

**Evaluación de cuatro medios de  
enraizamiento y tres instalaciones para la  
producción de la Flor de Pascua  
(*Euphorbia pulcherrima*)**

**Valeria Flores Fukuda**

**ZAMORANO**

Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de Cuatro Medios de  
Enraizamiento y Tres Instalaciones para la  
Producción de la Flor de Pascua  
(*Euphorbia pulcherrima*)**

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

Presentado por

**Valeria Flores Fukuda**

**Honduras**  
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Valeria Flores Fukuda

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2002

**Evaluación de Cuatro Medios de Enraizamiento y Tres  
Instalaciones para la Producción de la Flor de Pascua  
(*Euphorbia pulcherrima*)**

Presentado por

Valeria Flores Fukuda

Aprobada:

---

Cintha Martínez, Ing. Agr.  
Asesor Principal

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador de la Carrera  
Ciencia y Producción Agropecuaria

---

Marco Vega, M.B.A.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D  
Decano Académico

---

Alfredo Rueda, Ph.D  
Coordinador de Área Temática

---

Mario Contreras, Ph.D  
Director General

## DEDICATORIA

A Diosito por darme las fuerzas y voluntad para salir adelante cada día y por guiarme durante este largo camino.

A mis padres, Antonio y Gladys, las personas que más admiro, por todos sus esfuerzos y sacrificios hechos para que yo pueda seguir luchando por alcanzar cada una de las metas importantes en mi vida; por darme el ejemplo de la “persona exitosa” y todo lo que esto implica. ¡Los mejores profesores!

A mi querido hermanillo, Fabricio, a quien admiro por su dedicación y empeño, por demostrarme que todo es posible, por darme ánimos para seguir luchando y por todas sus palabras.

A mi abuelo José Antonio, quien no me pudo ver llegar a este momento pero sé que me ha protegido desde el cielo, mi logro es especialmente para ti.

A toda mi familia en Perú y mi tía Sandra por todo el apoyo y ánimos brindados.

A Diana y Tomás por enseñarme a luchar y dar lo mejor de mí.

## AGRADECIMIENTOS

A Diosito por ayudarme a cumplir un sueño, por estar a mi lado cada momento de mi vida y por escuchar cada una de mis oraciones.

A mis padres, los mejores del universo, por el amor infinito, por el apoyo que me brindaron cada día, por creer en mí, sus consejos y preocupaciones, por mi formación y por su confianza.

A mi hermano por su cariño y apoyo, por creer en mí y por estar siempre allí a pesar de las distancias.

A mi familia en Perú y mi tía Sandra por sus oraciones y cariño.

A mis asesores Ing. Cinthya Martínez y Marco Vega, quienes me apoyaron en cada momento y me ayudaron a cumplir mi sueño.

A Eli Roberto por su amor, apoyo incondicional, consejos y hermosos momentos vividos. Por estar siempre a mi lado durante esta trayectoria final y por un TAC.

A Diana y Tomas por su apoyo, cariño y amistad, por sus esfuerzos, por ayudarme a lograr mi éxito y todos los mejores recuerdos en Zamorano.

A Lucía por su más sincera amistad, cariño, apoyo y alegres recuerdos, por creer en mí y siempre estar allí cuando más la necesitaba.

A César, Jorge y Diego por su amistad, lindos recuerdos y todo el apoyo increíble durante estos cuatro años.

A Marcos, Jorge, Francisco, Andrés, Manuel, Rommel, Antonio, Raúl y Juan Pablo por su amistad, apoyo y recuerdos.

A Nilda por su increíble amistad, apoyo incondicional, consejos y recuerdos.

A doña Gloria por todo su apoyo, cariño y amistad.

## RESUMEN

Flores Fukuda, Valeria. 2002. Evaluación de cuatro medios de enraizamiento y tres instalaciones para la producción de la Flor de Pascua (*Euphorbia pulcherrima*). Proyecto del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 29p.

La Flor de Pascua, *Euphorbia pulcherrima*, es uno de los cultivos ornamentales estacionales más importantes económicamente; su demanda en la época navideña es alta y está en continuo crecimiento. Una de las fases más críticas de su producción es el enraizamiento, donde se han observado las mayores pérdidas de esquejes debido a su sensibilidad a la acumulación de agua en el medio. Esto favorece el ataque de enfermedades como hongos y bacterias que reducen su enraizamiento. El objetivo del estudio fue determinar el mejor medio de enraizamiento y la instalación que brinda el mejor ambiente para el desarrollo radicular de la variedad Freedom Red. El ensayo se realizó entre julio y septiembre de 2002 en El Zamorano, Honduras. Bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $4 \times 3$ , se probó la combinación de cuatro medios de enraizamiento (arena gruesa, arena fina, Promix y Jiffy-7) con tres instalaciones de propagación (invernadero de vidrio, macrotúnel y sombreadero). Para cada combinación se usaron 25 maceteros. El Jiffy-7 y la arena gruesa resultaron ser los mejores medios de enraizamiento ( $P < 0.001$ ) debido a sus características físicas ideales para un desarrollo radicular temprano (15 días). El invernadero de vidrio resultó en un enraizamiento más rápido ( $P < 0.001$ ) con respecto al sombreadero y macrotúnel. En Jiffy-7 no hubo pérdidas, posiblemente debido a la mayor superficie expuesta al ambiente y la menor masa de medio absorbente. El macrotúnel tuvo menores pérdidas por las condiciones adecuadas de ventilación y temperatura que ofrece para evitar la acumulación de humedad. Los costos totales de producción fueron más bajos al usar la arena gruesa bajo invernadero; pero al corregir por el porcentaje de pérdidas, los costos de producción unitarios fueron menores para el Jiffy-7 bajo invernadero.

**Palabras clave:** Ambiente, características físicas, desarrollo radicular, pudrición bacterial, riego.

## **NOTA DE PRENSA**

### **MEJORANDO LA PRODUCCIÓN DE LA FLOR DE PASCUA DESDE SU ENRAIZAMIENTO**

La Flor de Pascua es considerada una planta ornamental estacional de gran importancia económica, ya que su demanda en la época navideña es alta y en continuo crecimiento. Su propagación es muy sencilla por medio de esquejes, los cuales exigen alta humedad y luminosidad durante su enraizamiento. Durante esta etapa se ha podido observar que existen pérdidas por excesos de humedad, lo cual hace propicio el ataque de enfermedades.

Para obtener un buen enraizado, es necesario utilizar un medio con las características físicas que permitan un buen desarrollo de raíces, así como también una infraestructura de propagación que brinde las condiciones ambientales adecuadas a la planta.

Para la producción de la Flor de Pascua se han enraizado los esquejes en arena, pero en la actualidad se utilizan productos comerciales como JIFFY-7 y PROMIX, con el fin de disminuir las pérdidas por daño a las raíces al momento del trasplante.

Se realizó un estudio en la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, Zamorano (Honduras) entre los meses de julio a septiembre, donde se evaluaron cuatro medios de enraizamiento y tres instalaciones de propagación, identificando en cuál los esquejes tendrían un desarrollo de raíces más temprano y menores pérdidas. También se determinó el medio e instalación con menores costos de producción, tomando en cuenta el número total de esquejes enraizados.

Los resultados muestran que la arena gruesa y JIFFY-7 tuvieron un desarrollo radicular rápido (15 días) en comparación con la arena fina y PROMIX. Así también, el invernadero de vidrio presentó las condiciones adecuadas para un enraizamiento más temprano (14 días). En el medio JIFFY-7 no hubo pérdidas, todos los esquejes enraizaron dentro de las tres instalaciones.



En conclusión JIFFY-7 dentro de invernadero es la mejor forma de propagar la Flor de Pascua, ya que con ello se obtiene un mejor desarrollo radicular y a menor costo.

---

Lic. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

	Portadilla .....	i
	Autoría.....	ii
	Página de Firmas .....	iii
	Dedicatoria .....	iv
	Agradecimientos .....	v
	Resumen .....	vi
	Nota de Prensa .....	vii
	Contenido .....	ix
	Índice de Cuadros.....	xi
	Índice de Figuras .....	xii
	Índice de Anexos.....	xiii
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.2	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	BOTÁNICA.....	3
2.2	AMBIENTE.....	3
2.2.1	Temperatura.....	3
2.2.2	Luminosidad .....	4
2.2.3	Humedad .....	4
2.3	HORMONA DE CRECIMIENTO .....	5
2.4	MEDIOS.....	5
2.5	INSTALACIONES DE PROPAGACIÓN.....	7
2.5.1	Invernadero .....	7
2.5.2	Camas Calientes .....	8
2.5.3	Estructuras Misceláneas de Propagación.....	8
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
3.1	LOCALIZACIÓN .....	9
3.2	ESQUEJES .....	9

3.3	MEDIOS DE ENRAIZAMIENTO.....	9
3.3.1	Arena fina .....	9
3.3.2	Arena gruesa.....	9
3.3.3	JIFFY-7 .....	10
3.3.4	PROMIX .....	10
3.4	DESINFECCIÓN.....	10
3.5	INSTALACIÓN .....	10
3.5.1	Invernadero de vidrio .....	10
3.5.2	Sombreadero .....	10
3.5.3	Macrotúnel.....	11
3.6	RIEGO.....	11
3.6.1	Invernadero .....	11
3.6.2	Sombreadero .....	11
3.6.3	Macrotúnel.....	11
3.7	ANÁLISIS DE COSTOS.....	12
3.8	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	12
3.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>13</b>
4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	13
4.1.1	Medios de enraizamiento .....	13
4.1.2	Instalación .....	14
4.2	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS .....	15
4.3	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	17
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Tratamientos del ensayo .....12
2. Separación de medias para los días de enraizamiento de las plantas de pascua "Freedom Red" en cuatro medios..... 13
3. Separación de medias para los días de enraizamiento de las plantas de pascua "Freedom Red" en las tres instalaciones ..... 15
4. Mortalidad de esquejes de pascuas "Freedom Red" por medio de enraizamiento dentro de cada instalación. .... 17
5. Costos totales de producción para la etapa de enraizamiento para 25 esquejes por medio e instalación (Lps.)..... 18
6. Costos totales ajustados de producción por unidad enraizada para la etapa de enraizamiento por medio e instalación ..... 18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Porcentaje de pérdidas de esquejes por medios de enraizamiento .....16

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Análisis de Varianza (SAS).....	22
2.	Costos de enraizamiento para el medio Arena gruesa.....	24
3.	Costos de enraizamiento para el medio Arena fina.....	25
4.	Costos de enraizamiento para el medio JIFFY-7™.....	26
5.	Costos de enraizamiento para el medio PROMIX®.....	27
6.	Costos de Producción (Lps.).....	28
7.	Relación de costos para la Propagación de Pascuas usando Cuatro Medios y Tres Estructuras de protección en Zamorano (Lps.).....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

La pascua, *Euphorbia pulcherrima*, es uno de los cultivos ornamentales estacionales más importantes desde el punto de vista económico. Su demanda en la época navideña es alta y en continuo crecimiento. En el año 1993 comenzó la producción de la planta de pascua en Zamorano, utilizando esquejes de la variedad Supjibi Red de la compañía Ecke que se encuentra en Encinitas, California. Actualmente, la Zamoempresa de Cultivos Intensivos cuenta con una plantación madre con cuatro variedades (Supjibi Red, Jinglebell, Freedom Red y Lemon Drop), que tiene la capacidad de producir aproximadamente 5000 plantas. En julio del año 2000 se introdujo la variedad Freedom Red de la compañía Ecke, que es la de mayor demanda en la actualidad, ya que su crecimiento y floración son más rápidos que otras variedades.

En los últimos años en Zamorano se ha utilizado el JIFFY-7™ como medio de enraizamiento, ya que el porcentaje de sobrevivencia al momento del trasplante ha resultado mayor y se han obtenido producciones más uniformes. JIFFY-7™ está compuesto de turba de musgo y se expande hasta alcanzar 4.45cm en diámetro y 5.41cm de profundidad al agregarle agua.

Durante la etapa de enraizamiento se han podido observar pérdidas de esquejes debido a una alta acumulación de humedad en el medio utilizado, lo cual hace propicio el desarrollo de hongos y/o bacterias.

En el presente estudio, bajo las condiciones en Zamorano, se evaluó el uso de cuatro medios para el enraizamiento de los esquejes de la variedad Freedom Red. Los resultados permitieron escoger el medio más adecuado para el enraizado de los esquejes de pascua, que proporcionara retención apropiada de humedad y aporte al buen desarrollo radicular.

Además se evaluó el efecto que podría tener la infraestructura sobre los esquejes enraizados, ya que se asume que factores como temperatura e intensidad lumínica pueden tener efectos negativos como son la pérdida de hojas por estrés hídrico o la muerte de los mismos.

Una de las fases más críticas de la producción de pascuas es la de enraizamiento, por esto es importante asegurar una buena producción de pascuas desde la etapa inicial. Para ello hay que determinar el medio de enraizamiento que permita un mejor desarrollo radicular en el menor tiempo posible y al más bajo costo, tomando en cuenta además la infraestructura que pueda brindar las condiciones climáticas adecuadas, disminuyendo así el porcentaje de pérdidas.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el mejor medio de enraizamiento y la infraestructura que proporcione un ambiente adecuado para el desarrollo radicular de la pascua var. Freedom Red.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar cuatro medios de enraizamiento: arena gruesa, arena fina, pastillas JIFFY-7™ y PROMIX® para determinar cual permite un desarrollo radicular en menor tiempo.
- Comparar el tiempo a enraizamiento de la pascua var. Freedom Red bajo tres instalaciones: invernadero de vidrio, sombreadero y macrotúnel.
- Determinar las pérdidas de esquejes para cada medio e instalación.
- Hacer un análisis de costos de producción para la etapa de enraizamiento para cada medio e instalación.



## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. BOTÁNICA**

La pasqua (*Euphorbia pulcherrima*) pertenece a la familia botánica *Euphorbiaceae* y se caracteriza por ser una planta suculenta de tallo hueco que contiene una savia lechosa y presenta crecimiento arbustivo. Las flor femenina es simple, carece de pétalos y a veces de sépalos, está rodeada de flores masculinas individuales y encerrada en una estructura en forma de copa llamada ciato (Ecke *et al.*, 1990). Los ciatos se forman a partir del ápice vegetativo bajo condiciones de noches largas concluyendo así la etapa de crecimiento vegetativo de la planta (Shranks, 1988). Las tres últimas hojas superiores se vuelven hojas especializadas llamadas brácteas, que son hojas petaloides que le dan apariencia de flor a la planta y forman un conjunto con los ciatos, bajo condiciones de noches largas. El color de las brácteas puede ser rojo, blanco o variegado. Los pigmentos se encuentran en mayores concentraciones dentro de las células epidermales y en menor concentración dentro de las células del parénquima. Antocianina, crisantemina y antirrhina son los pigmentos principales de las brácteas (Ecke *et al.*, 1990).

La pasqua se propaga vegetativamente por medio de esquejes, los cuales deberán tener hojas completamente desarrolladas y fotosintéticamente activas, y con 5-6 yemas de las cuales se obtendrán las ramas que producirán las flores.

La pasqua es una planta sensible al fotoperíodo. El crecimiento vegetativo se mantiene durante los días largos y noches cortas, mientras que la diferenciación del tejido en estado reproductivo se da durante los períodos de noches largas (Shranks, 1988).

### **2.2. AMBIENTE**

#### **2.2.1 Temperatura**

La temperatura ejerce efectos tanto cuantitativos como cualitativos sobre el desarrollo de las plantas. Es decir que el desarrollo estructural y las reacciones fisiológicas de las plantas varían enormemente, de acuerdo al patrón de temperatura del ambiente de la planta (Nelson, 1985).

Según Hartmann y Kester (1988), altas temperaturas del aire pueden resultar en excesivos rangos de transpiración. Una pérdida relativamente alta de agua conlleva a la muerte de algunas o todas las hojas o ramas de la planta como resultado de la desecación.

Las plantas de pascua son originarias de las áreas subtropicales y sus temperaturas óptimas se encuentran en un rango que va desde 15 a 28° C. Las temperaturas por debajo de los 15°C provocan que haya un desarrollo más lento de la planta, mientras que las temperaturas por encima de los 35°C pueden resultar en un enraizamiento más lento de los esquejes y un crecimiento deforme (Shranks, 1988). La temperatura óptima para un desarrollo rápido de raíces es de 23-25°C.

Según Ecke *et al.* (1990), temperaturas de 16°C pueden favorecer el ataque de los géneros de hongos *Pythium* y *Botrytis*, ya que el medio se mantiene húmedo por más tiempo.

### **2.2.2 Luminosidad**

La irradiación tiene efectos significativos en el desarrollo de la planta. En muchas especies, las irradiaciones relativamente altas promueven la formación de entrenudos cortos, plantas de menor estatura y hojas más pequeñas; sin embargo, el tamaño del sistema radicular es mayor (Hartmann y Kester, 1988).

Altas irradiaciones también pueden ocasionar altos niveles de transpiración los cuales a su vez provocan deficiencias internas de agua. Por otro lado, bajas irradiaciones pueden retardar el desarrollo de la planta debido a los bajos niveles de fotosíntesis.

Según Stromme (1994), durante los primeros días es aconsejable tener luz intensa. La mala iluminación es una de las principales causas por las que la planta de pascua pierde sus hojas. A mayor sea la intensidad lumínica a la que están expuestos los esquejes, más rápido será el enraizamiento y más vigorosos los esquejes enraizados.

### **2.2.3 Humedad**

Las altas humedades pueden resultar tanto del excesivo contenido de agua en el medio donde está colocada la planta, como de la cantidad de agua evaporada o transpirada por la planta que se encuentra en el ambiente.

La humedad atmosférica es un factor que afecta el desarrollo y otros procesos de la planta. En general, pequeñas variaciones en la presión de vapor del ambiente tienen poca influencia en el contenido de agua en la planta, por lo tanto no provocan efectos apreciables en el nivel de desarrollo, siempre y cuando la cantidad de agua en el medio sea la adecuada (Nelson, 1985).

La planta de pascua requiere de bastante humedad durante el desarrollo y la floración, pero hay que tener mucho cuidado con el exceso de humedad en el medio, así como en la hoja, ya que si éstas son muy altas pueden provocar el ataque de ciertos hongos o bacterias.

### 2.3. HORMONA DE CRECIMIENTO

Las auxinas son hormonas que parecen estar presentes universalmente en todas las plantas, y su ocurrencia ha sido demostrada en una amplia gama de especies. Los principales centros de síntesis de auxinas en la planta son los tejidos meristemáticos apicales de los órganos aéreos, mientras que pequeñas concentraciones se pueden encontrar presentes en las raíces.

Las auxinas juegan un papel importante en la fase de elongación en muchos órganos de la planta. Según Hill (1994), se considera que la elongación de la célula ocurre nada más en presencia de auxinas y un incremento en la concentración de las mismas genera un incremento de la elongación si no hay otro factor limitante. Altas concentraciones de auxinas ejercen un efecto inhibitor sobre la fase de elongación de la planta.

La presencia de brotes favorece la formación de raíces cuando la porción basal es sometida a un medio de enraizamiento adecuado. La presencia de hojas, especialmente las jóvenes también favorece la formación de raíces. La formación inicial de raíces es favorecida por la presencia de hormonas, las cuales son sintetizadas por los brotes y hojas y subsecuentemente transferidas a la parte basal (Hill, 1994).

Se ha determinado que las concentraciones de auxinas, necesarias para la formación de raíces, son mayores a las concentraciones necesarias para su elongación. El tratamiento de los esquejes con auxinas ha demostrado que llevan a un procesos de formación de raíces más rápido y a una mayor densidad de raíces por esqueje.

### 2.4. MEDIOS

Para un mejor desarrollo de la planta se necesitan medios que reúnan condiciones de humedad y textura. Según Ecke *et al.* (1990), una de las características más importantes de un medio es que debe tener una estructura física favorable.

Desde el punto de vista físico, los medios se componen de tres partes que son: la fase sólida que constituye el soporte físico de la planta, la fase líquida que permite su alimentación de agua y elementos nutritivos y la fase gaseosa (aire) que asegura la oxigenación.

Los medios deben proveer un intercambio adecuado de aire y agua. El agua es uno de los limitantes para un buen desarrollo de la planta, por lo tanto se requiere un medio con una alta disponibilidad de agua. La disponibilidad del agua afecta la formación de las raíces, las cuales no se desarrollan en medios donde la tensión del agua es alta (Ball, 1991; citado por Burgos, 1996).

La materia orgánica por otro lado permite una buena aireación, debido a su densidad aparente, y afecta la infiltración del agua en el medio. Por lo tanto, medios que contienen materia orgánica tienen una capacidad de retención del agua muy elevada.

El espacio poroso es una característica física importante, ya que una pobre aireación puede causar un pobre desarrollo o hasta la muerte de la planta. La cantidad y tamaño del espacio poroso determina el intercambio de agua y aire. Si un medio es muy pesado, éste tendrá poca porosidad y retendrá demasiada agua (Ball, 1991; citado por Burgos, 1996). Como resultado de esto, el medio no brindará oxígeno a las raíces, afectando su desarrollo saludable.

En medios donde la aireación es baja, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera del medio es normalmente alta. Esto se da más que nada en suelos saturados de agua o en aquellos con espacios porosos muy pequeños. Bajas concentraciones de oxígeno crean obstáculos mecánicos que anulan el crecimiento de la raíz. Además, medios con baja aireación pueden inducir a la formación de callos.

Los espacios porosos más pequeños son los que contribuyen a una mayor retención de humedad, mientras que una buena proporción de espacios porosos grandes es muy deseable para asegurar el flujo de agua y aire dentro del medio para favorecer el desarrollo de la raíz (Ecke *et al.*, 1990).

La drenabilidad y aireación del medio son muy importantes ya que permiten riegos altos, los cuales fuerzan la salida del aire presente en los poros del medio, remplazado al momento que el agua se drena y asegurando así un sistema radicular sano. El drenaje de un medio depende del área de sus partículas, sus propiedades de absorción y la cantidad de materia orgánica.

Según Hartman y Kester (1988), los esquejes de diferentes especies de plantas enraízan fácilmente, por lo tanto hay poca diferencia en el tipo de medio utilizado. Dentro de los medios recomendados a utilizar se mencionan los siguientes:

- ❖ Suelo. Es preferible la utilización de suelos arenosos bien aireados ya que la calidad de las raíces es mejor. El suelo debe estar libre de organismos como nematodos y *Verticillium*. No es un medio muy recomendable para leñosas suaves y suculentas y leñosas semi-duras. Para plantas de fácil enraizamiento, como crisantemos y geranios, se recomienda hacer una mezcla de 2 arena:1 suelo.
- ❖ Arena. Es el medio de enraizamiento más utilizado. Es relativamente barato y accesible. No tiene una buena retención de agua por lo tanto necesita de riegos frecuentes. Debe ser fina para retener algo de humedad alrededor del esqueje pero lo suficientemente grueso para permitir que el agua drene sin problema. Para plantas ornamentales leñosas no se recomienda el uso de arena sola. Para plantas siempre verdes como los junipers, la arena puede ser considerada como un medio adecuado para su enraizamiento. En algunas especies, el uso de este medio puede dar como resultado un sistema radicular frágil no ramificado.

- ❖ Turba de musgo. Material orgánico proveniente de restos de musgos y otras plantas superiores descompuestos de modo incompleto. Normalmente se le agrega a la arena en proporciones variantes para incrementar la retención de agua de la mezcla. Esta combinación (2 arena: 1 turba) se considera como un medio excelente de enraizamiento. Pero altas proporciones dentro de la mezcla pueden dar lugar a la pudrición de las raíces si se mantiene muy mojado.
- ❖ Musgo. Relativamente esterilizado, liviano y tiene buena capacidad de retener agua, pudiendo absorber de 10-20 veces su peso en agua. Normalmente destrozado antes de ser utilizado como medio. Se utiliza para el enraizamiento de cortes de tallos, hojas y raíces cuando se mezcla con partes iguales de arena.
- ❖ Vermiculita. Extensamente utilizado como medio de enraizamiento. Mineral que se expande cuando calentado, liviano y capaz de absorber grandes cantidades de agua (3-4 gal/ pie<sup>3</sup>). La mezcla de partes iguales de vermiculita y arena media-gruesa da mejor resultado que cualquiera de estos medios utilizados solos.

## 2.5 INSTALACIONES DE PROPAGACIÓN

Existen diferentes tipos de estructuras para la propagación de plantas. Dentro de éstas podemos mencionar invernaderos con diferentes materiales de cobertura, camas calientes y estructuras misceláneas de propagación (Hartmann y Kester, 1988).

### 2.5.1 Invernaderos

Según Alpi y Tognoni (1991), el invernadero es una construcción de madero o de hierro, con diferentes materiales de cobertura, provisto por lo general de calefacción y donde se pueden cultivar flores, hortalizas tempranas y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y luz del lugar de cultivación son insuficientes para su desarrollo. El material de recubrimiento tiene que favorecer la entrada de la radiación solar, y al mismo tiempo limitar, especialmente en las horas nocturnas, la dispersión de la energía térmica acumulada. Los materiales de recubrimiento más utilizados son el vidrio y el plástico.

- ❖ Vidrio. Capacidad de ser atravesado por la luz natural (transparencia 87-90%). Elevada transmisión del espectro visible, buen efecto-invernadero, buen aislante térmico y larga durabilidad. Para evitar la acumulación de altas temperaturas durante la época de verano, se realiza una práctica general de pintar los vidrios con una pintura blanca con la cual reflejan el calor radiante del sol.
- ❖ Plástico. EL más utilizado es el polietileno que asegura una resistencia mayor con relación a los obtenidos por otros polímeros. Permite un recubrimiento eficiente del invernadero aun en presencia de condiciones climáticas adversas. Menor acumulación de temperaturas que el vidrio y una menor pérdida de calor durante la

noche. Entre otros plásticos utilizados podemos mencionar cloruro de polivinilo, resina poliéster, policarbonato y etilenvinilacetato.

### **2.5.2 Camas calientes**

Tienen propósitos de propagación similares al invernadero pero para escalas menores. El calor se provee artificialmente debajo del medio por medio de la fermentación de estiércol, cables eléctricos calientes y agua caliente, siendo los primeros dos los más usados. La estructura es un caja de madera con tapa de vidrio. Ésta debe ser colocada en el sol pero protegido, en un lugar que tenga buen drenaje. Hay que tener cuidado con la ventilación, sombra, así como también con el control de temperatura y humedad.

### **2.5.3 Estructuras misceláneas de propagación**

- ❖ Cajas de propagación. A veces las condiciones de humedad dentro del invernadero no son suficientes para un buen enraizado, por lo tanto el uso de una caja con tapa de vidrio u otro material sustituto puede ser necesario. Necesita proveer sombra y ventilación una vez haya comenzado el enraizado.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN**

El presente estudio se realizó en la localidad del Valle del Yeguaré, en la Zamoempresa de Cultivos Intensivos de Zamorano a 800 msnm. El estudio tomó lugar en tres instalaciones diferentes, cada una con sus características definidas.

### **3.2 ESQUEJES**

Para este estudio se utilizaron 300 esquejes del cultivar Freedom Red, provenientes de la plantación madre de la Zamoempresa. La selección y cosecha de los esquejes se realizó en fechas diferentes debido a la falta de material vegetativo. Los esquejes se cortaron a las 4-5 yemas con una cuchilla desinfectada en una solución de cloro. Una vez cortadas, se eliminaron las últimas hojas para permitir el desarrollo de la raíz y evitar un exceso de follaje. Los esquejes fueron sumergidos dentro de un balde con agua para cortar el flujo de savia lechosa. Seguidamente se sumergieron en una solución preventiva de Benomyl (1.23 ppm) y Oxamilo (1.03 ppm) para evitar el ataque de hongos especialmente *Botrytis sp* e insectos. Al momento del enraizado, se cubrió la yema basal con Hormex, un complejo de auxinas que contiene 8000ppm de ingrediente activo (Ácido 3-Indolbutírico), y se colocaron en el respectivo medio.

### **3.3 MEDIOS DE ENRAIZAMIENTO**

Los medios de enraizamiento utilizados fueron los siguientes:

#### **3.3.1 Arena fina**

Según Cadahia (2000), la arena fina proviene del río, conteniendo partículas de tamaño inferior a 0.5 mm, presentan una buena capacidad de retención de agua, pero están pobremente aireadas. Su densidad aparente es de 1.52g/cm<sup>3</sup> y una porosidad del 43.7%.

#### **3.3.2 Arena gruesa**

Proveniente de las camas del invernadero utilizado para el enraizamiento de diferentes plantas. Ésta tiene un tamaño de partícula de 0.6-2 mm, retienen menos agua fácilmente

disponible y están mejor aireadas. Su densidad aparente es de  $1.57\text{g/cm}^3$  con una porosidad del 41.8 % (Cadahia,2000).

### **3.3.3 JIFFY-7™**

Compuesto de turba de musgo que ayuda con la viabilidad hídrica y perlita para mejorar la aireación y el drenaje, favorece una retención óptima de la humedad. Su gran ventaja es que evita mayor daño a las raíces al momento del trasplante.

### **3.3.4 PROMIX®**

Compuesto de 70-80% turba de musgo para la viabilidad hídrica, vermiculita, muy parecida en función a la perlita, yeso agrícola que da drenaje y aireación, piedra caliza y agente humectante para la retención de humedad. Su ventaja es el pilón formado al momento del trasplante.

Los medios de arena fina, gruesa y PROMIX® se colocaron en maceteros de plástico pequeños de 5.08cm, mientras que el JIFFY-7™ se colocó en maceteros plásticos de 10.16 cm para evitar que las hojas de la pascua tuvieran mucho contacto con la base.

## **3.4 DESINFECCIÓN**

Mediante el proceso de pasteurización, se desinfectaron únicamente la arena gruesa y fina, ya que JIFFY-7™ y PROMIX® son medios comerciales que vienen esterilizados. La pasteurización del medio se llevó a cabo en una esterilizadora de substratos sólidos con una capacidad de  $0.02\text{m}^3$ . Debido a que el medio estaba húmedo antes de someterlo al proceso fue necesario dejarlo secar para disminuir el número de horas. Se pasteurizó a una temperatura de  $176^\circ\text{C}$  durante dos horas, removiendo a cada hora. Esto se hizo con el fin de evitar la presencia de patógenos en el medio de cultivo.

## **3.5 INSTALACIONES**

### **3.5.1 Invernadero de vidrio**

Estructura de vidrio que alcanza una temperatura promedio de  $28^\circ\text{C}$  y brinda un 14 % de sombra, dada por el pintado de los vidrios con pintura blanca.

### **3.5.2 Sombreadero**

Estructura de aluminio cubierta de malla sarán, que brinda un 70% de sombra y alcanza una temperatura promedio de  $29\pm 3^\circ\text{C}$ ,



### **3.5.3 Macrotúnel**

Estructura de hierro estilo “Qounset” con polietileno que alcanza una temperatura promedio de 35°C.

## **3.6 RIEGO**

### **3.6.1 Invernadero**

El invernadero cuenta con un sistema de riego de nebulización intermitente, que opera durante 6 horas al día (8 a.m. a 4 p.m.) con un descanso de 2 horas (11 a.m. a 1 p.m.). Este sistema estuvo automáticamente programado para descargar agua cada 6 minutos con una duración de 30 segundos, equivalente a 1.14 L/min/aspersora.

### **3.6.2 Sombreadero**

En el sombreadero se regó 4 veces al día (8 y 11am, 1 y 3pm) por 3 minutos utilizando un nebulizador con una descarga de 1.59 L/min, con el fin de bajar la temperatura y crear un tipo de neblina alrededor de la planta, evitando así el lavado del medio.

### **3.6.3 Macrotúnel**

En el macrotúnel se regó 3 veces al día (10 a.m., 1 y 3 p.m.) por 3 minutos con un sistema de aguilón móvil, que cuenta con seis microaspersores a cada lado, descargando 1.59 L/min/microaspersora a presión alta para crear un tipo de microclima que contrarrestará las altas temperaturas que se alcanzan dentro del macrotúnel.

El estudio de producción se inició el 17 de julio de 2002 con el corte de 200 esquejes de la variedad Freedom red. De los 200 esquejes cortados 100 se colocaron en el invernadero y los otros 100 en el macrotúnel. De cada 100 esquejes, 25 se colocaron en arena fina, 25 en arena gruesa, 25 en PROMIX® y 25 en JIFFY-7™.

Los esquejes colocados en el macrotúnel se perdieron debido a un estrés hídrico, a pesar de que algunos lograron enraizar. Por lo tanto fue necesario realizar una segunda cosecha de esquejes modificando la frecuencia de riego utilizado (dos riegos de 3 minutos, 10am y 1pm). Este se realizó el 14 de agosto de 2002, se cortaron 200 esquejes de los cuales 100 se colocaron en el macrotúnel y los otros 100 dentro del sombreadero, de la misma forma que el corte anterior. La tercera corta se realizó el 3 de septiembre del 2002. Se cortaron 100 esquejes y se colocaron de igual manera que el anterior.

La evaluación del enraizamiento se inició a partir de las dos semanas, tomando datos día de por medio. Se revisaron cada una de las plantas determinando el desarrollo de la raíz,

tomando como base un tamaño de raíz de aproximadamente 0.5cm. Además se determinó el porcentaje de plantas perdidas durante la etapa de enraizamiento.

### 3.7 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó un análisis de costos de producción para cada uno de los medios dentro de cada instalación, para así determinar cuál de los medios resulta más económico, tomando en cuenta las pérdidas que se presenten en cada uno. Se estimaron los costos de insumos, mano de obra e instalación para cada medio, tomando en cuenta su costo, para un total de 25 plantas en cada uno. Para el caso del costo unitario, se dividió el costo total de las 25 plantas por el número de plantas enraizadas al final de la etapa de enraizamiento, obteniendo así un costo más real de producción. Los costos de royalty no fueron tomados en cuenta.

### 3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial 4 x 3 consistente en la combinación de cuatro medios de enraizamiento y tres instalaciones. Se usaron 25 esquejes por tratamiento, para un total de 300 unidades experimentales. Se totalizaron 12 tratamientos cuya descripción se muestra en el cuadro 1.

### 3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó el procedimiento de General Lineal Model (GLM) del programa estadístico **Statistical Analysis System** (SAS) para el análisis de varianza y se hizo la comparación de medias a través de Student-Newman-Keuls (SNK).

**Cuadro 1.** Tratamientos del ensayo

<b>Tratamiento</b>	<b>Medio</b>	<b>Infraestructura</b>
1	Arena fina	Invernadero
2	Arena gruesa	“
3	PROMIX®	“
4	JIFFY-7™	“
5	Arena fina	Macrotúnel
6	Arena gruesa	“
7	PROMIX®	“
8	JIFFY-7™	“
9	Arena fina	Sombreadero
10	Arena gruesa	“
11	PROMIX®	“
12	JIFFY-7™	“

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de varianza indica que el modelo utilizado fue el adecuado ( $P < 0.001$ ), explicando el 50% de las variaciones ocurridas durante los 44 días que duró el estudio, con un coeficiente de variación (C.V.) de 13.6%, lo que puede indicar que los resultados encontrados se pueden interpretar confiablemente.

El análisis de varianza indicó que no existe interacción entre medios e infraestructuras ( $P = 0.0804$ ), pero que sí hubieron efectos simples de medios ( $P < 0.001$ ) y de instalaciones ( $P < 0.001$ ) sobre el número de días a enraizamiento (Anexo 1).

#### 4.1.1. Medios de enraizamiento

El análisis estadístico realizado sobre un total de 229 observaciones durante los 44 días indicó que el número de días a enraizamiento en los medios Arena gruesa y JIFFY-7™ fue en promedio 15 días, siendo este valor menor al encontrado con Arena fina (17 días) y PROMIX® (19 días) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Separación de medias para los días de enraizamiento de las plantas de pascua “Freedom Red” en cuatro medios.

Medios	Arena gruesa	Arena fina	PROMIX®	JIFFY-7™	EE <sup>1</sup>
n <sup>3</sup>	64	52	37	75	
Días a enraizamiento <sup>2</sup>	15.2 a	17.3 b	18.9 c	15.1 a	0.64
C.V =13.58	R <sup>2</sup> =0.50	D.S. =2.20		Media=16.23	

<sup>1</sup> Error estándar

<sup>2</sup> Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según SNK.

<sup>3</sup> Número de observaciones.

El número de días a enraizamiento para los medios Arena gruesa y JIFFY-7™ fue menor debido a las características físicas que presenta cada medio. La Arena gruesa tiene un mayor espacio poroso por el tamaño de sus partículas (0.6-2mm). Esto influyó en la baja

capacidad de retención de agua y alta drenabilidad, asegurando de esta manera un flujo adecuado de agua y aire dentro del medio, lo cual favoreció el desarrollo normal de las raíces.

JIFFY-7™ contiene elementos que le permiten proveer un ambiente favorable a la planta, para el desarrollo radicular. La turba de musgo (materia orgánica) permitió una buena aireación e infiltración del agua, dándole así una capacidad de retención de agua adecuada para la planta. La perlita ayudó a mejorar la aireación y drenabilidad del medio, asegurando de esta manera el intercambio apropiado de agua-aire.

La Arena fina tiene partículas más pequeñas (< 0.5mm), por lo tanto el espacio poroso es menor. Esto provocó que haya mayor retención de agua en comparación con la arena gruesa y que disminuyera su drenabilidad. Según Ball (1991; citado por Burgos, 1996), al haber poca porosidad, el medio no brinda el oxígeno necesario a las raíces, afectando así su desarrollo.

En el medio PROMIX® los días a enraizamiento fueron mayores, a pesar de tener una composición parecida al JIFFY-7™. Los principales factores que influyeron en el desarrollo lento de raíces fueron la cantidad de agua y la frecuencia del riego, ya que éstos provocaron que el medio se saturara. Su capacidad de drenaje fue bajo debido al poco espacio poroso, contribuyendo a la saturación del medio. La turba de musgo (materia orgánica) y el agente humectante, que compone el PROMIX®, aumentaron su capacidad de retener agua, provocando que las concentraciones de oxígeno bajaran, creando obstáculos que anularon el crecimiento de las raíces.

#### **4.1.2. Instalaciones**

Las tres instalaciones evaluadas (Invernadero de vidrio, Sombreadero y Macrotúnel) influyeron en los días a enraizar de las plantas de pascua ( $P < 0.001$ ). El promedio de los días a enraizamiento para las tres instalaciones se puede observar en el Cuadro 3.

La instalación que tuvo mayor influencia en los días a enraizamiento de los esquejes fue el invernadero (14 días). El macrotúnel fue la instalación que presentó mayor tiempo en el desarrollo de raíces de los tres (17 días).

**Cuadro 3.** Separación de medias para los días a enraizamiento de las pascuas “Freedom Red” en las tres instalaciones.

Instalaciones	Invernadero	Sombreadero	Macrotúnel	EE <sup>1</sup>
n <sup>3</sup>	64	81	83	
Días a enraizamiento <sup>2</sup>	13.8a	17.2b	17.2b	0.56
C.V =13.58	R <sup>2</sup> =0.50	D.S. =2.20	Media=16.23	

<sup>1</sup> Error estándar

<sup>2</sup> Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (P<0.001) según SNK.

<sup>3</sup> Número de observaciones

El invernadero de vidrio presentó las condiciones óptimas para un desarrollo rápido de raíces. La temperatura promedio que se alcanzó durante los 22 días de la evaluación fue de 28°C, encontrándose dentro del rango óptimo para los esquejes de pascua. El sistema de riego de nebulización contribuyó a crear un microambiente para las plantas, proporcionando y manteniendo la temperatura ideal y la alta humedad adecuada para su desarrollo.

La temperatura promedio dentro del sombreadero durante los 22 días del estudio fue de 29°C, brindando así un ambiente apropiado para el desarrollo de las raíces; pero debido a que se alcanzaron temperaturas de 32°C, hubo cierto retraso en el enraizamiento. Según Stromme (1994), los esquejes deben estar expuestos a altas luminosidades para un enraizamiento más rápido, pero debido a que el porcentaje de sombra dentro del sombreadero fue del 70%, esto contribuyó al retraso del enraizado. El riego ayudó a disminuir el efecto de la temperatura, así como en el invernadero de vidrio; pero la frecuencia con la que se realizó el riego no fue la adecuada para mantener un ambiente favorable.

En el macrotúnel, el número de días a enraizamiento fue mayor debido a que las temperaturas que se alcanzaron excedieron los 35°C. Según Shrank (1988), temperaturas mayores a 35°C retrasan el enraizamiento de los esquejes y causan problemas, como el crecimiento deforme. El tipo de riego que se aplicó ayudó a disminuir la temperatura alrededor de la planta; pero al igual que en el sombreadero, la frecuencia con la que se efectuó no fue la adecuada para mantener un ambiente favorable, ya que las altas temperaturas aumentaron la tasa de transpiración, estresando la planta.

#### 4.2 PORCENTAJE DE PÉRDIDAS

Según el estudio realizado, como se observa en la Figura 1, el medio que presentó mayor porcentaje de pérdidas en promedio fue PROMIX® (50.6%). Esto se debió a sus características físicas de alta capacidad de retención de agua y poca porosidad, provocando que el medio se saturara, lo cual permitió brindar las condiciones óptimas

para el desarrollo de una pudrición bacteriana. Se asume que fue un ataque bacteriano debido a su apariencia húmeda y por el olor fétido que éste desprendía. Según Ecke (1990), en los primeros días después de colocados los esquejes, si hay un exceso de riego, el medio tiende a compactarse alrededor del tallo, aumentando la humedad y reduciendo la oxigenación. Esto da lugar a la presencia de un ataque bacteriano (*Erwinia caratova*) llamado Pudrición blanda bacteriana.

La arena fina también tuvo dificultad con el drenaje del agua debido a su poco espacio poroso, dando lugar así a la misma pudrición que presentó el PROMIX®; por ello resultó con un 28% de pérdida.

JIFFY-7™ resultó ser el mejor medio ya que no hubo pérdidas, a pesar de presentar características similares al PROMIX®. Las diferencias que se presentaron entre los dos medios fueron la superficie expuesta al ambiente, la masa del medio absorbente y el agente humectante. En el caso de JIFFY-7™, la superficie expuesta al ambiente fue mayor ya que solamente la base estuvo en contacto con la maceta; su menor masa total y la ausencia de humectante en su composición determinaron un mejor drenaje del exceso de agua de riego. Por lo tanto la saturación del medio fue menor y no se presentaron las condiciones óptimas para el desarrollo de la pudrición bacteriana.

En cuanto al porcentaje de pérdidas, la arena gruesa presentó un comportamiento similar a JIFFY-7™ en el sombreadero y en el macrotúnel (0%). Pero en el caso del invernadero de vidrio, el porcentaje fue alto (44%) en comparación al JIFFY-7™. Esto se debió a un exceso de humedad acumulada que dio lugar a la pudrición de los esquejes. Por lo tanto la frecuencia con la que se aplicó el riego dentro del invernadero (cada 6 minutos por 30 segundos) no fue la adecuada para los esquejes en la arena gruesa. En cuanto al tipo de

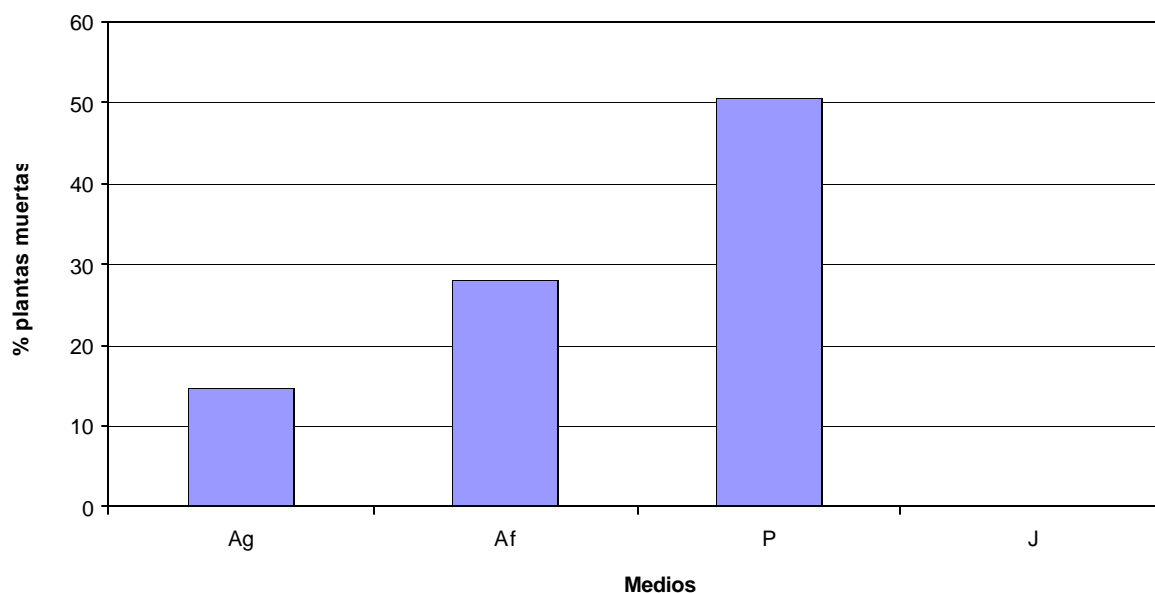


Figura 1. Porcentaje de pérdidas de esquejes por medios de enraizamiento

instalación, en el macrotúnel se presentó un menor porcentaje de pérdidas totales a pesar de las altas temperaturas alcanzadas. El principal factor que afectó los esquejes de pascua fue el riego, ya que los medios PROMIX® y Arena fina se saturaron dando lugar a una pudrición bacteriana.

De igual manera se presentaron en el sombreadero, aunque ahí el porcentaje de pérdidas fue más alto ya que, a pesar de que el tiempo de riego fue igual que en el macrotúnel, la frecuencia con la que se realizó fue mayor. La temperatura y la sombra también afectaron la evaporación del agua.

En el invernadero de vidrio se presentaron los porcentajes de pérdidas más altos debido a que la frecuencia de riego aplicada fue mayor a la capacidad de drenaje de los medios arena gruesa, arena fina y PROMIX® (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Mortalidad de esquejes de pascuas “Freedom Red” por medio de enraizamiento dentro de cada instalación.

Instalación	Medio	Mortalidad	
		Número <sup>1</sup>	%
Invernadero	Arena gruesa	11	44
	Arena fina	9	36
	PROMIX®	16	64
	JIFFY-7™	0	0
	<b>Total <sup>2</sup></b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Sombreadero	Arena gruesa	0	0
	Arena fina	6	24
	PROMIX®	13	52
	JIFFY-7™	0	0
	<b>Total <sup>2</sup></b>	<b>19</b>	<b>19</b>
Macrotúnel	Arena gruesa	0	0
	Arena fina	6	24
	PROMIX®	9	36
	JIFFY-7™	0	0
	<b>Total <sup>2</sup></b>	<b>15</b>	<b>15</b>

<sup>1</sup> Número total 25 plantas por tratamiento.

<sup>2</sup> Total de 100 plantas por instalación.

### 4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

En los Anexos 2-5 se pueden observar el desglose de los costos para cada tratamiento. De acuerdo con el estudio económico durante la etapa de enraizamiento, el medio Arena gruesa dentro del invernadero fue el más factible ya que los costos totales de producción fueron menores (L. 68.95). Al comparar instalaciones se encontró que la menos costosa

fue en el invernadero, seguido del macrotúnel; el sombreadero arrojó los costos más altos de enraizamiento para todos los medios estudiados (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Costos totales de producción para la etapa de enraizamiento para 25 esquejes por medio e instalación (Lps.).

	<b>Invernadero</b>	<b>Sombreadero</b>	<b>Macrotúnel</b>
<b>Arena Gruesa</b>	68.95	211.12	113.13
<b>Arena Fina</b>	80.92	223.09	125.10
<b>PROMIX®</b>	76.43	218.60	120.61
<b>JIFFY-7™</b>	84.25	226.42	128.42

Tasa de cambio = 16.70 Lps/ US\$

El cálculo de los costos totales de producción unitarios para el estudio realizado se puede observar en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Costos totales ajustados de producción por unidad enraizada para la etapa de enraizamiento por medio e instalación (Lps.).

<b>Medio</b>	<b>Instalación</b>		
	<b>Invernadero</b>	<b>Sombreadero</b>	<b>Macrotúnel</b>
Arena Gruesa	4.93	8.44	4.53
<b>Arena Fina</b>	5.06	11.74	6.58
<b>PROMIX®</b>	8.49	18.22	7.54
<b>JIFFY-7™</b>	3.37	9.06	5.14

Tasa de cambio = 16.70 Lps/ US\$

De acuerdo con los costos de producción unitarios, el mejor medio fue JIFFY-7™ dentro del invernadero. Esto se debió a que, en comparación con los medios Arena gruesa, Arena fina y PROMIX®, JIFFY-7™ no presentó pérdidas de esquejes, por lo tanto no hubo un ajuste del valor unitario.



## 5. CONCLUSIONES

- La Arena gruesa y el JIFFY-7™ resultaron ser los mejores medios de enraizamiento debido a que presentaron las características físicas ideales para un desarrollo radicular más temprano (15 días).
- El invernadero de vidrio presentó un promedio de 14 días al enraizamiento, siendo éste la mejor instalación, ya que brindó las condiciones ambientales óptimas para un desarrollo radicular rápido.
- En cuanto al porcentaje de esquejes perdidos durante la etapa de enraizamiento, JIFFY-7™ resultó ser el mejor medio, ya que no presentó muerte alguna como resultado de sus características físicas adecuadas.
- Según el estudio, en el macrotúnel se observó el menor porcentaje de pérdidas (15%), ya que la estructura presentó las características adecuadas para evitar un exceso de humedad.
- Posiblemente el principal factor que influyó en los porcentajes de mortalidad fue el riego, ya que la frecuencia con la que se aplicó no fue la adecuada para los medios Arena gruesa, Arena fina y PROMIX®, causando que éstos se saturaran.
- Para efecto de los costos totales de producción, el menor costo se obtuvo con el medio de Arena gruesa bajo invernadero, ya que este material es fácilmente accesible y el costo de mano de obra por riego es menor en el invernadero porque cuenta con un sistema de nebulización automatizado.
- Los costos de producción unitarios por esqueje enraizado resultaron más bajos para el medio JIFFY-7™ dentro del invernadero, ya que en este tratamiento la sobrevivencia de esquejes fue de un 100%, abaratando los costos.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Usar JIFFY-7™ bajo invernadero ya que el número de días al enraizamiento fue menor y tomando en cuenta los costos unitarios, no hubo un valor adicional por esqueje muerto.
- Llevar un control estricto del riego y su frecuencia para el medio de enraizamiento a utilizar y al tipo de instalación, ya que las demandas de agua son muy distintas.
- Realizar un estudio postransplante para determinar cuál de los medios utilizados y bajo cuál instalación tuvo mayor resistencia al momento del transplante. De esta forma se podrá asegurar una producción más uniforme y se podrá estimar de acuerdo con el porcentaje de pérdidas, la cantidad necesaria para llevar a cabo la producción anual.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ALPI, A.; TOGNONI, F. 1991. Cultivo en Invernadero. Traducido por C.I. Cerisola. 3<sup>era</sup> edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 334p.

BURGOS, R. 1996. Evaluación de cuatro medios de crecimiento y el uso de dos retardadores de crecimiento en la producción de la planta de pascua (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex Klotzch). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. 52p.

CADAHIA, C. 2000. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 2da ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 475 p.

ECKE, P.; MARTÍN, A.; HARTLEY, D. 1990. The Poinsettia Manual. 3<sup>rd</sup> edition, U.S.A, California, Paul Ecke Poinsettias, Encinttas. 276p

HARTMANN, H.; KESTER, D. 1988. Propagación de plantas principios y prácticas. 2<sup>da</sup> edición. Editorial Continental. México. 535p.

HILL, L. 1994. Secrets of plant propagation. 6<sup>ta</sup> edición. Storey Communications. Vermont. U.S.A. 310p.

NELSON, P. 1985. Greenhouse operation and management. 3<sup>ra</sup> edition. Prentice-Hall. New Jersey, U.S.A. 293p.

SHRANKS, H. 1988. Poinsettias-Nochebuenas, Introducción a la Floricultura. Editorial Larson, México, AGT Editores.

STROMME, E. 1994. The Scientific Basics of Poinsettia Production. 4<sup>th</sup> edition. Strategi A/S. Norway

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de Varianza (SAS)

The GLM Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
medio	4	Af Ag J P
ambiente	3	I M S

Number of observations 229

NOTE: Due to missing values, only 228 observations can be used in this analysis.

The GLM Procedure  
Dependent Variable: dias

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	1045.622677	95.056607	19.56	<.0001
Error	216	1049.587850	4.859203		
Corrected Total	227	2095.210526			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	dias Mean
0.499054	13.57629	2.204360	16.23684

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
medio	3	463.2844160	154.4281387	31.78	<.0001
ambiente	2	494.4741372	247.2370686	50.88	<.0001
medio*ambiente	6	55.6828806	9.2804801	1.91	0.0804

**Anexo 2. Costos de enraizamiento para el medio Arena gruesa****Invernadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	52.45
Invernadero	m2/día	0.25	1.13
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	1.25	6.85
<b>Total</b>			<b>68.95</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Sombreadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	52.45
Sombreadero	m2/día	0.5	0.55
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Nebulizador	u.	1	82.47
Mano de obra	horas/hombre	4.9	67.13
<b>Total</b>			<b>211.12</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Macrotúnel**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	52.45
Macrotúnel	m2/día	0.5	0.10
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	3.8	52.06
<b>Total</b>			<b>113.13</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Anexo 3. Costos de enraizamiento para el medio Arena fina****Invernadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	64.43
Invernadero	m2/día	0.25	1.13
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	0.5	6.85
<b>Total</b>			<b>80.92</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Sombreadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	64.43
Sombreadero	m2/día	0.5	0.55
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Nebulizador	u.	1	82.47
Mano de obra	horas/hombre	4.9	67.13
<b>Total</b>			<b>223.09</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Macrotúnel**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	64.43
Macrotúnel	m2/día	0.5	0.10
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	3.8	52.06
<b>Total</b>			<b>125.10</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Anexo 4. Costos de enraizamiento para el medio JIFFY-7™****Invernadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	67.75
Invernadero	m2/día	0.25	1.13
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	0.5	6.85
<b>Total</b>			<b>84.25</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$****Sombreadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	67.75
Sombreadero	m2/día	0.5	0.55
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Nebulizador	u.	1	82.47
Mano de obra	horas/hombre	4.9	67.13
<b>Total</b>			<b>226.42</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$****Macrotúnel**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	67.75
Macrotúnel	m2/día	0.5	0.10
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	3.8	52.06
<b>Total</b>			<b>128.42</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Anexo 5. Costos de enraizamiento para el medio PROMIX®****Invernadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	59.94
Invernadero	m2/día	0.25	1.13
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	0.5	6.85
<b>Total</b>			<b>76.43</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Sombreadero**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	59.94
Sombreadero	m2/día	0.5	0.55
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Nebulizador	u.	1	82.47
Mano de obra	horas/hombre	4.9	67.13
<b>Total</b>			<b>218.60</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**

**Macrotúnel**

	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Pascuas en macetero	u.	25	59.94
Macrotúnel	m2/día	0.5	0.10
Benlate	gr	3.08	1.51
Vydate	cc	3	0.87
Cloro	gr	2.1	0.08
Hormex	gr	5	6.05
Mano de obra	horas/hombre	3.8	52.06
<b>Total</b>			<b>120.61</b>

**Tasa de cambio 16.70 L./US\$**



**Anexo 6. Costos de Producción**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
<b><u>Pascuas en macetero</u></b>		
Esqueje Freedom Red Medio	u.	1.00
Arena gruesa	m3	108.33
Arena fina	m3	108.33
Promix	m3	56.99
Jiffy-7	u.	0.66
Maceteros		
2"	u.	1.01
4"	u.	1.05
Pasteurización *	horas	0.56
<b><u>Invernadero</u></b>		
Instalación	m2/día	0.01
Agua	m3	0.85
Timer de riego	kw/h	1.50
Válvula selenoide	kw/h	1.50
<b><u>Sombreadero</u></b>		
Instalación	m2/día	0.04
Agua	m3	0.85
<b><u>Macrotúnel</u></b>		
Instalación	m2/día	0.003
Agua	m3	0.85
<b><u>Otros insumos</u></b>		
Benlate	gr	6.03
Vydate	cc	7.25
Cloro	gr	0.04
Hormex	gr	1.21
Nebulizador	u.	82.47
<b><u>Mano de obra</u></b>		
Corta	horas/hombre	13.70
Preparación	horas/hombre	13.70
Riego **	horas/hombre	13.70

\* Solamente para las arenas

\*\* No se aplica a invernadero

**Anexo 7. Relación de Costos para la Propagación de Pascuas usando Cuatro Medios y Tres Estructuras de Protección en Zamorano (Lps)**

<b>Medio</b>	<b>Instalación</b>	<b>Costos comunes</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Costos totales</b>	<b>Esquejes enraizados</b>	<b>Costo unitario</b>
Arena Gruesa	Invernadero	40.37	28.58	68.95	14	4.93
	Sombreadero	40.37	170.75	211.12	25	8.44
	Macrotúnel	40.37	72.76	113.13	25	4.53
Arena Fina	Invernadero	40.37	40.55	80.92	16	5.06
	Sombreadero	40.37	182.72	223.09	19	11.74
	Macrotúnel	40.37	84.73	125.10	19	6.58
Promix	Invernadero	40.37	36.06	76.43	9	8.49
	Sombreadero	40.37	178.23	218.60	12	18.22
	Macrotúnel	40.37	80.24	120.61	16	7.54
Jiffy-7	Invernadero	40.37	43.88	84.25	25	3.37
	Sombreadero	40.37	186.05	226.42	25	9.06
	Macrotúnel	40.37	88.05	128.42	25	5.14