

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y APLICACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) EN EL CULTIVO DE *Anthurium andreanum* EN ETAPA DE VIVERO

J. Corbera[✉], C. Morales, V. M. Paneque y J. M. Calaña

ABSTRACT. Anthurium is a much appreciated ornamental plant for its elegant leaves and beautiful flowers. It is a slowly-growing crop that completes its physiological cycle by going through three stages or phases: adaptation, acclimatization and nursery. Tissue culture is its most appropriate reproduction form and its development is based on available slightly acid substrates with a bulk density of about 0.60 kg.cm^{-3} and an estimated organic matter content of 25 %. It also requires well-aerated substrates. Besides, it is necessary to take into account other influential aspects to obtain a good seedling, such as mineral fertilization, use of growth promoters and, in the last decades, addition of soil microorganisms as biofertilizers. Experimental works were developed at the nursery stage in the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), over the period of June/2004-January/2006, with the objectives of localizing and characterizing adequate carriers to satisfy plant needs; preparing, characterizing and defining the possible influence of different substrate formulas on plants within this stage; determining the influence of different substrate pH values as well as evaluating the effects of AMF biofertilization on seedling growth in tested substrates. Results showed Anthurium answer to different substrates used, standing out those mixing acid peat+filter cake+zeolite, so proving the significance of substratum pH on crop development and growth, 6,5 being the most appropriate one. In general, a positive effect was recorded after applying mycorrhizal biofertilizers to Anthurium growth, these treatments showing a higher growth than those without it.

Key words: *Anthurium*, growing media, arbuscular mycorrhizae

INTRODUCCIÓN

El Anturio (*Anthurium andreanum*) pertenece a la familia de las Araceae, subfamilia *Pothoideae*, orden *Anthurieae* y género *Anthurium*. Es una planta herbácea perenne originaria de los bosques lluviosos de Colombia,

Ms.C. J. Corbera, Investigador Auxiliar, Dr.C. V. M. Paneque, Investigador Titular y Ms.C. J. M. Calaña, Especialista del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas; Ms.C. C. Morales, Investigador Auxiliar del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ corbera@inca.edu.cu

RESUMEN. El Anturio es una planta ornamental muy apreciada por la elegancia de sus hojas y belleza de sus flores. Es un cultivo de crecimiento lento, que para completar su ciclo fisiológico tiene que pasar por tres etapas o fases: adaptación, aclimatación y vivero. La forma más adecuada para su reproducción es por cultivo de tejidos y la base para su desarrollo es disponer de sustratos ligeramente ácidos con una densidad aparente aproximada de 0.60 kg.cm^{-3} y contenido aproximado de materia orgánica de 25 %. Además, requiere que los sustratos tengan buena aireación. Es necesario también tener en cuenta otros aspectos que influyen en la obtención de una buena plántula, como son la fertilización mineral, utilización de sustancias estimuladoras del crecimiento y, en las últimas décadas, la incorporación de microorganismos del suelo como biofertilizantes. Los trabajos experimentales se desarrollaron en la etapa de vivero en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) durante el período de junio/2004-enero/2006, con los objetivos de localizar y caracterizar portadores con propiedades que satisfagan las necesidades de las plantas; elaborar, caracterizar y definir la influencia que puedan tener diferentes fórmulas de sustratos en el cultivo en esta etapa; determinar la influencia de diferentes valores de pH de los sustratos, así como evaluar los efectos de la biofertilización con HMA en el crecimiento de las plántulas en los sustratos probados. Los resultados mostraron respuesta del Anturio a los diferentes sustratos empleados, destacándose aquellos donde se mezcló turba ácida+cachaza+zeolita, demostrándose la importancia del pH del sustrato en su desarrollo y crecimiento, resultando 6,5 el más adecuado para el cultivo. De manera general, se obtuvo un efecto positivo del empleo del biofertilizante micorrizógeno en el crecimiento del Anturio, mostrando los tratamientos micorrizados un crecimiento superior a aquellos donde no fue aplicado.

Palabras clave: *Anthurium*, sustratos de cultivo, micorrizas arbusculares

Ecuador y América Central, la cual se caracteriza por la belleza y durabilidad de sus flores. Lo que comercialmente se conoce como flor es en realidad una hoja modificada llamada espata. Al género *Anthurium* pertenecen más de 700 especies, siendo las más conocidas *Anthurium andreanum* que es utilizada como flor de corte; *A. scherzerianum* como planta para maceta; *A. scadens* como planta trepadora; *A. Acaudale* como planta de interior y *A. crystallinum* como planta para follaje (1, 2).

Es un cultivo de crecimiento lento, dura entre cinco y seis años, y para completar su ciclo fisiológico requiere pasar por tres etapas o fases: adaptación, aclimatación

y vivero. Por tanto, es importante en cada fase elegir un sustrato con una estructura estable, que proporcione suficiente espacio para que las raíces crezcan y puedan almacenar oxígeno, ya que la planta no pasa este elemento de las hojas a las raíces. El sustrato puede ser de dos tipos: el llamado medio inerte, un medio que no cambia y que no reacciona, como por ejemplo: la espuma de polifenol (oasis), piedra volcánica, lana de roca, etc. y un medio no inerte u orgánico que incluye la turba, la fibra de coco, el bagazo, etc. (2).

En Cuba existe diversidad de materiales de origen mineral y orgánico que, dadas sus características químicas y físicas, pueden permitir preparar sustratos de alta calidad, tales como: estiércol, cachaza, turba, humus de lombriz, compost, gallinaza, guano de murciélago, biotiembras, cáscara de arroz, arenas, zeolitas, etc.

Además de la calidad de los sustratos donde se desarrollan las plantas, existen otros aspectos que influyen en la obtención de una buena plántula, como son la fertilización mineral, utilización de sustancias estimuladoras del crecimiento y, en las últimas décadas, la incorporación de microorganismos del suelo como biofertilizantes, ya que estos no solo son capaces de fijar nitrógeno atmosférico y aumentar la capacidad extractiva de los nutrientes por las raíces, sino que también producen sustancias promotoras del crecimiento vegetal y brindan cierta protección al sistema radical contra patógenos (3), siendo el objetivo de la aplicación de los biofertilizantes, el de contribuir a mejorar la calidad y productividad de los cultivos, mediante la eliminación total o parcial de los fertilizantes minerales, e introducirlos unidos a los abonos orgánicos, como tecnología para producir una agricultura ecológica y sustentable (4).

Dentro del grupo de biofertilizantes empleados en la agricultura se encuentran las llamadas micorrizas, que se definen como la «simbiosis endófito, biotrófica y mutualista que prevalece en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas, caracterizada por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta, por la regulación de las funciones y el intercambio de metabolitos con beneficios mutuos» (5). Constituyen un importante factor biológico dentro de la estructura y el funcionamiento de los suelos, e inciden sobre el comportamiento ecológico, la productividad y composición de comunidades vegetales naturales, así como de cultivos agrícolas y plantaciones forestales.

Tomando en consideración lo señalado anteriormente, se realizaron diversos trabajos experimentales en la fase de vivero, con los objetivos de localizar y caracterizar portadores con propiedades que satisfagan las necesidades de las plantas; elaborar, caracterizar y definir la influencia que puedan tener diferentes fórmulas de sustratos sobre el cultivo en esta etapa; determinar la influencia de diferentes valores de pH de los sustratos, así como evaluar los efectos de la biofertilización con HMA sobre el crecimiento de las plántulas en los sustratos evaluados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos experimentales se desarrollaron en los departamentos de Genética y Mejoramiento Vegetal, así como Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), durante el período de junio/2004-enero/2006, en condiciones semicontroladas (casa tapada y bajo cubierta impermeable).

Se evaluó la etapa de vivero y para ello se utilizaron plantas de Anturio (*Anthurium andreanum*) var. Tropical, provenientes de la fase de aclimatización.

Estudios de sustratos

La ejecución de los trabajos para la fase de vivero contempló tres etapas:

- Localización, selección y caracterización de los portadores (abonos orgánicos, zeolita y suelo) necesarios para preparar las diferentes fórmulas de sustratos que se pudieran utilizar para el cultivo del Anturio.
- Preparación de las fórmulas de los sustratos utilizando diferentes portadores en proporciones variadas, de modo que se pudieran lograr sustratos con características que permitieran un buen desarrollo del cultivo.
- Evaluación del comportamiento del cultivo en los sustratos.

Selección y caracterización de los portadores más importantes para la producción de sustratos. Tomando en cuenta experiencias anteriores (6, 7, 8), se seleccionaron los siguientes portadores: turba ácida, turba rubia, cachaza, estiércol vacuno, compost de fibra de coco, cáscara de arroz, cáscara de maní, suelo y zeolita, los cuales fueron caracterizados para su posterior utilización como sustrato. *Producción de sustratos para la ejecución de los experimentos con el cultivo del Anturio. Combinaciones de portadores y características químicas.* A partir de las caracterizaciones realizadas a los portadores seleccionados, se formularon tres sustratos para su empleo en el experimento de vivero con el cultivo del Anturio. La diferencia fundamental entre ellos fue que se utilizó suelo, zeolita y fibra de coco como material complementario, variando en esta última la proporción turba ácida-cachaza. A estas formulaciones también se les realizó la caracterización con el objetivo de ser evaluadas en el cultivo.

Ejecución del trabajo experimental. Para el trabajo experimental se utilizaron plantas obtenidas en la fase de aclimatización, para dar continuidad al proceso de desarrollo del Anturio, las cuales fueron plantadas en macetas de 1.7 L de capacidad.

El experimento se condujo durante 11 meses con un diseño experimental completamente aleatorizado y 10 repeticiones, donde se utilizaron como tratamientos tres fórmulas de sustratos y un sustrato testigo de producción empleado por la empresa Frutiflora.

A los 11 meses de edad se hicieron las siguientes evaluaciones: emisión de hojas, altura de tallos (cm), área foliar (cm²) y longitud del pedúnculo (cm).

Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para discriminar la diferencia entre las medias.

Estudio de pH en sustratos para el cultivo del Anturio

Para el desarrollo del trabajo experimental se prepararon cinco (tratamientos) fórmulas de sustratos, utilizando los portadores suelo, abono orgánico (cachaza, turba ácida) y zeolita. Los valores de los pH de los sustratos estuvieron comprendidos entre 6 y 6.9.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos y 10 repeticiones.

A los seis meses de plantado el experimento, se evaluó la longitud del pedúnculo de las hojas, teniendo en cuenta que los estudios realizados en este cultivo (9) han demostrado que esta variable es la que mejor manifiesta las diferentes acciones o variaciones a que están sometidas las plantas durante su desarrollo.

Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para discriminar la diferencia entre las medias.

Estudio de la aplicación del biofertilizante micorrizógeno en el cultivo del Anturio

Ensayo 1. El estudio se desarrolló sobre tres fórmulas de sustratos predefinidas, a las cuales se le aplicó la cepa de micorriza arbuscular *Glomus hoi* like a una dosis de 5 g.planta⁻¹.

El experimento se montó en macetas de 1L de capacidad en un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones y se evaluó a los seis meses de edad la longitud del pedúnculo de las plantas.

Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para discriminar la diferencia entre las medias.

Ensayo 2. Para el desarrollo del trabajo experimental se prepararon cinco fórmulas de sustratos (tratamientos) utilizando los portadores suelo, abono orgánico (cachaza, turba ácida) y paja de arroz, con diferentes niveles de materia orgánica a partir de las proporciones de estos materiales utilizados en la mezcla, con el objetivo de evaluar el efecto del biofertilizante sobre el crecimiento del cultivo al disminuir las cantidades de materia orgánica presentes en el sustrato.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos y 10 repeticiones, y se aplicó la cepa de micorriza arbuscular *Glomus hoi* like a una dosis de 5 g.planta⁻¹.

El experimento se evaluó a los seis meses de plantado, midiéndose la longitud del pedúnculo de las plantas.

Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para discriminar la diferencia entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios de sustratos

Selección y caracterización de los portadores más importantes para la producción de sustratos. En las Tablas I, II y III se presentan los diferentes portadores evaluados y su correspondiente caracterización química, de manera que a partir de esta pudieran ser utilizados para la conformación de sustratos a evaluar en el cultivo del Anturio.

Tabla I. Caracterización química del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado utilizado para preparar los sustratos (10)

Determinaciones		Resultados
pH (H ₂ O)		7.5
Materia orgánica	%	3.24
Nitrógeno asimilable (N)	kg.ha ⁻¹	97
Fósforo asimilable (P)	ppm	59
Potasio intercambiable (K)	cmol.kg ⁻¹	1.19
Calcio intercambiable (Ca)		16.90
Magnesio intercambiable (Mg)		2.20
Sodio intercambiable (Na)		0.50
Capacidad de cambio de bases		20.79

Tabla II. Resultados de la caracterización química de los abonos orgánicos (portadores) utilizados para preparar los sustratos

Determinaciones		Portadores (datos en base húmeda)						
		Turba ácida	Cachaza	Fibra de coco	Cáscara de arroz	Turba rubia	Estiércol vacuno	Cáscara de maní
Humedad	%	36.7	48.22	10.60	10.60	35.0	29.0	43.54
Densidad aparente	kg.dm ⁻³	0.70	0.56	0.19	0.19	0.28	0.38	0.195
pH (H ₂ O)		3.5	7.1	6.1	6.1	3.2	8.4	6.3
Materia orgánica	%	24.70	24.80	30.40	30.40	61.30	26.05	32.70
N total		0.90	0.75	1.43	1.43	0.60	1.78	1.00
P total		0.20	1.44	0.51	0.51	0.07	0.68	0.13
K total		0.07	0.14	0.04	0.04	0.20	0.08	0.23
Ca total		0.45	0.79	1.48	1.48	0.90	2.67	0.68
Mg total		0.11	0.25	0.10	0.10	0.10	0.97	0.24
Na total		0.08	0.08	0.10	0.10	0.06	0.17	0.08
Relación C/N		16:1	19:1	12:1	12:1	59:1	9:1	19:1

Tabla III. Caracterización de la zeolita utilizada para preparar los sustratos

Determinaciones		Resultados	
Caracterización física			
Densidad aparente	kg.dm ⁻³		1.2
Granulometría	Partículas >2 mm	%	5.5
	Partículas <1 mm		14.18
	Partículas >1 a <2 mm		80.29
Caracterización química			
pH (H ₂ O)			8.1
CO ₃ Ca libres	%		4.8

Producción de sustratos para la ejecución de los experimentos con el cultivo del Anturio. Combinaciones de portadores y características químicas. En la Tabla IV se presentan las diferentes fórmulas de los sustratos conformados para ser utilizados en el experimento de vivero y sus caracterizaciones químicas, los cuales tienen pH próximo a 6 y una relación C/N baja. Como materiales

complementarios se utilizaron el suelo, la zeolita y la fibra de coco. Además, se muestran características fundamentales del sustrato utilizado por la empresa Frutiflora para desarrollar el cultivo, el cual fue empleado como testigo en el trabajo experimental.

Ejecución del trabajo experimental. La obtención de sustratos (fórmulas) bien caracterizados con la utilización de los portadores más adecuados compatibles con el cultivo del Anturio, permitió realizar el trabajo experimental para determinar las condiciones en que esta planta manifiesta mejor su capacidad para crecer y desarrollarse.

Se observa en la Tabla V que el mejor comportamiento corresponde a la fórmula 3 (relación turba ácida-cachaza-zeolita en la proporción 40-40-20), reflejando mejor desarrollo y estabilidad en la plantación. El sustrato de la fórmula 4 (testigo) con 80 % de turba ácida y el 20 % de fibra de coco, fórmula utilizada por la empresa Frutiflora como sustrato de producción, mostró los valores más bajos en el crecimiento y desarrollo del Anturio.

Tabla IV. Composición de los sustratos utilizados para la producción de Anturio en la fase de vivero y su caracterización química

Determinaciones		Fórmulas (proporciones en peso)			
		Turba ácida 40 Cachaza 40 Suelo 20	Turba ácida 40 Cachaza 40 Zeolita 20	Turba ácida 50 Cachaza 30 Fibra de coco 20	Turba ácida 80 Fibra de coco 20
pH (H ₂ O)		6.2	6.3	6.1	6.0
Densidad aparente	kg.dm ⁻³	0.68	0.68	0.63	0.73
Humedad	%	21.37	20.43	20.33	
Materia orgánica		20.80	19.80	22.53	16.80
N asimilable	kg.ha ⁻¹	624	594	676	
N total	%	1.17	1.35	1.34	
P asimilable	ppm	2461	3575	2518	
K intercambiable	cmol.kg ⁻¹	1.02	1.30	1.21	
Ca intercambiable		25.0	27.80	24.60	
Mg intercambiable		5.60	4.60	4.80	
Na intercambiable		0.36	0.17	0.80	
CCB		31.98	33.87	30.61	
Relación C/N		10:1	9:1	10:1	

Tabla V. Efecto de los sustratos sobre el crecimiento y desarrollo del Anturio. Fase de vivero. Período vegetativo 11 meses. Evaluaciones realizadas al final del ciclo

No.	Fórmulas		Emisión de hojas	Evaluaciones (valores promedio)		
	Portadores	Proporciones porcentaje en peso		Altura de tallos (cm)	Área foliar (cm ²)	Longitud del pedúnculo (cm)
1	Turba ácida	40	6.6 bc	4.2 b	44.23 d	14.16 b
	Cachaza	40				
	Suelo	20				
2	Turba ácida	50	7.1 b	4.6 a	55.61 b	15.56 a
	Cachaza	30				
	Fibra de coco	20				
3	Turba ácida	40	8.5 a	4.7 a	64.68 a	15.60 a
	Cachaza	40				
	Zeolita	20				
4	Testigo		6.2 c	3.3 c	33.20 e	10.43 c
	Turba ácida	80				
	Fibra de coco	20				
ESx			0.18*	0.15*	1.45*	0.27*

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a $p < 0,001$

Los resultados de la fórmula 2 donde se utilizó la fibra de coco como portador complementario fueron adecuados, a pesar de que la relación turba-cachaza se utilizó en proporción 50-30 %, ocupando el segundo lugar en la respuesta del cultivo.

De manera general, todos los sustratos evaluados resultaron superiores al testigo de producción (fórmula 4) utilizado por la empresa Frutiflora para la obtención de este cultivo. Es de destacar que la fórmula 1, donde el suelo es utilizado como portador complementario, resultó la de menor respuesta entre los sustratos evaluados para esta etapa o fase de desarrollo del cultivo, por lo que sería recomendable su utilización solo en el caso de no contar con otros materiales complementarios, teniendo en cuenta además lo señalado en la literatura, de no usar tierra porque se pueden presentar problemas fitosanitarios y mal desarrollo radical (11).

Estudio de pH en sustratos para el cultivo del Anturio

En las Tablas III, VI y VII se presentan las caracterizaciones químicas de los diferentes portadores utilizados para la conformación de sustratos del estudio de pH en el cultivo del Anturio.

Tabla VI. Resultados de la caracterización química del suelo utilizado para la preparación de los sustratos

Determinaciones	Suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (9)	
	Valores	Clasificación (10)
pH (H ₂ O)	7.5	Ligeramente alcalino
MO (%)	3.24	Medio
N asimilable (kg.ha ⁻¹)	97	Medio
P asimilable (ppm)	203	Alto
K asimilable (cmol.kg ⁻¹)	0.19	Bajo
Ca asimilable	16.90	Bajo
Mg asimilable	3.20	Medio
Na asimilable	0.19	Muy bajo
CCB	20.48	Medio

Tabla VII. Resultados de los análisis químicos de los abonos orgánicos utilizados para la preparación de los sustratos

Determinaciones	Abonos orgánicos	
	Cachaza	Turba ácida base húmeda
pH (H ₂ O)	7.6	3.5
Humedad (%)	39.18	36.17
Materia orgánica	31.32	33.60
N total	1.13	0.75
P ₂ O ₅ total	1.58	0.03
K ₂ O total	0.14	0.06
Ca total	1.96	0.41
Mg total	0.27	0.09
Na total	0.07	0.03
Densidad aparente (kg.dm ⁻³)	0.87	0.69
Relación C/N	16:1	26:4

La interpretación para las diferentes determinaciones en el suelo se realizó de acuerdo con lo planteado en la literatura (12).

La zeolita empleada para la preparación de los sustratos (Tabla III) se considera adecuada para utilizarla como material complementario, la cual posee pH 8.1 y 4.8 % de carbonatos libres, características que fueron básicas para la regulación del pH de los sustratos evaluados.

Los sustratos con diferentes valores de pH utilizados en el cultivo del Anturio en la fase de vivero (Tabla VIII), tuvieron efectos significativos en el crecimiento y desarrollo, lo que se evaluó determinando esa influencia en la longitud del pedúnculo de las hojas. En la Figura 1 se aprecia que este cultivo se desarrolló en pH ligeramente ácido, obteniéndose los mejores resultados cuando el pH del sustrato fue de 6.5 y 6.6. Cuando fue de 6.0, 6.3 y 6.9, el largo del pedúnculo fue significativamente inferior.

Tabla VIII. Relación de portadores y sus porcentajes, utilizados para la obtención de los diferentes sustratos con valores de pH adecuados para el cultivo del Anturio

Tratamiento No.	Portadores-Proporciones (% en peso)				Valores de pH de la mezcla
	Turba ácida	Cachaza	Suelo	Zeolita	
1	45	35	-	20	6.0
2	40	40	20	-	6.3
3	40	40	-	20	6.5
4	35	45	-	20	6.6
5	20	60	20	-	6.9

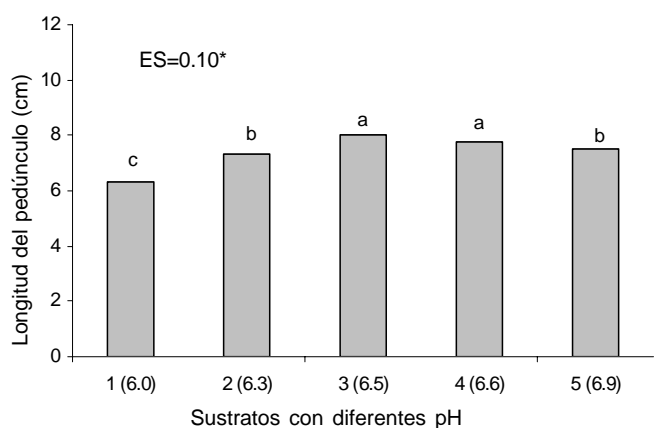


Figura 1. Efecto de los valores del pH de los sustratos sobre el largo del pedúnculo de las hojas del Anturio

Este cultivo se mostró muy sensible a las variaciones del pH, pues al variar de 6.3 a 6.5 el crecimiento fue beneficiado, pero al aumentar de 6.5 a 6.9 el crecimiento fue afectado. Es decir, el rango óptimo de valores de pH en el medio es muy limitado.

Lo obtenido no coincide con otros (13, 14), quienes recomiendan para el Anturio pH 5.5 y 5.9 respectivamente y sí coincide con los que recomiendan pH 6.6 (15, 16).

Además, confirman lo expresado en la literatura de que la reacción del medio influye sobre varios aspectos (fisiológicos, nutricionales y de solubilidad de los nutrientes del medio) que tienen relación con el crecimiento (17, 18). Por ello, es una característica que debe tenerse en cuenta al ubicar cualquier cultivo en un medio específico.

Efecto de la aplicación del biofertilizante micorrizógeno en el cultivo del Anturio

Ensayo 1. En la Tabla IX se presentan las proporciones de los sustratos conformados para la evaluación del biofertilizante, así como algunas de sus características físicas y químicas (portadores seleccionados a partir de los estudios de sustratos, Tablas I, II y III).

Tabla IX. Proporciones y algunas características físicas y químicas de los sustratos empleados (base húmeda)

No.	Sustratos	Densidad (kg.dm ⁻³)	Humedad (%)	Na	K (cmol.kg ⁻¹)	Ca	Mg	P (ppm)	MO (%)	PH (H ₂ O)
1	Turba ácida 40 % Cachaza 40 % Suelo 20 %	0.54	42.58	0.15	2.31	25.8	13.6	2930	28.0	7.0
2	Turba ácida 40 % Cachaza 40 % Zeolita 20 %	0.53	42.53	0.40	2.48	21.6	15.3	3076	31.3	6.9
3	Turba ácida 40 % Cachaza 40 % Cáscara arroz 20 %	0.33	41.30	0.21	2.53	26.3	14.7	3028	33.7	6.8

En la Tabla X se muestra el efecto de los tratamientos sobre la longitud del pedúnculo de las plantas. Los resultados no mostraron interacción entre los factores, por lo que se analizan por separado. En ella no se observa un efecto significativo de la aplicación de la micorriza arbuscular sobre el crecimiento del Anturio. Estos resultados pudieran estar influenciados por los altos contenidos de materia orgánica de los sustratos empleados, que podrían limitar el efecto beneficioso de este biofertilizante. Para el caso de los sustratos, también en este estudio se observan respuestas significativas, destacándose con los mayores resultados los sustratos turba ácida-cachaza-zeolita y turba ácida-cachaza-suelo.

Tabla X. Efecto de los tratamientos sobre la longitud del pedúnculo (cm)

No.	Factor A (Sustrato)	Longitud del pedúnculo (180 ddp)
1	Turba ácida-cachaza-suelo	22.83 a
2	Turba ácida-cachaza-zeolita	23.67 a
3	Turba ácida-cachaza-cáscara arroz	18.25 b
ESx		0.62 *
No.	Factor B (micorriza)	Longitud del pedúnculo (180 ddp)
1	Con MA	22.06
2	Sin MA	21.78
ESx		0.51 ns

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a $p < 0,001$

Ensayo 2. En la Tabla XI se presenta la composición de los sustratos utilizados en el ensayo de evaluación del biofertilizante, con diferentes niveles de materia orgánica (portadores seleccionados a partir de los estudios de sustratos (Tablas I, II y III)).

De manera similar al estudio anterior, no se manifestó interacción entre los factores, por lo que se analizan por separado.

En este estudio donde se variaron los contenidos de materia orgánica de los tratamientos evaluados, sí se observa un efecto significativo de la aplicación de la micorriza arbuscular sobre el crecimiento del Anturio (Tabla XII), donde los tratamientos micorrizados mostraron valores superiores a los no micorrizados. Para el caso de los sustratos, se observan respuestas significativas, destacándose con los mejores resultados los que tienen mayores contenidos de materia orgánica.

Tabla XI. Composición de los sustratos utilizados

Sustrato	Portadores (%)			
	Suelo	Cachaza	Turba ácida	Cáscara de arroz
A	45	45	-	10
B	62	28	-	10
C	75	15	-	10
D	81	9	-	10
E	25	25	50	-

Tabla XII. Efecto de los tratamientos sobre la longitud del pedúnculo (cm)

No.	Factor A (sustrato)	Longitud del pedúnculo (180 ddp)
1	A	17.81 a
2	B	14.75 b
3	C	14.00 bc
4	D	13.00 c
5	E	18.50 a
ES		0.56 ***
No.	Factor B (micorriza)	Longitud del pedúnculo (180 ddp)
1	Con MA	16.50 a
2	Sin MA	14.73 b
ESx		0.35 ***

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a $p < 0,001$

CONCLUSIONES

De los resultados de estos trabajos en la etapa de vivero se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- * La turba ácida y cachaza en las proporciones 40-40 % en peso resultaron portadores básicos adecuados para obtener sustratos con pH, contenido de materia orgánica y nutrientes que se corresponden con las necesidades para el desarrollo de las plantaciones del Anturio.
- * Los portadores complementarios más adecuados para la producción de sustratos para el Anturio son la zeolita, fibra de coco y cáscara de arroz.
- * Para el crecimiento y desarrollo de las plantas de Anturio, los mejores resultados se obtuvieron con el sustrato compuesto con turba ácida 40 %, cachaza 40 % y zeolita 20 % en peso.
- * El cultivo se mostró sensible a las variaciones del pH, desarrollándose en pH ligeramente ácido. Se obtuvieron los mejores resultados cuando el pH del sustrato fue de 6.5 a 6.6.
- * De manera general, no se presentaron interacciones entre los factores estudiados (sustratos-micorriza), el empleo del biofertilizante micorrizógeno tendió a incrementar el crecimiento del Anturio, mostrándose para el ensayo 2 diferencias significativas, donde los tratamientos micorrizados fueron superiores a aquellos donde no se aplicó. No obstante, debe tenerse en cuenta la composición del sustrato al aplicarse este bioproducto.

REFERENCIAS

1. Grupo Espacios. RSS feed. Anturio (*Anthurium andreaum*). [Consultado 16 de diciembre/2008]. Disponible en: <<http://www.grupoespacios.es/>>, 2004/2007.
2. Proexant. Anturio (*Anthurium andreaum*). [Consultado 24 de mayo/2004]. Disponible en: <<http://www.proexant.org.ec/HT>>, 2004.
3. Bashan, Y.; Holguin, G. y Ferrera-Cerrato, R. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum*. *Terra*, 1996, vol. 14, no. 2, p. 159-195.
4. Fernández, F. /et al./ The effect of commercial arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculants on rice (*Oryza sativa*) in different types of soils. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 5-9.
5. Siqueira, J. O. Biotecnología do solo. Fundamentos y Perspectivas/J. O. Siqueira, A. A. Franco. Brasília D.F.: MEC-ESAL-ABEAS, 1988. 235 p.
6. Russell, E. y Russell, W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Editora Revolucionaria, 1967.
7. Rosabal, A. /et al./ La cachaza y el estiércol vacuno: Una alternativa en la producción tabacalera. Inst. Inv. Agronómicas J. Dimitrov. En: Congreso INCA (13:2002:La Habana), 2002.
8. INCA. Características agroquímicas del humus de lombriz. Informe del Laboratorio de Suelos y Agroquímica a la UBPC Agro-Jardín. Enero 2003.
9. INCA. Escalado de la producción de *Anthurium andreaum* por métodos biotecnológicos. Informe final de proyecto. 2006.
10. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. AGRINFOR. 1999. 64 p.
11. Murguía, J. El cultivo de anturios (*Anthurium andreaum* L). Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Folleto no. 1, mayo 2003.
12. Paneque, V. M. y Calaña, J. M. La fertilización de los cultivos. Aspectos teórico – prácticos para su recomendación. Folleto Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. INCA. 2001.
13. Moreno, A. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. U.L. 2004.
14. Venezuela, O. y Gallardo, C. Sustratos hortícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. Argentina 2003.
15. Martín, O. /et al./ Características químicas y su evaluación en los suelos vertisuelos de Holguin. En: Congreso Científico del INCA (15:2006:La Habana), 2006.
16. Ramos, R.; Ortega, M. y García, N. E. Características de los suelos de Chinampa en las localidades de Xochimilco. En: Congreso del INCA (15:2006:La Habana). 2006.
17. Pequeño-Pérez, J. Agroquímica. La Habana:Instituto del Libro, 1968.
18. Yagodin, B. A. Agroquímica. Moscú : Editorial Mir, 1986. t 1.

Recibido: 20 de noviembre de 2007

Aceptado: 6 de enero de 2009