

**Evaluación de seis sustratos para
enraizamiento de rosa del desierto *Adenium
obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.**

Sergio Marcelo Gutierrez Laredo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de seis sustratos para
enraizamiento de rosa del desierto *Adenium
obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.**

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

Presentado por

Sergio Marcelo Gutierrez Laredo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Evaluación de seis sustratos para enraizamiento de rosa del desierto *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult.

Sergio Marcelo Gutierrez Laredo

Resumen. La rosa del desierto pertenece a la familia Apocynaceae. Es utilizada como especie ornamental por su apariencia suculenta y sus flores llamativas de distintos colores. Presenta tolerancia a distintos suelos, clima desértico y bajos requerimientos hídricos. El objetivo de este estudio fue determinar el mejor sustrato para el enraizamiento de *Adenium obesum* var. Red Fanta bajo condiciones de Zamorano, Honduras. El experimento tuvo una duración de 52 días, en los meses de junio a agosto. Los tratamientos fueron; turba canadiense, arena, perlita, fibra de coco, 50% turba canadiense + 50% perlita y 50% fibra de coco + 50% perlita. Las variables evaluadas fueron; número de brotes, número de raíces, longitud de raíces, porcentaje de enraizamiento y porcentaje de sobrevivencia. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y cinco repeticiones. Para las variables número de brotes, número de raíces y porcentaje de sobrevivencia no presentaron diferencias significativas. Los sustratos que presentaron mejor respuesta en la longitud de raíces fueron; arena, perlita, fibra de coco + perlita (1:1) y turba canadiense + perlita (1:1). Los sustratos que presentaron mayor porcentaje de enraizamiento fueron perlita, arena y la combinación fibra de coco + perlita (1:1). Se recomienda utilizar arena, perlita o la combinación fibra de coco + perlita (1:1) puesto que fueron los tratamientos con mejor respuesta al enraizamiento y mayor longitud de raíces en estacas de rosa del desierto.

Palabras clave: Arena, auxinas, fibra de coco, perlita, turba canadiense.

Abstract. Desert rose belongs to the family Apocynaceae. It's used as an ornamental plant because of its succulent appearance and its colorful flowers. It tolerates different soil requirements, desertic climate and low water requirements. The objective of this study was to evaluate the best substrate for *Adenium obesum* var. Red Fanta rooting under conditions of Zamorano, Honduras. The experiment lasted 52 days, from June to August. The treatments used where: peat moss, sand, perlite, coconut fiber, Canadian peat moss + perlite (1:1) and coconut fiber + perlite (1:1). The variables evaluated where: shoot number, root number, root length, rooting and survival percentage. A completely randomized design (CRD) with six treatments and six repetitions per treatment. The number of buds, roots and survival were the same among the six treatments. The rooting media with the highest root length were sand, perlite, coconut fiber + perlite (1:1) and Canadian peat moss + perlite (1:1). The treatments with the highest rooting percentage were sand, perlite and the combination coconut fiber + perlite (1:1). It's recommended using sand, perlite or the combination coconut fiber + perlite (1:1) because those were the treatments with the best percentage of rooting and the highest root length.

Key words: Auxins, coconut fiber, peat moss, perlite, sand.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIÓN.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. LITERATURA CITADA.....	12
7. ANEXOS.....	16

ÍNDICE DE CUADRO, FIGURA Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Análisis del número de brotes, número promedio de raíces, longitud de raíces, enraizamiento y sobrevivencia de rosa del desierto (<i>Adenium obesum</i>) en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.	8
Figura	Página
1. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) medidas para la evaluación de enraizamiento de esquejes de rosa del desierto en el invernadero tipo A de la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.....	4
Anexos	Página
1. Volumen de riego acumulado por sustrato en la evaluación del enraizamiento de estacas de rosa del desierto en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Francisco Morazán, Honduras	16
2. Costos por sustrato	16

1. INTRODUCCIÓN

La rosa del desierto pertenece a la familia Apocynaceae. Es una planta originaria del noreste africano y la península arábiga. Es utilizada como especie ornamental por su apariencia suculenta y sus flores llamativas de distintos colores. Presenta tolerancia a distintos suelos, clima desértico y bajos requerimientos hídricos (Brown 2012). Algunas de sus variedades son: cery, red lucas, red fanta, white big ben y harry potter (Hastuti y Setyono 2009). Es sensible a climas helados (Mahr 2013).

La rosa del desierto presenta una tasa de crecimiento lenta y sus requerimientos lumínicos son altos (Brown 2012). Posee un caudice (Chen *et al.* 2014) o tronco suculento (principal estructura de almacenamiento de agua) cuya corteza es de color gris (Amin *et al.* 2015).

Sus hojas son de color verde oscuro (Chen *et al.* 2014) y sus flores poseen cinco sépalos y cinco pétalos (Colombo *et al.* 2016). Su floración se desarrolla durante otoño y primavera produciendo flores rosadas, blancas y rojas. La temperatura óptima de desarrollo para la rosa del desierto se encuentra entre 12 y 15 °C. Requiere de sustratos con buen drenaje y requerimientos nutricionales (Brown 2012).

La reproducción de la rosa del desierto por semillas es difícil por la tasa de variabilidad genética que presentan los híbridos. La manera más simple de propagación para los productores es la reproducción asexual mediante estacas. Estas deben encontrarse sin hojas y a una longitud de 12.7 cm (Garofalo y McLaughlin 2002).

La propagación vegetativa o asexual utiliza la capacidad de algunos órganos vegetativos de la planta para formar raíces y así originar otra planta completa. La propagación por estacas, es uno de los métodos de propagación asexual más utilizados ya que consiste en la separación de un trozo de planta con yemas activas, capaces de regenerar una nueva planta. Normalmente se utilizan estacas de tallo, las cuales presentan sistema aéreo e induce la formación del sistema radical adventicio (Soto 2004).

Los principales factores para el éxito del enraizamiento de estacas son: época de recolección del material; reguladores de crecimiento, condiciones ambientales (temperatura y humedad), medio de enraizamiento, edad y condición fisiológica de la planta madre y el material vegetal (Soto 2004). Las ventajas de la reproducción asexual son la uniformidad de plantas, menor tamaño para mejor manejo del cultivo, mayor porcentaje de enraizamiento y mantener las características de la planta madre (Gómez de la Torre 2007).

Las estacas de la rosa del desierto pasan por una hormona de enraizamiento antes de ser sembradas en un sustrato con buena aireación y alta humedad relativa (Mahr 2013). Las

estacas deben ser obtenidas de los meristemos apicales de la planta y son aplicadas con fungicida (Brown 2012).

Las auxinas son hormonas o reguladores de crecimiento que promueven la formación de raíces adventicias en hojas y tallos cortados. Su compuesto más importante es el ácido 3-indol-butírico, sintetizado naturalmente en las partes jóvenes de la planta (Álvarez *et al.* 2014).

Las auxinas estimulan la división celular en el periciclo induciendo la formación de raíces adventicias en esquejes. Intervienen en la división, crecimiento y diferenciación celular. Estas hormonas promueven el crecimiento de tallos y raíces secundarias, aumentan la uniformidad de enraizamiento, aceleran e incrementan el número y calidad de las raíces producidas por estaca. (Casaretto y Jordán 2006).

Los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Algunas de sus propiedades deseables son: retención de agua fácilmente disponible, drenaje rápido, buena aireación, distribución del tamaño de partículas, baja densidad aparente y estabilidad. La actividad química de los sustratos debe ser mínima (Aguilar y Baixauli 2002). Los medios más comunes para enraizamiento de la rosa del desierto son: arena, perlita y turba canadiense. Para acelerar su enraizamiento se usa nebulizadores y bases calefactoras creando un clima húmedo y caliente (Garofalo y McLaughlin 2002).

La turba canadiense es un sustrato compuesto de material vegetal en estado de descomposición (materia orgánica), posee contenido mineral y cierta acidificación (VIFINEX 2002). Está compuesta principalmente del musgo *Sphagnum sp.* Se encuentra libre de patógenos y permite ser utilizada sin necesidad de una desinfección previa (Campos *et al.* 2005). La turba presenta una buena habilidad de retención de agua y una buena aireación para las raíces. Presenta una porosidad de 90 a 95%, una densidad de 0.07-0.11 g×cm⁻³, una CEC de 150-250 cmol×kg⁻¹ y un pH entre 3 y 6 (Buechel 2016).

La perlita es un sustrato compuesto de roca volcánica. Posee un pH de 7, es un medio estéril, no aporta nutrientes, presenta buen drenaje y aireación para enraizamiento (VIFINEX 2002). Está compuesta de silicio y aluminio. Sus agregados son livianos y blancos. Tiene una baja capacidad de retención de nutrientes y es utilizada en mezclas de sustratos para aportar porosidad (Mofidpoor 2007). Presenta una densidad de 0.1 g×cm⁻³, su CIC es de 3 cmol×kg⁻¹ y su porosidad de 75% (Buechel 2016). El tamaño de sus agregados varía a lo largo de la industria hortícola (López *et al.* 2012).

La arena es un material inorgánico natural con partículas redondas y anguladas. Aporta estructura, pero retiene poca agua (Lucero 2013). Posee una conductividad eléctrica de 15 dS/m (Herrera Sandoval 2011), una densidad de 1.6 g×cm⁻³, CIC cercana a 0 y una porosidad de 35%. Permite un buen desarrollo radicular y su capacidad de retención de agua es del 15% (Buechel 2016). La granulometría de la arena oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro (Tut 2014).

La fibra de coco es un sustrato que posee una textura y consistencia uniforme que le permiten retener agua. Presenta una CIC de 50 cmol×kg⁻¹, porosidad del 80%, capacidad

de retención de agua del 40% y una densidad de $0.08 \text{ g}\times\text{cm}^{-3}$ (Buechel 2016). Posee un pH entre 5.7 y 6.5 y una baja capacidad de retención de nutrientes (Mofidpoor 2007). Después de su procesamiento, los agregados de la fibra de coco presentan una longitud de 2 cm (López *et al.* 2012).

Puesto que no existe un protocolo de enraizamiento para rosa del desierto, el objetivo de este estudio fue:

- Evaluar el mejor sustrato para el enraizamiento de rosa del desierto (*Adenium obesum*) bajo condiciones de Zamorano, Honduras.

2. METODOLOGÍA

Ubicación del experimento. El ensayo se desarrolló en la unidad de Ornamentales y Propagación del Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. Se encuentra ubicada a una elevación de 800 msnm.

El ensayo se llevó a cabo desde el 3 de julio hasta el 21 de agosto de 2017 con una duración de 52 días, en el invernadero de vidrio “tipo A”, a una temperatura y humedad relativa promedio de 27.5°C y 69.2% respectivamente. La temperatura oscila entre 34.4 y 19.6°C y la humedad relativa entre 91.0 y 46.8 %.

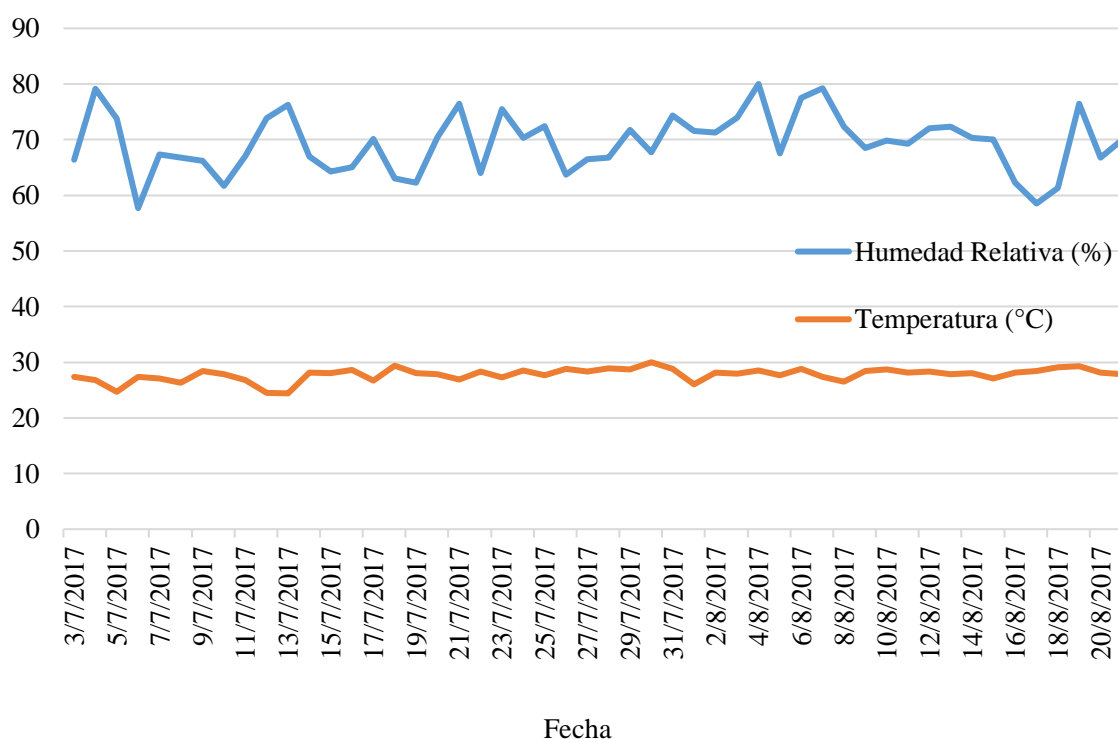


Figura 1. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) medidas para la evaluación de enraizamiento de esquejes de rosa del desierto en el invernadero tipo A de la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Invernadero. Posee un sistema de riego por nebulización automática, activado cada seis minutos por 12 segundos. La descarga de agua por aspersor fue de $1.14 \text{ L} \times \text{min}^{-1}$ y la duración del riego desde las 8:00 am hasta las 3:30 pm.

Obtención de esquejes. Se trabajó con la variedad “red fanta” cuyas hojas son verdes, sus flores son zigomórficas y de color rojo y rosado contrastantes en los bordes (Hastuti *et al.* 2009). Los esquejes fueron obtenidos de la plantación madre ubicada en las jardineras del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Para la obtención de esquejes, la plantación madre fue fertilizada una vez por semana con una solución de 100 ppm de N durante dos semanas previas a la recolección del material.

Los esquejes se cortaron a una longitud de 12 a 15 cm, sin hojas, de la base del caudice y fueron llevados en una canasta de plástico de 24 cm \times 50 cm con periódico húmedo para evitar su deshidratación hacia el área de siembra en la Unidad de Ornamentales. Los esquejes seleccionados fueron del mismo tamaño, libres de plagas y enfermedades para evitar variaciones o retrasos en los resultados.

Siembra de esquejes. Se utilizaron cinco bandejas “six-pack” de seis celdas (212 ml) por tratamiento. Al momento de la siembra, se aplicó la hormona ácido-3-indolbutírico (0.1%) para exponer la herida con la hormona e inducir el enraizamiento.

Después de la siembra y a los 31 días postsiembra, se aplicó mediante drench el sustrato de las bandejas con fosetil aluminio y propomocarb (0.17%) y los esquejes con epoxiconazole (0.5%) para prevenir ataque de patógenos en el sustrato.

Riego de esquejes. Se regó cada tratamiento utilizando una probeta de 1000 mL. Debido a la naturaleza de cada sustrato y las condiciones climáticas, el volumen de riego aplicado al sustrato fue hasta su condición de saturación.

Variables medidas. A los 52 días postsiembra, se extrajeron los esquejes de cada celda y se midieron las siguientes variables:

- Número de brotes: Se contó el número de brotes por esqueje.
- Número de raíces: Se contó el número de raíces por esqueje, excluyendo los callos y preraíces.
- Longitud de raíces: Se midieron con una regla de 30 cm todas las raíces de todos los esquejes y se calculó un promedio de la longitud.
- Enraizamiento: Se calculó como porcentaje con la ecuación [1].

$$\frac{\text{Número de estacas enraizadas}}{\text{Número estacas sembradas}} \times 100 \quad [1]$$

- **Sobrevivencia:** Se calculó como porcentaje con la ecuación [2]. Para la sobrevivencia, se contaron los esquejes enraizados y latentes (Laura Masco 2014).

$$\frac{\text{Número de estacas vivas}}{\text{Número estacas sembradas}} \times 100 \quad [2]$$

Tratamientos. Se utilizaron seis sustratos para la siembra de estacas de la rosa del desierto. Los sustratos fueron: 1. arena, 2. turba canadiense, 3. perlita, 4. fibra de coco, 5. turba canadiense + perlita (1:1) y la combinación 6. fibra de coco + perlita (1:1). La arena, fibra de coco y perlita fueron esterilizados en el autoclave del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Zamorano a 121°C, 15 PSI por 20 minutos.

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos (sustratos), cinco repeticiones por tratamiento y seis unidades experimentales por repetición para un total de 150 esquejes.

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) analizado con el programa estadístico SAS® 9.4 (Statistical Analysis System). Se utilizó una separación de medias ajustadas LSD con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de brotes, número de raíces y longitud de raíces.

En el número de brotes, no hubo diferencia significativa entre los sustratos (Cuadro 1). En estudios realizados en el cultivo de sábila (*Aloe vera* L.), el sustrato no tuvo influencia sobre el número de brotes (Capote *et al.* 2016). El brote de las yemas en una estaca no significa enraizamiento, sino, es resultado de las reservas nutricionales de la estaca por lo que puede existir brotación, pero no enraizamiento (Castro y Guerrero 1999).

No se encontró diferencias significativas entre los sustratos en el número de raíces (Cuadro 1). Esto concuerda con estudios realizados en el cultivo de pino (*Pinus patula*), demuestran que la perlita es el sustrato que permite el mayor número de raíces secundarias (Jiménez Casas *et al.* 2016). En el cultivo de romero (*Rosmarinus officinalis* L.), las estacas sembradas en perlita obtuvieron una buena estructura radicular y la mejor respuesta al enraizamiento (López *et al.* 2012) al igual que estudios en el cultivo de marupa (*Simarouba amara* Aubl) que concuerdan que las estacas sembradas en perlita presentaron el mayor número de raíces por estaca (Guerra *et al.* 2010).

En el enraizamiento de estacas del cultivo de café (*Coffea canephora* var. Robusta), se comprobó que la arena obtuvo los mejores resultados para el número de raíces ya que es un sustrato que presenta buena aireación y drenaje (Lucero 2013). Al igual que en el enraizamiento del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.), la turba canadiense permitió la mejor formación de un sistema radicular puesto que presenta una buena aireación, retención de nutrientes y agua (Álvarez-Herrera *et al.* 2009). Estacas de romero (*Rosmarinus officinalis*), sembradas en fibra de coco muestran que este sustrato fue el que desarrolló mayor número de raíces (Alvarado *et al.* 2004).

En esta evaluación, las combinaciones: fibra de coco + perlita (1:1) y turba canadiense + perlita (1:1) obtuvieron buenos resultados en el número de raíces (Cuadro 1), esto se atribuye posiblemente a que la fibra de coco posee una capacidad de retención de agua de 40% y una porosidad del 80%. Además, la turba canadiense presenta una porosidad del 90 a 95% y una buena capacidad de retención de agua (Buechel 2016). La perlita posee un 75% de porosidad (Buechel 2016). Ambas combinaciones reflejaron un buen balance agua-aire para los esquejes.

La diferencia en longitud de raíces fue significativa para los sustratos perlita, arena y la combinación turba canadiense + perlita (1:1) (Cuadro 1). Esto concuerda con otros estudios realizados en estacas del cultivo de marupa (*Simarouba amara* Aubl) que desarrollaron una mayor longitud de raíces en el sustrato perlita. Esto se puede atribuir posiblemente a que el

sustrato perlita incrementa hasta en un 870% la longitud de las raíces; al estar constituida de partículas finas y permite que las raíces desarrolladas presenten una menor resistencia a la elongación radicular siendo un sustrato con un adecuado balance agua-aire (Guerra *et al.* 2010).

Estudios concuerdan igual que estacas del cultivo de café (*Coffea canephora* var. Robusta) sembradas en arena obtuvieron una mayor longitud de raíces (Lucero 2013) ya que este sustrato presenta una porosidad del 35% y una capacidad de retención de agua de 15% (Buechel 2016).

En la evaluación de seis sustratos para enraizamiento de la rosa del desierto las combinaciones: fibra de coco + perlita (1:1) y turba canadiense + perlita (1:1) permitieron una buena longitud de raíces puesto que la fibra de coco posee una consistencia uniforme (Buechel 2016). Esto se puede deberse a que la turba canadiense presenta una buena aireación para las raíces; la perlita posee agregados livianos y es incorporada en sustratos para aumentar la porosidad (Mofidpoor 2007).

Cuadro 1. Análisis del número de brotes, número promedio de raíces, longitud de raíces, enraizamiento y sobrevivencia de rosa del desierto (*Adenium obesum*) en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Número de Brotes	Número de Raíces	Longitud de Raíces (cm)	Enraizamiento (%)	Sobrevivencia (%)
Arena	1.6	0.9	0.2 abc [¥]	40.0 ab [¥]	86.7
Turba canadiense	1.5	0.9	0.3 bc	20.0 b	73.3
Perlita	1.6	1.6	0.9 abc	50.0 a	73.3
Fibra de coco	1.6	1.3	0.1 c	30.0 ab	80.0
Perlita : Turba canadiense (1:1)	1.5	1.5	0.7 ab	23.3 b	76.7
Perlita :Fibra de Coco (1:1)	1.5	0.5	0.4 abc	50.0 a	83.3

[¥]abc: Letras diferentes indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Enraizamiento y sobrevivencia.

En la evaluación de seis sustratos para enraizamiento de rosa del desierto, el enraizamiento fue mayor en los sustratos arena, perlita, la combinación turba canadiense + perlita (1:1) y fibra de coco (Cuadro 1). Esto concuerda con otros estudios en estacas del cultivo marupa (*Simarouba amara* Aubl), que presentaron mayor porcentaje de enraizamiento en el sustrato perlita debido a la higroscopia de las partículas favoreciendo una humedad adecuada sin

llegar a la saturación y una adecuada tasa de difusión (Guerra *et al.* 2010). Al igual que estudios realizados en el cultivo de pino (*Pinus patula*), indican que la perlita fue el sustrato que presentó mayor porcentaje de enraizado de las estacas (Jiménez *et al.* 2016) y en estacas del cultivo de ciprés (*Taxodium distichum* (L.) Rich), la perlita fue el sustrato que permitió un mayor porcentaje de enraizamiento (Arnold *et al.* 2011).

En ensayos sobre enraizamiento de estacas del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.), la arena permitió un mayor enraizamiento ya que facilita la velocidad de crecimiento dependiente de la resistencia que le ofrece el sustrato. Además, presenta una menor resistencia debido a sus partículas macroscópicas que generan espacios entre los gránulos facilitando el enraizamiento (Fischer *et al.* 2008). La fibra de coco permitió un mayor enraizamiento posiblemente ya que es un sustrato amortiguador de nutrientes, evita problemas de aireación y exceso de humedad (Astiz *et al.* 2010).

En este ensayo para la variable sobrevivencia, las estacas no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 1). Estudios realizados en durazno (*Prunus persica* var. Guaytambo), indican que la arena fue el sustrato que reportó mayor porcentaje de sobrevivencia (Darquea Toro 2015). Esto puede deberse a que la arena presenta un buen drenaje evitando la mortalidad de estacas por exceso de humedad. Estudios para la propagación de estacas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), concuerdan que el sustrato que permitió el mayor porcentaje de sobrevivencia fue la arena debido a su porosidad evitando el exceso de agua y por tanto la pudrición de las estacas por el desarrollo de hongos (Herrera Sandoval 2012).

En evaluaciones de enraizamiento de estacas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), obtuvieron una alta sobrevivencia sembradas en turba canadiense debido a que es un sustrato libre de patógenos, permite ser utilizada sin una desinfección previa (Campos *et al.* 2005), por su habilidad de aireación y retención de agua (Buechel 2016).

Otros ensayos en el cultivo de pasca (*Euphorbia pulcherrima*) concuerdan que las estacas sembradas en fibra de coco presentaron el mayor porcentaje de sobrevivencia esto se puede atribuir a que este sustrato crea un microclima ideal para el desarrollo de las raíces (DISASO 2010). Así mismo, un estudio realizado en el cultivo de marupa (*Simarouba amara* Aubl), determinó que la perlita influyó positivamente en las estacas ya que fue el sustrato que presentó mayor porcentaje de enraizamiento (Guerra *et al.* 2010).

En esta evaluación, las combinaciones turba canadiense + perlita (1:1) y fibra de coco + perlita (1:1) no presentaron diferencias significativas con los demás sustratos. Esto se puede atribuir a que estos sustratos están compuestos de los materiales nombrados anteriormente, aportando cualidades ideales de porosidad (aireación), retención de agua y resistencia a la penetración para el enraizamiento.

4. CONCLUSIÓN

- Los sustratos que presentaron mejor respuesta al enraizamiento de rosa del desierto (*Adenium obesum*) fueron perlita, arena, fibra de coco y la combinación fibra de coco + perlita (1:1).

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes concentraciones de ácido indol-3-butírico para el enraizamiento de la rosa del desierto en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Elaborar un estudio económico para determinar el sustrato y concentración de auxinas más factible para la propagación de rosa del desierto (*Adenium obesum*) en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Extender el tiempo de evaluación para estudiar si las estacas que formaron callos desarrollan raíces.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar J, & Baixauli J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas. 1^{ra} ed. Valencia, España: Generalitat Valenciana y Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación; [consultado 2016 10 nov]. <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas/bb39ab24-ef7c-4f51-82a7-ebf73e414e18>
- Alvarado K, Blanco A, Taquechel A. 2004. Fibra de coco una alternativa ecológica como sustrato agrícola. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202008-3/19-Coco.pdf
- Álvarez E, de la Paz M, García B, Garay A. 2014. La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. Revista de Educación Bioquímica. [consultado 2017 jul 26]; 33 (1). esp. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-19952014000100003
- Álvarez Herrera J, Balaguera López H, Fischer G, Moreno N. 2009. Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. Agronomía Colombiana. [consultado 2017 jun 13]; 27 (3): 341-348. esp. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180316242007>
- Amin M, Azis N, Daud N, Hasbullah N, Lassim M. 2015. Micropropagation of *Adenium obesum* (Dessert Rose) in vitro. International Conference on Agricultural, Ecological and Medical Sciences. Phuket, India: AEMS.
- Arnold M, King A, Watson W, Welsh D. 2011. Substrates, wounding, and growth regulator concentrations alter adventitious rooting of baldcypress cuttings. Hortscience. [consultado 2017 jul 28]; 46(10): 1387 - 1393. eng. <http://hortsci.ashspublications.org/content/46/10/1387.full>
- Astiz M, Del Castillo J, Urubarri A, Aguado G, Apesteguía M, Sádaba S. 2010. Tomate hidropónico. [consultado 2017 jun 24]. <http://www.navarraagraria.com/n179/artomin10.pdf>
- Brown S. 2012. *Adenium obesum* Family: Apocynaceae. University of Florida IFAS Extension y Lee County Southwest Florida, [consultado 2016 nov 10]. 1-8. eng. http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/GardenPubsAZ/Dessert_Rose_Adenium_obesum.pdf

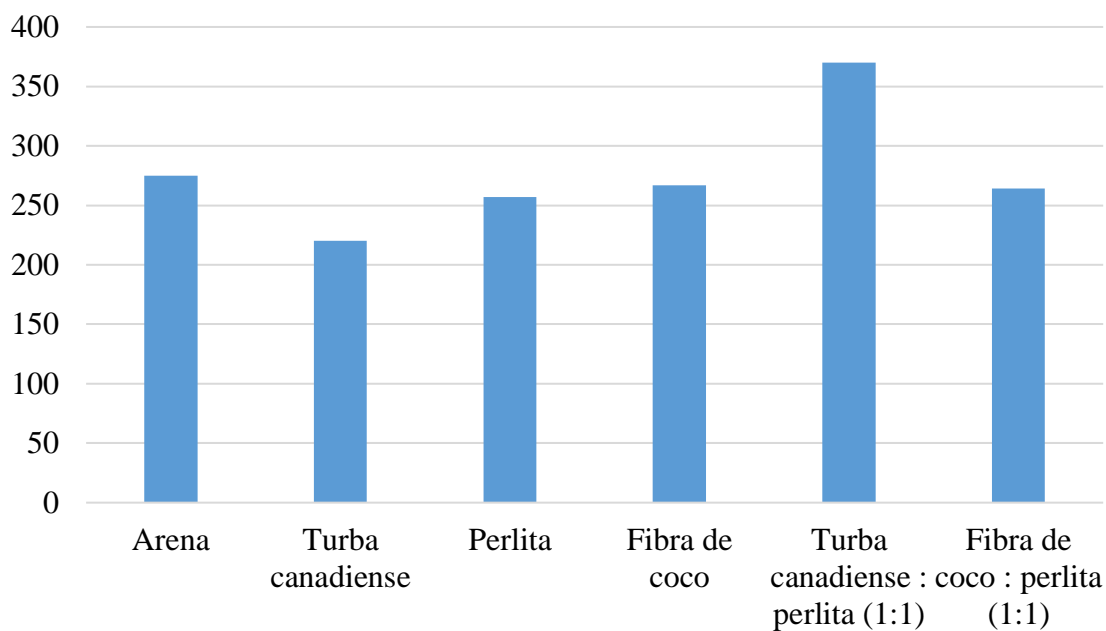
- Buechel T. 2016. Greenhouse herb and vegetable production – Part 4/4 – Growing media. [internet]. Estados Unidos: PROMIX; [consultado jul 17]. <http://www.pthorticulture.com/en/training-center/greenhouse-herb-and-vegetable-production-part-44-growing-media/>
- Campos A, Martínez A, Torres J. 2005. Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la etapa de propagación de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Agronomía Colombiana. [consultado 2017 jul 29]; 23(1): 154-164. eng. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012099652005000100019&lng=e&nrm=iso
- Capote A, Chong-Pérez B, Gómez L, Perez A, Pérez-Alonso N. 2016. Efecto del sustrato en la aclimatización de plantas in vitro de *Aloe vera* L. Biotecnología vegetal. [consultado 2017 jul 25]; 16(3): 1-9. eng. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/521/pdf>
- Casaretto J, Jordán M. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. In: Cardemil L, Squeo F, editores. Fisiología Vegetal. La Serena (Chile): Universidad de La Serena. p. 1-6.
- Castro S, Guerrero D. 1999. Evaluación de sustratos, fitohormonas y tamaño de estacas en la propagación de babaco (*Carica pentagona*) [tesis]. Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador. 96 p.
- Chen J, McBride K, Richard H, Terri A. 2014. Mineral nutrition of *Adenium obesum* ‘Red’. Hortscience. [consultado 2016 nov 10]; 49(12): 1518-1522. eng. <http://hortsci.ashspublications.org/content/49/12/1518.abstract>
- Colombo R, de Aguilar M, Favetta V, Rodrigues T, Tadeu R. 2016. Potting media, growth and build-up of nutrients in container-grown desert rose. Australian Journal of Crop Science. [consultado 2016 nov 11]; 10(2): 258-262. eng. http://www.cropj.com/colombo_10_2_2016_258_263.pdf
- Darquea Toro A. 2015. Efectos de diferentes sustratos y dosis hormonales en el enraizamiento de estacas herbáceas de durazno (*Prunus persica*) var. guaytambo. [tesis]. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos-Ecuador. 55 p.
- DISASO (Distribuidora Internacional Saludable y Sostenible). 2010. Fibra de coco, descripción y uso. Costa Rica; [consultado 2016 11 nov]. <http://www.disaso.com/esp/fibra.html#top>
- Fischer G, Guío Tenjo N, López Acosta F, Miranda Lasprilla D. 2008. Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. [consultado 2017 1 ago]; 61(1): 4347-4357. eng. <http://www.redalyc.org/html/1799/179914077011/>

- Garofalo J, McLaughlin J. 2002. Desert Rose (*Adenium obesum*). [internet]. Miami: University of Florida y Miami Dade County; [consultado 2016 10 nov]. <http://english.xtbg.cas.cn/rs/ma/201105/P020110525336916428343.pdf>
- Gómez de la Torre J. 2007. Propagación de la pimienta de Jamaica (*Pimenta dioica*) por estacas terminales con hojas [tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 18 p.
- Guerra H, Mesen F, Mori J, Perez F, Soudre M, Vidal F. 2010. Propagación vegetativa de marupa (*Simarouba amara* Aubl.) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. Folia Amazónica.[consultado 2017 13 jun]; 19(1); 61-68. eng. <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL804.pdf>
- Hastuti D, Setyono P. 2009. Variation of morphology, karyotype and protein band pattern of adenium (*Adenium obesum*) varieties. Bioscience. [consultado 2017 14 jun]; 1(2): 28-83. eng. <http://biosains.mipa.uns.ac.id/N/N0102/N010205.pdf>
- Herrera Sandoval B. 2012. Propagación de estacas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en tres tipos de sustratos con el uso de ácido naftaleno acético (ana) y ácido indol butírico (aib) [tesis]. Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi-Ecuador. 100 p.
- Herrera J. 2011. Evaluación de los sustratos: fibra de coco, compost: arena y compost: arena: suelo: casulla de arroz para producción de crisantemo (*Dendrathera × grandiflorum* kitamura) en macrotúnel [tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 25 p.
- Jiménez Casas M, Lopez Upton J, Rivera Rodríguez M, Vargas Hernández J, Villegas Monter A. 2016. Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. Revista Fitotecnia México. [consultado 2017 3 jul]; 39(4). eng. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000400385
- Laura Masco N. 2014. Efecto de seis sustratos en el enraizamiento de esquejes de sauco (*Sambucus nigra*) en ambiente protegido [tesis]. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia. 89 p.
- López S, Mamaní J, Payo G. 2012. Efecto del sustrato y regulador de crecimiento en la propagación de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) bajo condiciones naturales en el INTA EEA Salta. Horticultura Argentina. [consultado 2017 3 jul]; 32(79). eng. [file:///D:/Downloads/201402261743420.Res%C3%BAmenes%20Arom%C3%A1ticas%20Tucum%C3%A1n_HA%20Base%20\(3\).pdf](file:///D:/Downloads/201402261743420.Res%C3%BAmenes%20Arom%C3%A1ticas%20Tucum%C3%A1n_HA%20Base%20(3).pdf)
- Lucero D. 2013. Enraizamiento de Esquejes para la Producción de Plantas de Café variedad Robusta *Coffea canephora* [tesis]. Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. 84 p.

- Mahr S. 2013. Desert Rose, *Adenium obesum*. [internet]. Master Gardener Program. Wisconsin: University of Wisconsin; [consultado 2016 10 nov]. <https://wimastergardener.org/article/desert-rose-adenium-obesum/>
- Mofidpoor M. 2007. Quality of peat moss as a component of growing media [tesis]. Universidad de Columbia Británica, Vancouver-Canadá. 78 p.
- Soto P. 2004. Reproducción vegetativa por estacas en *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli) y *Luma apiculata* (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas [tesis]. Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile. 64 p.
- Tut M. 2014. Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) [tesis]. Universidad Rafael, Alta Verapaz-Guatemala. p.
- VIFINEX (Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria de Cultivos de Exportación). 2002. Producción de Sustratos para Viveros [internet]. Costa Rica. [consultado 2016 11 jun]. <http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Volumen de riego acumulado por sustrato en la evaluación del enraizamiento de estacas de rosa del desierto (*Adenium obesum*) en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.



Anexo 2. Costos por sustrato.

Sustrato	Costo (\$/m ³)
Arena	22
Fibra de coco	64
Perlita	25
Turba canadiense	3,788
Turba canadiense + perlita (1:1)	1,906
Fibra de coco + perlita (1:1)	44

Fuente: VIFINEX 2002