

**Enraizamiento de *Euphorbia pulcherrima* en  
cuatro sustratos y dos concentraciones del  
ácido indol-3-butírico**

**Alicia María Bustamante Estrada**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Enraizamiento de *Euphorbia pulcherrima* en cuatro sustratos y dos concentraciones del ácido indol-3-butírico**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alicia María Bustamante Estrada**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2014

## **Enraizamiento de *Euphorbia pulcherrima* en cuatro sustratos y dos concentraciones del ácido indol-3-butírico.**

**Alicia María Bustamante Estrada**

**Resumen.** Los objetivos de este estudio fueron determinar el sustrato y la concentración de ácido indol-3-butírico en el cual la *Euphorbia pulcherrima* obtiene mayor número de raíces y la interacción entre el sustrato y la hormona. Se utilizó la variedad Freedom Red para el desarrollo del experimento el cual tuvo una duración de 33 días en los meses de agosto y septiembre de 2014. Los tratamientos que se utilizaron fueron Jiffy<sup>®</sup> + 0.3%, Jiffy<sup>®</sup> + 0.1%, fibra de coco+0.3%, fibra de coco+0.1%, Oasis<sup>®</sup>+0.3%, Oasis<sup>®</sup>+0.1%, cascarilla de arroz+0.3% y cascarilla de arroz+0.1%, siendo el tratamiento Jiffy<sup>®</sup> + 0.3% y Jiffy<sup>®</sup> + 0.1% el testigo. Las variables que se evaluaron fueron: número de raíces y sobrevivencia de esquejes. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4×2, cuatro sustratos y dos concentraciones de auxinas. Se utilizó una separación de medias ajustada Lsmean, el análisis estadístico se hizo con el programa Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup> 9.4). Dado que no hubo interacción entre los factores de sustrato y concentración de hormona, se analizaron individualmente. Los sustratos que tuvieron mayor número de raíces fueron Jiffy<sup>®</sup> y fibra de coco, sin demostrar que hay diferencia significativa entre sí. La concentración del ácido indol-3-butírico con mayor número de raíces fue la de 0.3% y el pegue pos trasplante en todos los sustratos fue de 100%. Se recomienda realizar el experimento en condiciones de temperatura controlada y realizar otro ensayo que muestre los costos para determinar cuál sustrato y concentración de hormona es más accesible para la unidad de ornamentales y se recomienda utilizar el sustrato Jiffy<sup>®</sup> y fibra de coco ya que son los que presentan mayor número de raíces.

**Palabras clave:** Cascarilla de arroz, fibra de coco, hormona, jiffy, Oasis<sup>®</sup>, raíces.

## **Rooting of *Euphorbia pulcherrima* in four substrates and two concentrations of indol-3-butyric acid**

**Alicia María Bustamante Estrada**

**Abstract:** The objectives for this study are to determine the substrate and the concentration of indol-3-butyric acid in which *Euohorbia pulcherrima* obtains greater number of roots and the interaction between substrate and hormone. The variety used for the development of the experiment was Freedom Red and the experiment had duration of 33 days during August and September, 2014. The treatments used were Jiffy<sup>®</sup> + 0.3%, Jiffy<sup>®</sup> + 0.1%, coconut fiber + 0.3%, coconut fiber + 0.1%, Oasis<sup>®</sup>+0.3%, Oasis<sup>®</sup>+0.1%, rice husks + 0.3% and rice husks + 0.1%. Being Jiffy<sup>®</sup> + 0.3%, Jiffy<sup>®</sup> + 0.1% the control. The variables evaluated during the experiment were: number of root and survival per cutting. A completely randomized design was used with a factorial arrangement 4×2, four substrates and two auxin concentrations. An adjusted mean by Lsmean was used and the statistical analysis was done through the program Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup> 9.4). There was no interaction between factors, hormone concentration and substrate, so the analysis was done individually. The substrates that had more root number were Jiffy<sup>®</sup> and coconut fiber without significant difference between them. The acid indol-3- butyric acid concentration with better results was the highest, 0.3% and the survival post-transplant was of 100%. Is recommended to do an experiment in other control temperature conditions and do more experiments with coconut fiber due that it was the one with a higher percentage of survival, do another experiment that determines which substrate and hormone concentration is more accessible for the ornamental unit and is recommended for the unit of ornamentals to use Jiffy<sup>®</sup> and coconut fiber as substrates due that it is the one in which the number of roots is greater.

**Key words:** Coconut fiber, hormone, Jiffy<sup>®</sup>, Oasis<sup>®</sup>, rice husks, roots.

## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| Portadilla .....                         | i         |
| Página de firmas .....                   | ii        |
| Resumen .....                            | iii       |
| Contenido .....                          | v         |
| Índice de cuadros, figuras y anexos..... | vi        |
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>               | <b>1</b>  |
| <b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>       | <b>3</b>  |
| <b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>     | <b>6</b>  |
| <b>4 CONCLUSIONES.....</b>               | <b>9</b>  |
| <b>5 RECOMENDACIONES.....</b>            | <b>10</b> |
| <b>6 LITERATURA CITADA.....</b>          | <b>11</b> |
| <b>7 ANEXOS .....</b>                    | <b>14</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadros   | Página |
|---|--------|
| 1. Análisis del número de raíces y sobrevivencia total de <i>Euphorbia pulcherrima</i> el día 21 y 27 ..... | 7      |

| Figuras                                    | Página |
|--|--------|
| 1. Temperatura diaria del invernadero..... | 8      |

| Anexos  | Página |
|---|--------|
| 1. Análisis de la interacción entre factores..... | 14     |

## 1. INTRODUCCIÓN

La planta de pascua (*Euphorbia pulcherrima*) pertenece a la familia Euphorbiaceae, es una planta originaria de Centroamérica, específicamente de México y Guatemala teniendo un fuerte impacto comercial en Estados Unidos. Es una planta utilizada mayormente en la época navideña dado que sus brácteas (hojas modificadas) cambian de color durante ésta época (Colinas *et al.* 2006).

La planta es comercializada por sus brácteas que constan de diferentes colores: rojo, blanco, morado, salmón y multi color. El color rojo es el color con mayor dominio comercial. La inflorescencia se encuentra en el centro de la planta, rodeada por las brácteas y no tiene importancia comercial (Seltzer y Spinner 2014).

Es una planta fotoperiódica que cambia de color al estar en días cortos, es decir, el período de oscuridad debe ser mayor o igual a 12 horas diarias (Rodríguez *et al.* 2006). Para condiciones del hemisferio norte durante los meses de octubre a abril la luz artificial en la plantación madre es obligatoria para evitar el cambio de coloración en las brácteas (Torres y López 2012).

Las temperaturas óptimas durante el enraizamiento oscilan en 22-24°C (Arredondo *et al.* 2012). El sustrato que se utiliza debe tener un 50% - 70% de porosidad y un pH óptimo de 6.3-6.8. Para el enraizamiento adecuado de los esquejes de pascua, se recomienda utilizar la hormona de crecimiento ácido indol-3-butírico (ICAMEX 2014).

Para el manejo adecuado de la temperatura dentro del invernadero se debe utilizar un termómetro para llevar un control. Este debe estar alejado de luz solar directa ya que pueden existir variaciones (Reiley y Shry 1997).

La humedad relativa es un factor indispensable ya que al no ser aplicada correctamente puede acarrear problemas de *Botrytis cinerea* y de *Rhizoctonia solani*, es por eso que la aplicación de fungicidas al momento de la siembra de esquejes es indispensable, también se necesita alta humedad relativa ya que evita la deshidratación del esqueje y así evitamos pérdidas por esta causa (Reiley y Shry 1997).

Las auxinas son hormonas que favorecen el desarrollo de las raíces, esto debido a que promueven el movimiento de carbohidratos hacia las regiones tratadas con auxinas (Ruíz y Mesén 2010). Existen varios tipos de auxinas unas naturales y otras sintéticas, una auxina sintética utilizada es el ácido indol-3-butírico (IBA), el modo de acción de estas es que actúa principalmente en las membranas celulares, afectando la permeabilidad y

activando el metabolismo de las mismas, esto provoca que se de la división celular, el crecimiento celular y la atracción de nutrientes al sitio de aplicación (Rojas *et al.* 2004).

El cultivo de Pascua inició en la Escuela Agrícola Panamericana alrededor del año 1993, con la variedad Supjibi Red (Flores 2002). Actualmente se cuenta con una plantación madre de variedad Freedom Red, de tonalidades rojas.

La unidad de ornamentales en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano comercializa Pascuas, variedad Freedom, el problema que se presenta en la unidad es que hay muerte de esquejes producidos en el sustrato Jiffy<sup>®</sup>. Los objetivos de este estudio se basan en determinar en qué sustrato y concentración de ácido indol-3-butírico la Pascua obtiene mayor número de raíces y la interacción entre el sustrato y la hormona.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, en la unidad de Ornamentales del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Ésta se encuentra ubicada a 800 msnm con una temperatura promedio de 24°C y una precipitación media anual de 1100 mm, está ubicada en el kilómetro 30, carretera de Tegucigalpa hacia Danlí.

El ensayo tuvo una duración de 33 días y se desarrolló de agosto a septiembre. Es desarrollado durante esta época porque las fechas de comercialización de este cultivo es en los meses de noviembre y diciembre, es por esto que se debe contar con material suficiente para esta época.

**Invernadero.** El experimento se desarrolló en un invernadero de vidrio con una temperatura promedio de 30°C y una humedad relativa promedio durante el experimento de 85%. Tuvo un riego de nebulización automático activado cada tres minutos por 30 segundos, trabajó desde las 8:00 a.m. hasta las 4:30 p.m. La descarga de agua por aspersor es de 1.14 l/min (Flores 2002).

**Sustratos.** Se utilizaron cuatro sustratos para la siembra del esqueje de Pascua. Los sustratos fueron: Oasis<sup>®</sup> (espuma floral), fibra de coco, cascarilla de arroz y Jiffy<sup>®</sup> (testigo).

**Oasis<sup>®</sup>.** Es una espuma floral, la cual se cortó en pequeños cuadros y se le hizo un orificio para poner el esqueje y que pueda desarrollar sus raíces. El Oasis<sup>®</sup> fue ubicado dentro de las bandejas. Para manipular fácilmente este sustrato se recomienda que esté húmedo. La espuma floral presenta paredes perforadas o rotas lo que le permite la acción de absorber y retener agua fácilmente. Las características de una espuma floral son las siguientes: buena absorción de agua, buena retención de agua, textura arenosa, provee un buen soporte y retención del esqueje. La espuma floral es capaz de retener agua de 20 a 50 veces su propio peso, dada su textura las raíces de la planta puede penetrar fácilmente por este sustrato. La espuma de baja densidad es utilizada para flores frágiles, en cambio, una de alta densidad es utilizada para esquejes fuertes y es una espuma fenólica que está compuesta por la reacción de fenol y formaldehído (Espinoza 2010).

**Fibra de coco.** Este material tiene la capacidad de infiltrar muy bien el agua, logrando un microclima fresco evitando que las raíces sufran de estrés térmico (Disaso 2010). Este sustrato fue lavado previo a su uso para evitar contaminación con el patógeno y reducir la posibilidad de un estrés hídrico. Este sustrato tiene una muy buena retención de agua (Rojas *et al.* 2014). La fibra de coco se comporta como una esponja permitiéndole al

agricultor no regar por varios días ya que la humedad se mantiene. El pH de este sustrato oscila entre 6.3-6.5, el cual es un rango apropiado para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y tiene una capacidad de retención de agua de hasta tres o cuatro veces su peso (Piscón 2013). La fibra de coco es un sustrato muy resistente a la degradación por microorganismos y es liviana, lo cual facilita su transporte. Es una de las fibras con mayor resistencia mecánica (Reckman 2011).

**Cascarilla de arroz.** Este sustrato tiene baja capacidad de retención de agua, lo cual es favorable para mezclarlos con otros sustratos (Mora 1999). Es un sustrato de peso ligero, es uniforme y es resistente a la degradación. La cascarilla es incorporada a un medio para mejorar el drenaje ya que no retiene agua (Abarca y Aguilar 2002). Al momento de utilizar cascarilla de arroz debe esterilizarse antes de usarlo ya que puede acarrear patógenos que afecten al cultivo (Mora 1999). Este sustrato fue lavado previo a la siembra del esqueje para evitar daños por patógenos, también fue esterilizado para asegurar su calidad.

**Jiffy® (testigo).** Son discos compactados de turba rodeada de una red biodegradable que al ser humedecidos se expanden máximo 4 cm de altura y máximo de 2 cm de ancho (Wightman 2000). Es un sustrato pequeño, fácil de usar y no necesita preparación y el trasplante es mucho más fácil y rápido. El Jiffy® provee un sistema de aireación y retención de agua ideal para el desarrollo de las raíces (Jiffygroup 2014). Éste es el sustrato que se ha usado en la unidad de ornamentales para el enraizamiento de la pascua.

**Obtención de esquejes.** Se trabajó con la variedad Freedom Red, que se obtuvo de la plantación madre ubicada en la unidad de ornamentales. La plantación madre recibe cuatro horas de luz artificial más las 12 horas de luz natural para evitar su floración. Las horas de luz artificial se dan desde las 10:00 p.m. a 2:00 a.m. Con el manejo adecuado de la planta madre se obtuvo esquejes limpios y seguros para ser enraizados.

Los esquejes se cortaron con siete a ocho yemas (7-8 cm de longitud), con hojas maduras, y preferiblemente que sean de última brotación, inmediatamente fueron sumergidos en un cubo de agua para evitar su deshidratación y la salida del látex ya que éste tiene contacto con los esquejes puede causar deformaciones en las hojas (Torres y López 2012). Luego fueron sumergidos en una solución fungicida (Iprodione 50%) para evitar la entrada de patógenos por la herida. Posteriormente, fueron llevados en canastas de plástico (24 × 50 cm) hacia el área de siembra.

La selección de un esqueje es fundamental para obtener un buen enraizamiento, el esqueje se sacó de una plantación madre que esté libre de enfermedades. Son esquejes uniformes para evitar variaciones en el resultado, es por esto que la longitud de los esquejes debe ser la misma (Torres y López 2012).

**Siembra de esquejes.** Los sustratos fueron colocados en bandejas de dimensiones 54 × 28 cm de seis cavidades. Para cada uno de los sustratos se utilizaron 45 cavidades. Se aplicó la hormona ácido indol-3-butírico en dos concentraciones, 0.1% y 0.3% aplicándolo en la herida para inducir la formación de la raíz.

**Toma de datos.** A los 21 días pos siembra, 15 esquejes de cada tratamiento fueron seleccionados al azar para realizar observaciones y se utilizó la técnica destructiva. La cual consistió en extraer cuidadosamente el esqueje del sustrato, se observó si la formación de callo y se contó el número de raíces por esqueje. Los esquejes utilizados fueron inmediatamente destruidos.

**Trasplante.** Al día 27 después de la siembra se trasplantaron los 15 esquejes que sobraron. El esqueje fue extraído del medio y se trasplantaron únicamente los esquejes que contenían raíces, los demás fueron desechados. Se tomaron datos diarios de mortalidad pos trasplante. Los esquejes fueron trasplantados en maceteros de plástico (4 pulg de diámetro).

**Diseño Experimental.** Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de  $4 \times 2$ , cuatro sustratos y dos concentraciones de hormona y 15 repeticiones el día 21 y 15 el día 27. Se realizó una separación de medias ajustadas LSmeans. Los datos fueron analizados a través del programa Statistical Analysis System (SAS<sup>®</sup> 9.4).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que no hubo interacción en los factores de sustrato y concentración de hormona, por lo cual, se analizaron individualmente. El sustrato jiffy<sup>®</sup> fue el que presentó mayor promedio de raíces aunque no hay diferencia significativa con la fibra de coco (Cuadro 1). En cuanto a la fibra de coco esto se le puede atribuir a que crea un microclima fresco evitando que las raíces sufran de estrés térmico (Disaso 2010) (Cuadro 1).

En estudios realizados en *Swoetenia macrophylla* demostraron que el sustrato jiffy<sup>®</sup> es el sustrato que provee un alto porcentaje de sobrevivencia y un crecimiento natural de la raíz (Azofeifa *et al* 2009). Estudios desarrollados en el cultivo de *Rosmarinus officinalis*, la fibra de coco fue un sustrato que logró que el esqueje desarrollara el mayor número de raíces (Alvarado *et al* 2004) (Cuadro 1). En cuanto a la cascarilla de arroz, un estudio indica que fue el sustrato con peores resultados al evaluar la altura del cultivo de *Rosmarinus officinalis* esto por la poca capacidad de retención de agua (Giovanny J. *et al* 2007). La cascarilla de arroz ha demostrado ser el sustrato con menor número de raíces dado a su poca capacidad de retención de agua.

Se observó que en cuanto a la sobrevivencia se obtuvo mayores porcentajes en Fibra de coco lo cual se debe a sus características de crear un microclima ideal para el desarrollo de las raíces (Cuadro 1) (Disaso 2010). En esquejes enraizados en Oasis<sup>®</sup>, se observó un crecimiento alargado del callo lo cual provocó que el desarrollo de la raíz fuera más lento, en comparación con los demás sustratos. Esto debido a que este sustrato es una espuma floral que absorbe grandes cantidades de agua. Según un estudio el medio de enraizamiento que contenga agua en exceso y reduzca la cantidad de oxígeno provoca un crecimiento alargado del callo en el esqueje, provocando que las raíces tarden en desarrollarse (Ecke *et al.* 2004)

Se observó que una concentración mayor de hormonas (0.3%) provee mejores resultados en cuanto a número de raíces para la fecha 21 y 27 (Cuadro 1). Un estudio demostró que las concentraciones de ácido indol -3- butírico con una concentración mayor proveen al cultivo de *Dracaena deremensis* un mayor número de raíces (Angulo 2011).

Se obtuvo un mayor porcentaje de sobrevivencia en esquejes con mayor concentración de hormona. Estudios realizados en el cultivo de *Rubus adenotrichus* (mora) demuestran que al usar mayor concentración de ácido indol-3- butírico el porcentaje de sobrevivencia aumenta, dado que la planta tiene mayor número de raíces (Flores 2011).

Cuadro 1. Análisis del número de raíces y sobrevivencia total de *Euphorbia pulcherrima* el día 21 y 27

| Sustrato                            | Número promedio raíz al día 21 | Número promedio raíz al día 27 | Sobrevivencia Total (%) |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Jiffy                               | 13.9 a <sup>¥</sup>            | 14.3 a                         | 84                      |
| Fibra de coco                       | 13.5 a                         | 10.6 a                         | 87                      |
| Oasis                               | 5.9 b                          | 5.2 b                          | 71                      |
| Cascarilla de arroz                 | 0.9 b                          | 3.4 b                          | 61                      |
| <b>Concentración de hormona (%)</b> |                                |                                |                         |
| 0.1                                 | 6.6 b                          | 7.7 a                          | 75                      |
| 0.3                                 | 10.6 a                         | 9.0 a                          | 77                      |

<sup>¥</sup>Resultados con misma letra en la columna no tienen diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

Los pH del medio de enraizamiento utilizados fueron: Jiffy 6.6, fibra de coco 6.6, Oasis 5.7 y cascarilla de arroz 6.2. Según un estudio realizado en Pascuas, para el apto desarrollo de la planta el sustrato debe contar con un pH de 5.5 a 6.6. Sustratos tratados con un pH muy alcalino o muy ácido pueden retardar el desarrollo radicular (Torres y López 2012).

En el invernadero la temperatura promedio que se registró fue de 23-28°C (Figura 1), esto pudo retardar el desarrollo de las raíces en todos los sustratos. En estudios realizados con Pascuas se reportó que las temperaturas ideales para el enraizamiento de la Pascua oscila entre 22- 24°C, si la Pascua se propaga en una temperatura mayor a 26°C su desarrollo es mucho más lento y se detiene cuando la temperatura es mayor a los 30°C (Ecke *et al.* 2004).

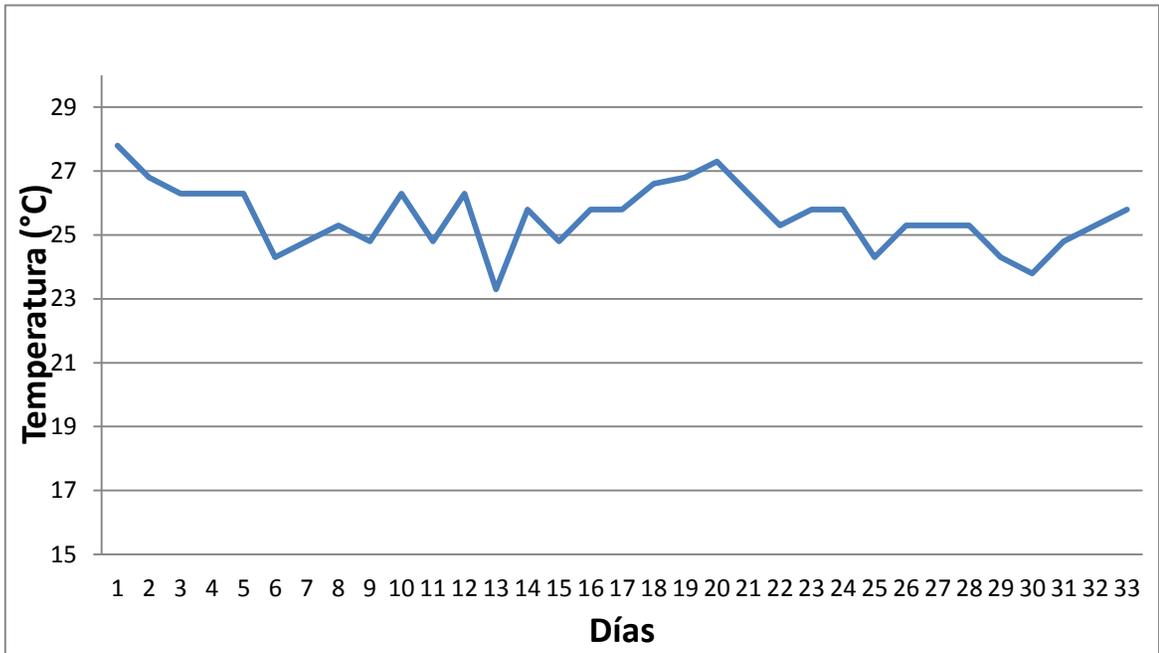


Figura 1. Temperatura diaria del invernadero

#### **4. CONCLUSIONES**

- La concentración de hormona que obtuvo mayor número de raíces fue la de 0.3% para el día 21, para el día 27 no hubo diferencia significativa entre las concentraciones de hormona.
- Los sustratos que mayor número de raíces presentaron fueron Jiffy<sup>®</sup> y fibra de coco, sin demostrar diferencia significativa entre ambos.
- No hubo interacción entre los factores de sustrato y concentración de hormona.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar el experimento en condiciones de temperatura controladas para observar su influencia en el desarrollo radicular.
- Se recomienda utilizar el sustrato Jiffy<sup>®</sup> y fibra de coco ya que son los que presentan mayor número de raíces.
- Realizar un ensayo que muestre los costos para evaluar cual sustrato y concentración de hormona es más factible para la unidad de ornamentales.

## 6. LITERATURA CITADA

Abarca S. y R. Aguilar. 2002. Producción de sustratos para viveros. San José, Costa Rica. 43 p.

Alvarado K., A. Blanco y A. Taquechel. Fibra de coco una alternativa ecológica como sustrato agrícola. Consultado el 22 de septiembre de 2014. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_ao\\_95-2010/Rev%202008-3/19-Coco.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202008-3/19-Coco.pdf)

Angulo, R. 2011. Enraízamiento de dos variedades de *Dracaena deremensis* con cinco concentraciones de ácido indol -3- butírico en Dracaenas de altura S.A., San Ramón, Costa Rica. Ing. Agr., Valle de Yaguare, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 13 p.

Arredondo, A., R. Ávila y L. Muñoz. 2012 Fichas descriptivas de 52 plantas ornamentales que se comercializan en Huasteca Potosina. San Luis, Potosí, México. 23p.

Azofeifa J., A. Rojas y A. Hines 2009. Optimización del enraizamiento y aclimatación de vitro plantas de *Swietenia macrophylla* King. Vol. 22, N°3, Julio- Septiembre 2009. 34-41 p.

Colinas M., Tejacal I., C. Bautista y L. Valdés 2006. Fluctuación de carbohidratos durante el desarrollo de Nochebuena en dos localidades. Chapingo, México. 63 p.

Disaso 2010. Fibra de coco, descripción y uso. Consultado el 13 de septiembre de 2014. Disponible en: <http://www.disaso.com/esp/fibra.html#top>

Ecke, P., J. Faust., J. William y A. Higgins. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. Editado por Rick Blanchette. Batavia, IL. USA. 304 p.

Espinoza D. 2010. Elaboración de espumas fenólicas que incorporan nutrientes, sustancias inhibidoras de etileno, preservantes y bactericidas para la preservación prolongada de plantas obtenidas *in vitro* en el laboratorio de cultivo de tejidos. Ing. Biot., Pichincha, Ecuador. 148 p.

Flores D., R. Chacón, V. Jimenez y F. Ortíz. 2012. Enraizamiento de mora (*rubus adenotrichus*) en medio líquido en el sistema de inmersión temporal y su aclimatación en invernadero. Tesis Ing., Agr., Costa Rica. 9p.

Flores V. 2002. Evaluación de cuatro medio de enraizamiento y tres instalaciones para la producción de flor de pascua. Tesis Ing., Agr., Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 20p

Giovanny J., A Herrera., S. Lusardo, E. Chacón. 2007. Efecto de diferentes tamaños de esquejes y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). Ing. Agr., Colombia, Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia. 6 p.

Jiffygroup 2014. Jiffy catalogue. Consultado el 3 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.jiffygroup.com/es/>

ICAMEX. 2014. Cultivo de Nochebuena. Consultado el 18 de agosto de 2014. Disponible en: [http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion\\_publicaciones/floricola/nochebuena/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion_publicaciones/floricola/nochebuena/index.htm)

Mora L. 1999. Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía. San José, Costa Rica. 98 p.

Piscón R. 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala.2011. Ing, Agr., Chiquimula, Guatemala. 145 p.

Reckman O. 2011. Fibra de coco un sustrato con grandes ventajas. Consultado el 3 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.protekta.cl/dmdocuments/Art%C3%ADculo%20Fibra%20de%20Coco.pdf>

Reiley H., C. Shry. 1997. Introductory horticulture. Nueva York, Estados Unidos de América. Quinta edición. Delmar publicaciones. 123-129 p.

Rodríguez, F. Morán, R. Torres, A. Pellón y L. Granada. 2006. Producción de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* en Morelos. Morelos, México. 11 p.

Rojas M., M. Rodríguez, A. Rodríguez y R. Ascencio. 2014. Sustrato de coco: opción segura en cultivo hidropónico. Consultado el 3 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.cocopeatfertilizer.com/fibra-de-coco-hidroponia-natural/tag/coco-peat>

Rojas S., J. García y C. Melva. 2004. Propagación Asexual de Plantas. Editado por Promedios. Bogotá DC, Colombia.

Ruiz H. y F. Mesén. 2010. Efecto del ácido indol-3-butírico y el tipo de estaquilla en el enraizamiento de Sachi Inchi (*Plukenetia voluvelis* L.) Ing. Agr., Costa Rica, 9 p.

Seltzer D. y M. Spinner. 2014. Poinsettia Facts. Consultado el 17 de agosto de 2014. Disponible en: <http://urbanext.illinois.edu/poinsettia/facts.cfm>

Torres A. y R. López. 2012. Medición de luz diaria integrada en invernaderos. Consultado el 8 de septiembre de 2014. Disponible en: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-238-SW.pdf>

Torres A. y R. López. 2012 Propagación de Poinsettia (Flor de Pascua). Consultado el 12 de septiembre de 2014. Disponible en: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-235-SW.pdf>

Villalobos N. 2011. Hormonas, Fotosíntesis, Nutrición. Publicado por Neyser Villalobos. Primera edición. 30-33 p.

Wightman K. 2000. Prácticas adecuadas para los viveros forestales. Traducción por Nora Allende, edición Bernadette Hince. 8 p.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la interacción entre factores.

| Factores                            | Días                |        |
|-------------------------------------|---------------------|--------|
|                                     | 21                  | 27     |
| Concentración de hormona            | 0.0121 <sup>‡</sup> | 0.3462 |
| Sustrato                            | <.0001              | <.0001 |
| Concentración de hormona × Sustrato | 0.6176              | 0.3534 |

<sup>‡</sup>Probabilidades menor a 0.05 tienen diferencia significativa.