

EL POLVO DE COCO COMO SUSTRATO ALTERNATIVO PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES PARA TRASPLANTE

A. Ayala-Sierra; L. A. Valdez-Aguilar¹

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. México.
Correo-e: luisalonso_va@hotmail.com (¹Autor responsable)

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de evaluar la factibilidad de utilizar sustratos elaborados a base de polvo de coco para la germinación de semillas y desarrollo inicial de plantas para trasplante de seis especies ornamentales y determinar la posibilidad de remplazar al Peat Moss. Las especies seleccionadas para el estudio fueron: *Dianthus chinensis* (clavelina), *Gazania rigens* (gazania), *Tagetes erecta* (marigold), *Viola wittrockiana* (pensamiento), *Antirrhinum majus* (dragón) y *Petunia x hybrida* (petunia). Las semillas de las seis especies fueron sembradas en tres sustratos: polvo de coco, Peat Moss y Peat Lite. Previo a la siembra, el polvo de coco fue acondicionado mediante el ajuste del pH a 6.2, la adición de cal dolomítica y KNO₃ como carga de nutrientes. Posteriormente, se elaboró una mezcla a base de polvo de coco, perlita y vermiculita a razón de 70, 20 y 10 % (v/v), y Peat Moss, perlita y vermiculita en las mismas proporciones. El Peat Lite contenía 50 % de Peat Moss y 50 % de perlita (v/v). Se evaluó el efecto de los sustratos en la altura de planta, el peso seco del vástago y de raíz, el porcentaje de germinación y el porcentaje de plantas con valor comercial. Aunque el polvo de coco causó una disminución significativa en la altura de plantas de gazania (21 %), dragones (30 %) y petunias (13 %), y en el peso seco del vástago de dragones (24 %) y en el peso seco de raíz de clavelina (22 %), esto no estuvo asociado con una disminución en la calidad de las plantas. Por lo tanto, se concluye que el polvo de coco puede utilizarse como sustrato para la producción de plantas para trasplante de especies ornamentales.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Dianthus caryophyllus*, Clavelina, *Gazania rigens*, gazania, *Tagetes erecta*, marigold, *Viola wittrockiana*, pensamiento, *Antirrhinum majus*, dragón, *Petunia x hybrida*, petunia, sustratos, germinación, propagación de plantas

COIRDUSTASANALTERNATIVE SUBSTRATE FOR PLUG PRODUCTION OF ORNAMENTAL SPECIES

ABSTRACT

The present experiment was carried out to evaluate the feasibility of using coconut coir dust as a growing medium for the germination and initial development of six ornamental plant species, and to determine the possibility to substitute Peat Moss. The species selected for the study were: *Dianthus chinensis* (Dianthus), *Gazania rigens* (Gazania), *Tagetes erecta* (Marigold), *Viola wittrockiana* (Pansy), *Antirrhinum majus* (Snapdragon), and *Petunia x hybrida* (Petunia). Seeds of the six species were germinated in coir dust, Peat Moss or Peat Lite. Previous seeding, the pH of coir dust was adjusted to 6.2 and it was amended with dolomitic limestone and KNO₃ as nutrient charge. Afterwards, coir dust or Peat Moss was mixed with perlite and vermiculite at a 70:20:10 proportion (v/v), respectively. A randomized block design with three replications was selected to evaluate the effect of the growing media on plant height, shoot and root dry mass, germination rate and marketable ranking of plants. Shoot height of plants grown in coir dust was decreased significantly in gazania (21 %), snapdragons (30 %), and petunia (13 %), as well as shoot dry mass of snapdragons (24 %) and root dry mass of dianthus (22 %). Nonetheless, coir dust did not affect plug quality since the percent of marketable plugs and germination rate were comparable in coir dust and Peat Moss. It is concluded that coconut coir dust can be used as a growing medium in ornamental plug production and can substitute Peat Moss.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Dianthus caryophyllus*, Dianthus, *Gazania rigens*, gazania, *Tagetes erecta*, marigold, *Viola wittrockiana*, pansy, *Antirrhinum majus*, snapdragon, *Petunia x hybrida*, Petunia, growing media, germination, propagation

INTRODUCCIÓN

Un sector de la industria ornamental que no ha sido bien atendido por los productores e investigadores en México es la producción de plantas de especies ornamentales en charola. Tales plantas son desarrolladas en invernadero para posteriormente ser empleadas en el establecimiento de jardines. A las especies de ornamentales que se les maneja de esta manera se les conoce como plantas para trasplante (Styer y Koranski, 1997). En países desarrollados, la producción de plantas para el trasplante es un área de la horticultura a la que se le han puesto mayor atención desde el punto de vista tecnológico (Styer y Koranski, 1997), debido al alto precio de la semilla y a las rigurosas condiciones ambientales requeridas para asegurar la máxima germinación y calidad de plantas.

Varios factores afectan la germinación de semillas, entre ellos se encuentran la temperatura, la disponibilidad de agua, el oxígeno en la zona de la raíz, la nutrición, y la humedad relativa (Styer y Koranski, 1997). Las propiedades físicas y químicas del sustrato o medio de cultivo, tienen efecto en la disponibilidad de agua, la nutrición y la capacidad de aireación, por lo que la selección de éste es de suma importancia para obtener una óptima germinación y el desarrollo de las plantas.

La calidad de las plantas ornamentales adultas producidas en maceta también depende en gran medida del sustrato que se emplea (García *et al.*, 2001), sin embargo, para la producción de plantas para trasplante los requerimientos son mucho más específicos, sobre todo en cuanto a capacidad de aireación y retención de humedad (Bunt, 1988), por lo que deben emplearse otros sustratos, o bien, modificar las mezclas de los ya utilizados. El Peat Moss, también conocido como turba ácida, ha sido uno de los principales sustratos mayormente empleados para tal fin (Poincelot, 2004).

En México se han utilizado como sustratos a la tierra de hoja, la cascarilla de arroz y corteza de pino (García *et al.*, 2001), y el Peat Moss se emplea en forma limitada debido a que es un sustrato importado de Canadá y Estados Unidos, lo que encarece los costos de producción. Además, el precio del Peat Moss ha ido en aumento, debido a que es un recurso no renovable (Hanson, 2003), por lo que debe usarse más racionalmente (Robertson, 1993). Adicionalmente, existe una creciente preocupación por el efecto negativo en el ambiente al extraer el Peat Moss de su hábitat natural (Barkman, 1993), incluso en algunos países se han impulsado regulaciones legales para proteger los pantanos de donde se le extrae (Hanson, 2003).

Sin embargo, en México existen materiales alternativos con propiedades físicas y químicas que pueden sustituir al Peat Moss, tal es el caso del polvo de coco, entre cuyas ventajas destaca su amplia disponibilidad en México y adecuadas propiedades físicas y químicas (Noguera *et al.*,

2003). La fibra de coco es diferente al polvo de coco, pero con frecuencia se les confunde. La fibra de coco se obtiene de la parte gruesa del mesocarpio del fruto del cocotero y tiene un alto valor industrial, en tanto que el polvo de coco proviene de los residuos que quedan después de la extracción de la fibra (Noguera *et al.*, 2003; Ma y Nichols, 2004). Otra ventaja del polvo de coco es que constituye un recurso natural renovable, al cual no se le han reportado efectos negativos en el ambiente cuando se le extrae para uso hortícola (Fornes *et al.*, 2003).

Aunque se ha demostrado las ventajas del polvo de coco en varios países, se requiere evaluar el polvo de coco originario de México, ya que los resultados pueden variar en función de su origen. Según Abad *et al.* (2005), las propiedades físicas y químicas del polvo de coco varían entre lugares de origen así como dentro de un mismo lugar de origen. Por ejemplo, el polvo de coco originario de la India, Sri Lanka y Tailandia, está compuesto principalmente de los tejidos de la médula del mesocarpio, mientras que el originario de Costa Rica, Costa de Marfil y México, contiene más fibra, por lo que la proporción de partículas con diámetro mayor a 1 mm es más alta. El cambio en la proporción de partículas de diferente tamaño afecta las propiedades físicas del polvo de coco, ya que ésta se asocia a una disminución en el agua más fácilmente disponible y una disminución en la capacidad de retención de humedad, aunque el contenido de aire aumenta (Abad *et al.*, 2005). Evans *et al.* (1996) también reportan datos de alta variabilidad en el polvo de coco originario de Filipinas.

El objetivo de la presente investigación fue el evaluar al polvo de coco como un medio para la germinación y desarrollo inicial de plantas de seis especies de ornamentales para el trasplante, y determinar la posibilidad de sustituir a los sustratos basados en Peat Moss como principal componente. Existe una gran variedad de especies ornamentales empleadas para trasplante, pero entre las preferidas en México destacan Petunias, Pensamientos, Marigold, Clavelina, Gazania y Dragones, las cuales fueron seleccionadas para este estudio. En México, el Marigold y los Dragones, también se les conoce como Cempasúchitl y Perritos, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un invernadero con cubierta de plástico ubicado en Xocotlán, municipio de Texcoco, Estado de México, localizado entre los 19° 31' de latitud norte y los 98° 53' de longitud oeste y a una altitud de 2,253 m. Durante el experimento se mantuvo una temperatura promedio mínima de 14 °C y máxima de 32 °C, mientras que la humedad relativa varió entre 50 y 70 %.

Las especies seleccionadas para la evaluación fueron: *Dianthus chinensis* L. (Clavelina, Diamond Mix), *Gazania rigens* (L.) Gaertn. (Gazania, Splends Mix), *Tagetes erecta*

L. (Marigold, Tipo Africano Mix), *Viola wittrockiana* Gams. (Pensamiento, Supermagestic Mix), *Antirrhinum majus* L. (Dragones, Sonet Mix) y *Petunia x hybrida* Vilm.-Andr. (Petunia, Super Grandiflora Titan Mix).

Los tratamientos incluyeron tres sustratos: polvo de coco, Peat Moss y Peat Lite. El Peat Lite es una mezcla de *Sphagnum peat* con perlita, es importado de Canadá y se comercializa preparado para su inmediata utilización. El Peat Moss es también importado de Canadá y está constituido de musgo del género *Sphagnum*. Tanto el Peat Moss como el Peat Lite se comercializan preparados con una carga de nutrientes que incluye N, K, Ca, y Mg, y el pH ajustado en 6.2.

El polvo de coco utilizado se obtuvo en el estado de Colima, y fue lavado con agua potable previo a su empleo. El acondicionamiento del polvo de coco consistió en ajustar el pH, en proporcionar fertilizantes para la etapa inicial del desarrollo de las plantas, y se mezcló con otros componentes para mejorar sus propiedades físicas. El pH original del sustrato fue de 5.7, y se ajustó a 6.2 mediante la adición de cal dolomítica a razón de $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, con lo cual también se incorporó Ca y Mg. Además, se adicionaron $40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ de KNO_3 .

En términos relativos, la retención de humedad de cualquier sustrato aumenta conforme el volumen del contenedor en el que se deposita es más pequeño (Handreck y Black, 2002). Las cavidades de las charolas empleadas en el presente estudio tenían un volumen aproximado de 26 cm^3 , por lo que cualquier sustrato que se utilice debe tener alta capacidad de retención de agua y bajo espacio poroso dada las reducidas dimensiones de las cavidades. Para solucionar este problema, es necesaria la elaboración de sustratos a base de mezclas de materiales orgánicos e inorgánicos, con el objeto de combinar las propiedades de cada uno de ellos. En el presente experimento, tanto el polvo de coco como el Peat Moss se mezclaron con vermiculita y perlita a fin de disminuir la retención de humedad y aumentar el espacio poroso en cavidades de volumen reducido, a razón de un 70, 20 y 10 % con base en volumen, respectivamente. El Peat Lite contiene Peat Moss y perlita en una proporción del 50 % de cada uno.

Previo a la colocación en las charolas, los sustratos se humedecieron para facilitar el llenado de las mismas y la siembra de las semillas. El llenado se realizó manualmente y se depositó una semilla en el centro de cada una de las cavidades.

Las semillas de *Gazania* y *Marigold* fueron cubiertas con una capa de 1 a 2 mm del mismo sustrato en estudio, en tanto que para *Pensamiento*, las semillas se cubrieron con una capa de vermiculita del grosor ya mencionado. En el caso de *Clavelina*, *Dragones* y *Petunia*, las semillas no fueron cubiertas con ningún material. Las charolas

sembradas fueron instaladas en un túnel de plástico que se ubicó dentro del invernadero a fin de aumentar la humedad relativa y proveer un sombreo del 60 %. El sombreo fue retirado 15 días después de la emergencia de las plántulas, posterior a los cuales el sombreo fue del 30 %.

Durante los primeros 10 días posteriores a la siembra, el riego consistió en aspersiones de 250 ml de agua por charola, el cual se aplicó en forma de niebla para evitar mover las semillas de su sitio. La aspersión se realizó tres veces al día, a las 11:00, 13:00 y 15:00 horas. Los riegos posteriores a los 10 días se realizaron cada tercer o cuarto día, según las necesidades de las plantas. Estos riegos se realizaron con un nebulizador tipo Fogg-it. El agua de riego se calibró a un pH de 7.0 mediante la adición de ácido sulfúrico.

El fertilizante aplicado al polvo de coco durante el acondicionamiento, y el contenido por el Peat Lite y el Peat Moss, es suficiente para mantener las necesidades de las plantas durante los primeros siete a diez días. Posterior a este periodo, las plantas se fertilizaron con una solución nutritiva con la siguiente formulación: $50 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ N, $14 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ P, $50 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ K, $25 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Ca, $5 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Mg y $1 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Fe. Todos los riegos se realizaron con la solución nutritiva. Al desarrollarse las plantas la demanda de nutrientes aumenta, por lo que un mes después del inicio del experimento se incrementó la concentración de la solución nutritiva a: $125 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ N, $14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ P, $125 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ K, $62.5 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Ca, $12.5 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Mg y $2.5 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ Fe. En esta segunda fase, la solución nutritiva se aplicó cada tercer o cuarto día.

En especies en las que la semilla no fue cubierta con el sustrato, se cuantificó la germinación a los 10 días, en tanto que en aquellas en las que sí se cubrió la semilla, se cuantificó la emergencia en el mismo periodo. A estas variables en conjunto se les llamó porcentaje de germinación/emergencia. El porcentaje de plantas comerciales, el peso seco del vástago, el peso seco de la raíz y la altura de plantas se cuantificaron a los 85 días después de la siembra. Se consideraron como plantas comerciales aquellas que reunieran en conjunto características deseables como vigor, color y sanidad.

El diseño experimental empleado fue un factorial en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Un factor fue especies ornamentales, con seis niveles: *Clavelina*, *Gazania*, *Marigold*, *Pensamientos*, *Dragones* y *Petunia*. El otro factor fue el sustrato, con tres niveles: polvo de coco, Peat Moss y Peat Lite. Cada repetición consistió de una charola de unicel de 200 cavidades. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y los promedios se diferenciaron mediante la prueba de comparación de Tukey al 0.05. El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de las variables: porcentaje de germinación y porcentaje de plantas comerciales se realizaron sobre los datos transformados a raíz cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

En todas las variables se observó significancia estadística en el factor especies, mientras que en el factor sustrato no se observaron efectos significativos, a excepción de la altura de planta (Cuadro 1). La interacción especie $\times$ sustrato fue significativa sólo en el peso seco del vástago, mientras que en el resto de las variables no hubo significancia.

Efecto del factor sustrato

El porcentaje de germinación, el peso seco del vástago y de la raíz, además del porcentaje de plantas comerciales, no fueron afectados por ninguno de los sustratos en estudio (Cuadro 2), lo que indica que las plantas desarrolladas usando el polvo de coco como principal componente del

sustrato son de la misma calidad a las obtenidas en sustratos a base de Peat Moss o en Peat Lite. En promedio, la altura de las plantas fue significativamente menor en las plantas desarrolladas en polvo de coco, comparado con las crecidas en Peat Lite (10 %) y el Peat Moss (12 %).

Porcentaje de germinación/emergencia

Las semillas de las seis especies ornamentales sembradas en la mezcla conteniendo polvo de coco germinaron/emergieron en porcentaje muy similar al mostrado en sustratos a base de Peat Moss, como lo indica la diferencia no significativa entre sustratos (Cuadro 3); esto sugiere que los requerimientos para la germinación/emergencia de las especies evaluadas son cubiertos por el polvo de coco. Entre los principales factores que afectan la tasa de germinación se encuentra la disponibilidad de agua a baja tensión, lo que permite la imbibición rápida de las

CUADRO 1. Cuadrados medios de las variables peso seco del vástago, peso seco del sistema radical, porcentaje de germinación y de plantas comerciales, y altura de planta, obtenidos en el análisis de varianza.

Fuentes de Variación	Cuadrados medios				
	Peso Seco del Vástago	Peso Seco de Raíz	Altura de Planta	Porcentaje de Germinación	Porcentaje de Plantas Comerciales
Especies	0.0240**	0.0058**	24.0**z	721.0**	1,080.0**
Sustratos	0.0002 ^{NS}	0.0001 ^{NS}	2.6**	4.1 ^{NS}	8.9 ^{NS}
Interacción	0.0004**	0.0001 ^{NS}	0.4 ^{NS}	8.8 ^{NS}	32.3 ^{NS}
CV (%)	9.5	23.9	12.0	6.6	11.9

^{NS}: no significativo con $P > 0.05$.

**Altamente significativo con $P \leq 0.01$.

CV: coeficiente de variación.

CUADRO 2. Porcentaje de germinación, peso seco del vástago y del sistema radical, y porcentaje de plantas comerciales a los 84 días después de la siembra de Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia, desarrolladas en tres sustratos diferentes en condiciones de invernadero.

Sustratos	Peso Seco Vástago (mg)	Peso Seco Radical (mg)	Altura de Planta (cm)	Germinación (%)	Plantas Comerciales (%)
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	106.0	492.0	5.37 b ^z	85.4	70.4
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	107.0	473.0	6.09 a	84.5	71.8
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	114.0	466.0	5.95 a	84.9	71.1
DMS _{0.05}	8.0	84.0	0.57	4.6	6.9

^zValores con la misma letra son iguales (Tukey, $P = 0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

CUADRO 3. Porcentaje de germinación/emergencia en Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia, a los 10 días después de la siembra en polvo de coco, Peat Moss o Peat Lite en condiciones de invernadero.

Sustratos	Germinación/emergencia (%)					
	Clavelina	Gazania	Marigold	Pensamiento	Dragones	Petunias
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	91.4	68.9	89.3	83.3	84.3	95.2
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	87.6	70.0	86.7	84.4	84.7	93.3
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	88.1	65.6	90.0	84.4	87.0	94.3
DMS _{0.05}	7.4	7.6	9.9	8.9	6.3	6.5

DMS: Diferencia mínima significativa.

semillas (Koranski y Laffe, 1994). La alta tasa de germinación en el polvo de coco se puede deber a su alta capacidad de retención de humedad y alto espacio poroso, en comparación con aquellos elaborados con Peat Moss, como lo han reportado Stamps y Evans (1997). De acuerdo a Evans *et al.* (1996), en el polvo de coco el espacio poroso con agua puede variar entre 73 y 85 %, en tanto que la capacidad de retención de humedad puede fluctuar entre 750 y 1,100 %, con base en peso seco.

Peso seco del vástago y de la raíz

El peso seco del vástago en Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamiento y Petunia, no fue afectado significativamente por el tipo de sustrato en el que se desarrollaron las plantas (Cuadro 4). En el caso de los Dragones, al comparar el peso seco del vástago obtenido por plantas desarrolladas en polvo de coco con relación a las plantas desarrolladas en Peat Moss y Peat Lite, se observó una disminución significativa del 24 y 21 %, respectivamente. En cuanto al peso seco del sistema radical, con excepción de la Clavelina, tampoco se observaron diferencias significativas entre los sustratos evaluados en el resto de las especies en estudio (Cuadro 5). El peso seco de raíz en plantas de Clavelina desarrolladas en polvo de coco fue 22 y 21 % menor al obtenido en plantas crecidas en Peat Moss y Peat Lite.

Las bondades del polvo de coco como sustrato han sido también demostradas en otras especies, como en plantas de la familia de las Ericáceas cultivadas por 16 semanas en un sustrato a base de corteza de árbol mezclada ya sea con Peat Moss o polvo de coco (Scagel, 2003). Los

resultados de estos autores muestran que el peso seco de la raíz no fue afectado por la proporción de polvo de coco en el sustrato, similar a lo reportado en las seis especies evaluadas en el presente experimento.

En *Lilium* oriental cv. Starfighter y Casa Blanca no se encontraron diferencias en el peso seco de raíces y del vástago en plantas desarrolladas por 16 semanas en cuatro sustratos: polvo de coco, Peat Moss, polvo de coco + Peat Moss, y suelo franco arenoso (Merhaut y Newman, 2005). En *Pentas lanceolata* e *Ixora coccinea* crecidas en un sustrato a base de polvo de coco se reportó que el crecimiento y el peso seco del vástago y de la raíz fueron similares a los obtenidos por plantas desarrolladas en sustratos conteniendo Peat Moss (Meerow, 1994).

Altura de planta

La altura de planta fue significativamente menor en Gazania, Dragones y Petunias desarrolladas en polvo de coco (Cuadro 6). La reducción en altura fue de 21, 30 y 11 % con relación al Peat Moss para Gazania, Dragones y Petunia, respectivamente, y de 11, 25 y 13 % con relación al Peat Lite. En Clavelina, Marigold y Pensamiento, no se obtuvo significancia estadística entre los sustratos evaluados, lo que indica que en estas especies las plantas obtenidas en polvo de coco son de altura comparable a aquellas obtenidas en sustratos a base de Peat Moss.

Según Styer y Koranski (1997), el factor determinante en la calidad de los trasplantes es el control de la altura, ya que plantas muy largas dificultan el trasplante y son de

CUADRO 4. Peso seco del vástago en plantas de Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia a los 84 días después de la siembra desarrolladas en polvo de coco, Peat Moss o Peat Lite en condiciones de invernadero.

Sustratos	Peso Seco del Vástago (mg)					
	Clavelina	Gazania	Marigold	Pensamiento	Dragones	Petunias
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	92	74	100	165	34 b ²	174
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	102	87	102	138	45 a	170
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	106	67	108	150	43 ab	209
DMS _{0.05}	16	40	31	27	10	56

²Valores con la misma letra dentro de hilera, son iguales (Tukey, $P=0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

CUADRO 5. Peso seco del sistema radical en plantas de Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia a los 84 días después de la siembra desarrolladas en polvo de coco, Peat Moss o Peat Lite en condiciones de invernadero.

Sustratos	Peso Seco Radical (mg)					
	Clavelina	Gazania	Marigold	Pensamiento	Dragones	Petunias
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	65.0 b ²	45.0	83.4	97.1	31.3	103.1
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	83.0 a	59.0	71.1	96.3	37.4	101.9
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	82.0 a	54.0	88.2	92.1	36.9	100.3
DMS _{0.05}	11.0	16.0	35.2	22.3	12.2	52.3

²Valores con la misma letra dentro de hilera, son estadísticamente iguales (Tukey, $P=0.05$).

DMS: Diferencia mínima significativa.

CUADRO 6. Altura de plantas de Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia a los 84 días después de la siembra desarrolladas en polvo de coco, Peat Moss o Peat Lite en condiciones de invernadero.

Sustratos	Altura de Planta (cm)					
	Clavelina	Gazania	Marigold	Pensamiento	Dragones	Petunias
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	3.38	6.95 b ^z	4.43	7.28	3.77 b	6.38 b
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	4.17	8.82 a	4.67	6.85	5.37 a	7.14 a
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	3.67	7.85 ab	4.64	7.15	5.04 a	7.34 a
DMS _{0.05}	1.13	1.34	0.67	2.19	1.24	0.66

^zValores con la misma letra dentro de hilera, son estadísticamente iguales (Tukey P=0.05).
DMS: Diferencia mínima significativa.

consistencia suave, lo que las hace susceptibles a daños mecánicos. Además, estos trasplantes florecen tardíamente y desarrollan un sistema radical muy pobre. Con base en este argumento y los resultados obtenidos en el presente estudio, se sugiere que el polvo de coco puede sustituir completamente a los sustratos elaborados con Peat Moss, ya que la disminución en la altura de plantas observada en gazania, dragones y petunias no implica una desventaja, sino por el contrario, es una característica deseable. Incluso es practica común la aplicación de retardadores del crecimiento (Styer y Koranski, 1997) o polyethylen glycol (Burnett *et al.*, 2005 y 2006) para disminuir el porte de las plantas.

Porcentaje de plantas comerciales

El porcentaje de plantas con calidad para ser comercializadas no fue afectado significativamente en las seis especies evaluadas (Cuadro 7), indicando que las plantas producidas en polvo de coco son de la misma calidad que aquellas obtenidas en sustratos elaborados a base de Peat Moss. Incluso en gazania existe un 10 % más de plantas comerciales, comparado con el porcentaje obtenido en Peat Lite. Pill y Ridley (1998) evaluaron la eficacia del polvo de coco para sustituir el Sphagnum peat en la producción de plantas de *Coreopsis lanceolata* y *Lycopersicon esculentum*, reportando diferencias no significativas entre ambos sustratos durante las cinco semanas de crecimiento, por lo que concluyen que el polvo de coco es una alternativa adecuada para sustituir al Sphagnum peat.

Sin embargo, resultados contrastantes han sido reportados en la producción de plantas de *Lycopersicon esculen-*

tum por Arenas *et al.* (2002). De acuerdo a estos autores, la composición del sustrato no afectó la emergencia de semillas pero mezclas conteniendo más de 50 % de polvo de coco afectaron negativamente el crecimiento de las plantas, comparado con el Peat Moss. Los autores atribuyen a la inmovilización del N causado por los microorganismos debido a la alta relación C:N del polvo de coco. En el presente estudio, el polvo de coco no afectó el crecimiento de las plantas de las seis especies ornamentales, a pesar de que la mezcla contenía un 70 % de este componente. Esto fue tal vez debido al incremento en la dosis de fertilización que se aplicó durante el desarrollo de las plantas, con lo que la inmovilización del nitrógeno pudo corregirse. Handreck (1993) sugiere aumentar la cantidad de nitrógeno en 10 mg por litro de sustrato cuando el polvo de coco reemplaza al Peat Moss, con el objetivo de suplementar el nitrógeno inmovilizado.

A pesar de que numerosos reportes destacan los beneficios del empleo del polvo de coco, en nuestro país aun existen productores de plantas de especies ornamentales para trasplante que prefieren utilizar otros sustratos para producirlas. Esto puede deberse al desconocimiento de las alternativas a los sustratos que ellos emplean o bien a que no confían en tales alternativas. Incluso algunos productores han tenido problemas al intentar cambiar el sustrato empleado tradicionalmente por el polvo de coco. Esto se debe a que se desconoce que el polvo de coco debe ser tratado antes de empleársele, debido al alto contenido de potasio, sodio (De Kreij y Van Leeuwen, 2001), y cloro (Handreck, 1993; Ma y Nichols, 2004). Además, el polvo de coco fija el calcio y magnesio, por lo que pueden presentarse deficiencias nutrimentales de estos elementos (De Kreij y Van Leeuwen, 2001). Se ha reportado que la concentración

CUADRO 7. Porcentaje de plantas con calidad comercial en Clavelina, Gazania, Marigold, Pensamientos, Dragones y Petunia desarrolladas por 84 días en polvo de coco, Peat Moss o Peat Lite en condiciones de invernadero.

Sustratos	Plantas Comerciales (%)					
	Clavelina	Gazania	Marigold	Pensamiento	Dragones	Petunias
Polvo de Coco:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	82.8	64.5 a ^z	84.7	65.6	68.3	56.3
Peat Moss:Perlita:Vermiculita (70:20:10)	84.3	65.6 a	82.7	64.4	70.0	63.7
Peat Lite (Peat Moss:Perlita) (50:50)	86.7	55.6 b	87.3	66.7	68.0	62.3
DMS _{0.05}	8.8	8.5	7.2	25.1	15.2	25.8

^zValores con la misma letra dentro de hilera, son estadísticamente iguales (Tukey, P=0.05).
DMS: Diferencia mínima significativa.

de potasio puede variar entre 126 y 236 mg·litro⁻¹, la de sodio entre 23 y 88 mg·litro⁻¹, y la de cloro entre 304 y 704 mg·litro⁻¹ (Konduru *et al.*, 1999). El exceso de sales en el polvo de coco se debe al tratamiento con agua salina que se le aplica al fruto del cocotero para facilitar la extracción de la fibra (Ma y Nichols, 2004). Para superar estos problemas el polvo de coco es lavado para eliminar el exceso de sales, y se le agrega una fuente de calcio y magnesio (De Kreij y Van Leeuwen, 2001), previo a su empleo.

Como se ha mencionado, existe información que destaca las ventajas del uso del polvo de coco como un sustrato para el cultivo de plantas ornamentales y hortícolas, sin embargo, la información disponible en cuanto al empleo de éste como sustrato para la germinación de semillas y desarrollo de trasplantes de especies ornamentales, es inexistente. En este estudio se presentan datos que revelan que el polvo de coco puede ser utilizado para tal fin y que puede sustituir al Peat Moss, constituyendo una excelente alternativa en la producción de plantas ornamentales para trasplante. Además, el polvo de coco cuenta con la ventaja de que es un producto que se adquiere a un menor costo y existe una gran disponibilidad en México. Sin embargo, como señala Merrow (1994), es necesario realizar más estudios para ajustar los requerimientos nutricionales en función de la especie cultivada. Es importante considerar también que la mezcla de polvo de coco en el presente estudio contenía un 20 % de perlita y 10 % vermiculita, a fin de mejorar sus propiedades físicas y adecuarlo para el desarrollo de las plantas en charola, por lo que los resultados pueden variar no sólo en función del origen del polvo de coco, como ya se ha destacado, sino también por la proporción en que éste se emplea en las mezclas.

CONCLUSIONES

Las plantas de las especies evaluadas en este estudio que fueron desarrolladas en sustrato a base de polvo de coco, igualan en calidad y porcentaje de germinación/emergencia a las plantas desarrolladas en sustratos a base de Peat Moss o en Peat Lite, por lo que se le puede considerar como una alternativa para sustituir a tales sustratos.

LITERATURACITADA

- ABAD, M.; FERNES, F.; CARRIÓN, C.; NOGUERA, V.; NOGUERA, P.; MAQUIEIRA, A.; PUCHADES, R. 2005. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. *HortScience* 40(7): 2138-2144.
- ARENAS, M.; VAYRINA, C. S.; CORNELL, J. A.; HANLON, E. A.; HOCHMUTH G. J. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37(2): 309-312.
- BARKHAM, J. P. 1993. For peat's sake: conservation or exploitation? *Biodiversity and Conservation* 2(5): 556-566.
- BUNT, A. C. 1988. Media and Mixes for Container-Grown Plants. Unwin Hyman. London. Great Britain. 332 p.
- BURNETT, S. E.; THOMAS, P. A.; VAN IERSEL, M. W. 2005. Postgermination drenches with PEG-8000 reduce growth of salvia and marigolds. *HortScience* 40(3): 675-679.
- BURNETT, S. E.; VAN IERSEL, M. W.; THOMAS, P. A. 2006. Medium-incorporated PEG-8000 reduces elongation, growth, and whole-canopy carbon dioxide exchange of marigold. *HortScience* 41(1): 124-130.
- DE KREIG, C.; VAN LEEUWEN, G. J. L. 2001. Growth of pot plants in treated coir dust as compared to peat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32(13 & 14): 2255-2265.
- EVANS, M. R.; KONDURU, S.; STAMPS, R. H. 1996. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. *HortScience* 31(6): 965-967.
- FERNES, F.; BELDA, R. M.; ABAD, M.; NOGUERA, P.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A.; NOGUERA, V. 2003. The microstructure of coconut coir dusts for use as alternatives to peat in soil-less growing media. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43: 1171-1179.
- GARCIA, C. O.; ALCANTARA, G. G.; CABRERA, R. I.; GAVI, R. F.; VOLKE, H. V. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisi* cultivadas en maceta. *Terra* 19(3): 249-258.
- HANDRECK, K. A. 1993. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 24(3-4): 349-363.
- HANDRECK K.; BLACK, N. 2002. Growing media for ornamental plants and turf. UNSW Press. Sidney, Australia. 542 p.
- HANSON, J. B. 2003. Counting on coir. *Greenhouse Product News*. 13(9): 48-54.
- KONDURU, S.; EVANS, M. R.; STAMPS, R. H. 1999. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. *HortScience* 34(1): 88-90.
- KORANSKI, D.; LAFFE, S. 1994. Plugs Production, pp 126-140. In: *Bedding Plants IV*. E.J. Holcomb (ed.). Ed. Ball Publishing. Batavia. USA.
- MA, Y. A.; NICHOLS, D. G. 2004. Phytotoxicity and detoxification of fresh coir dust and coconut shell. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35(1 & 2): 205-218.
- MEEROW, A. W. 1994. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. *HortScience* 29(12): 1484-1486.
- MERHAUT, D.; NEWMAN, J. 2005. Effects of substrate type on plant growth and nitrate leaching in cut flower production of oriental lily. *HortScience* 40(7): 2135-2137.
- NOGUERA, P.; ABAD, M.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A.; NOGUERA, V. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34(3 & 4): 593-605.
- POINCELOT, R. P. 2004. Sustainable Horticulture. Ed. Prentice Hall. New Jersey. USA. 870 p.
- PILL, W. G.; RIDLEY, K. T. 1998. Growth of tomato and coreopsis in response to coir dust in soilless media. *HortTechnology* 8(3): 401-406.
- ROBERTSON, R. A. 1993. Peat, horticulture and environment. *Biodiversity and Conservation* 2(5): 541-547.
- SCAGEL, C. F. 2003. Growth and nutrient use of ericaceous plants grown in media amended with sphagnum moss peat or coir dust. *HortScience* 38(1): 46-54.
- STAMPS, R. H.; EVANS, M. R. 1997. Growth of *Dieffenbachia maculata* 'Camille' in growing media containing sphagnum peat or coconut coir dust. *HortScience*. 32(5): 844-847.
- STYER, R. C.; KORANSKI, D. S. 1997. Plug and transplant production. A grower's guide. Ed. Ball Publishing. Batavia. USA. 374 p.