si según test de Tukey al 95%.

El nitrógeno entra en la composición de los alcaloides que es un grupo de sustancias de notable importancia farmacológica (Waizel, 2008); en este estudio la vicaria presentó la mayor concentración (2.6%) de nitrógeno comparada con el nim (2.0%) y el cundeamor (2.3%) cultivadas en sustrato orgánico. La vicaria se caracteriza por tener los alcaloides vinblastina, reserpina y vincristina. El fósforo es un constituyente esencial de ácidos nucleicos y de nucleoproteínas, participa en la reproducción celular y por consiguiente en el desarrollo de los tejidos meristemáticos; las hojas de cundeamor (0.9%) presentaron la mayor cantidad de fósforo en comparación con el nim (0.8%) y la vicaria (0.8%). Varios de los constituyentes del extracto de cundeamor muestran propiedades hipoglucemiantes, el más interesante es un polipéptido aislado de las semillas llamado polipéptido P y un glucósido esteroídico llamados charantina (Basch *et al.*, 2003). El potasio interviene en el metabolismo vegetal, en la formación de aceites y el crecimiento de las hojas (Waizel, 2008); El cundeamor (0.9%) fue mayor que nim (0.2%) y vicaria (0.8%).

CONCLUSIONES

La germinación de semillas con más tiempo fue *M. charantia* (cundeamor) 19 días y las más rápidas fueron las semillas de *C. roseus* (vicaria) 5 días. El crecimiento de las plantas fue variado en vicaria a los 60 días presentó diferencia significativa, en cundeamor de los 60 a 180 días presentó mayor crecimiento que las dos plantas en estudio y en nim a

los 180 días fue el que presentó menor crecimiento que vicaria y cundeamor, por las condiciones de sombra y sembrado en maceta.

Realizando la comparación de suelo y sustrato orgánico, las tres plantas presentaron mayor biomasa en sustrato orgánico que en suelo; sobre todo en *M. charantia* 477.87 g/m². Los análisis de mayor porcentaje fue de nitrógeno (2.6%) en *C. roseus*, (2.3%) en *M. charantia* y *A. indica* (2%); mientras que en fósforo y potasio (0.9%) se obtuvo mayor porcentaje en *M. charantia* en las hojas cultivadas en sustrato orgánico. Para el cultivo de las tres especies medicinales, la textura Franco limosa (24% de arcilla, 69% limo y 7% arena) es la más recomendable para *C. roseus* (vicaria), *M. charantia* (cundeamor) y *A. indica* (nim). Con la aplicación de agrotecnologías tradicionales, permitieron una producción de forma sostenible e inocua para el ambiente, utilizando sustrato orgánico para el cultivo de *C. roseus* (Vicaria), *M. charantia* (Cundeamor) y *A. indica* (Nim).

REFERENCIAS

- Acosta L, Rodríguez C. 2002. Instructivo técnico para el cultivo de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. **Rev Cub Plant Med** 7: 1 - 6
- Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. 2005. **Hojas informativas del cultivo del cundeamor**. Guatemala.
- Agosto VA. 2007. **Evaluación de dos sistemas de tutorío en variedades de cundeamor (*Momordica charantia* L.)** La Fragua,

- Zacapa.** Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Basch T, Gabardi S, Ulbricht C. 2003. Bitter melon (*Momordica charantia*): A review of efficacy and safety. **Am J Health Syst Pharm** 60: 356 - 359.
- Beyra A, León MC, Iglesias E, Ferrándiz D, Herrera R, Volpato G, Godínez D, Guimaraes M, Álvarez R. 2004. Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camaguey, Cuba. **Ann Jard Bot Madrid** 61: 185 - 203.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana**, 2009. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, México.
- Cuttler P, Schmutteres H. 1999. Natural pesticides from the Neem seed and other plants. **J Ethnopharmacol** 333: 11 - 19.
- Daniel WW. 1999. **Bioestadística. Base para el análisis de las Ciencias de la Salud.** Uteha Noriega Editores. Tercera edición, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010. **Anuario estadístico de Tabasco.** INEGI y Gobierno del Estado de Tabasco, México.
- Kavishankar G b, Lakshmidivi N, Mahadeva M S. 2011. Diabetes and Medicinal plants-A review. **Int J Pharm Biomed Sci** 2: 65 - 80.
- Kuehl RO. 2001. **Diseño de experimentos, principios estadísticos para el diseño y análisis de Investigaciones.** Thomson Parainfo S. A. México.
- Marcone C, Ragozzino A, Seemuller E. 1997. Dodder transmission of alder yellows phytoplasma to the experimental host *Catharanthus roseus* (periwinkle). **Eur J Forest Pathol** 27: 347 - 350.
- Maeder P, Fliessbach A, Dubas D, Gunst L, Fried L, Niggli U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science** 296: 1694 - 1697.
- Nee M. 1993. Curcubitaceae. En Sosa V. (Ed.) **Flora de Veracruz.** Fascículo 74:93-96. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz-México.
- NOM-021-RECNAT-2000 (Norma Oficial Mexicana). 2002. **Especificaciones de fertilidad, salinidad, clasificación de suelos, muestreo y análisis.** Diario Oficial de la Federación, México.
- Ogbuewu IP, Odoemenam VU, Obikaonu HO, Opara MN, Emenalom OO, Uchegbu MC, Okoli IC, Esonu BO, Iloeje MU. 2011. The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agricultura, industry, medicine and environment: A Review. **Res J Med Plant** 5: 230 - 245.
- Ooi C P, Yassin Z, Hamid T A. 2010. *Momordica charantia* for type 2 diabetes mellitus. **Cochrane Database of Systematic Reviews** 17: Art. 2CD007845.
- Palma L, Triano S. 2002. **Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco.** Vol. II ISPROTAP-Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco, México.
- Rodríguez del Rio E. 2004. **El árbol de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) una especie para la ganadería.** Tesis de Maestría. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
- Sagar SK, Sehgal SS. 1997. Toxicity of neem seed coat extract against mosquitoes. **Ind J Entomol** 59: 215 - 223.
- Sánchez GV, Rodríguez GH, Carballo GC, Milanés FM. 2005. Influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. **Rev Cub Plant Med** 10: 1 - 6.
- Shradha B, Sisodia SS. 2010. Anti-hyperglycemic and antidyslipidemic potential of *Azadirachta indica* leaf extract in STZ-induced Diabetes mellitus. **J Pharm Sci Res** 2: 622 - 627.
- Villaseñor Ríos JL, Espinosa García FJ. 1998. **Catálogo de malezas de México.** México.
- Waizel BJ. 2008. **Las plantas medicinales y las ciencias, una visión multidisciplinaria.** Instituto Politécnico Nacional. México DF, México.
- White PJ, Brown PH. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. **Ann Bot** 105: 1073 - 1080.