

**Evaluación de seis substratos y Mycoral[®]
durante la aclimatación de vitroplántulas de
la orquídea *Rhyncholaelia digbyana***

Johana Antonella Córdova Yépez

ZAMORANO
Diciembre, 2003

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación de seis substratos y Mycoral[®]
durante la aclimatación de vitroplántulas de
la orquídea *Rhyncholaelia digbyana***

Proyecto especial como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Johana Antonella Córdova Yépez

Honduras
Diciembre, 2003

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

Johana Antonella Córdova Yépez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003

Evaluación de seis sustratos y Mycoral® durante la aclimatación de vitroplántulas de la orquídea *Rhyncholaelia digbyana*

Presentado por:

Johana Antonella Córdova Yépez

Aprobada:

Dinie Espinal de Rueda, M.Sc.
Asesor Principal

Afredo Rueda, Ph. D.
Coordinador del Área Temática

Juan Carlos Rosas, Ph. D
Asesor

Agropecuaria

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

José Linares, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Marcos Vega, M. Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por hacer posible mi ingreso a Zamorano, y a quién siempre recurrí incondicionalmente.

A mi mamá María Antonieta Yépez de Córdova y a mi padre Galo Antonio Córdova Herrera por su continuo apoyo y por alentarme siempre a seguir.

A mis hermanos Jessica Marianella, Erika Gabriella y Galo Andrés Córdova Yépez por su comprensión y apoyo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre a mi lado y guiar cada una de mis decisiones.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional.

A mis hermanos por su comprensión y apoyo.

A Dinie de Rueda, Juan Carlos Rosas, José Linares y Marco Vega por su asesoría en esta investigación.

A los Ingenieros María Bravo, Luwbia Aranda y Byron Reyes por formar parte en el desarrollo de este trabajo.

A Erika Ramos, Zoila Sandoval y Tomasa Colindres por su colaboración.

A Rosa Emilia Raudales, Mariela Medina, Lorelly Almendárez y a todos mis demás amigos y compañeros por su apoyo y colaboración a lo largo de mi carrera.

RESUMEN

Córdova, Johana. 2003. Evaluación de seis sustratos y Mycoral[®] durante la aclimatación de vitroplántulas de la orquídea *Rhyncholaelia digbyana*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 46 p.

Este estudio se realizó con el objetivo de determinar el costo, crecimiento y desarrollo durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en invernadero evaluando seis sustratos y micorriza. El experimento se realizó en los invernaderos de Zamorano, Honduras. Al completar la etapa de multiplicación y enraizamiento *in vitro*, las 900 vitroplántulas producidas a partir del rescate de embriones, fueron transplantadas a los seis sustratos: Aserrín descompuesto (AD), AD + Teja Picada (TP), Carbón (K), K + TP, Corteza de Pino (CP), CP + TP, en bandejas multicelda dentro de cámaras plásticas. Durante esta primera fase de 6 semanas, se recolectaron datos al principio y al final del período, los datos fueron: altura (mm), color en tres categorías (1 verde oscuro, 2 verde y 3 verde claro) y apariencia de la planta en tres categorías (1 vigoroso, 2 bueno o aceptable y 3 malo). Después de este período, las plantas fueron transplantadas a contenedores individuales y se aplicó Mycoral[®] alrededor de la raíz, a la mitad de la población procedente de la primera fase. Al finalizar esta segunda fase de 12 semanas, se realizó una tercera toma de datos. Se utilizó un análisis de varianza, con un arreglo factorial de bloques completamente al azar para la primera fase y de parcelas divididas para la segunda fase de aclimatación, con una probabilidad de 0.1. En la primera fase la mayor altura de las plantas fue en el sustrato AD, el mejor color con AD + TP, y el mejor estado de desarrollo se obtuvo en el sustrato K. En la segunda fase, con micorriza, no hubo diferencia significativa en altura ni color y la mejor apariencia se dio en las plantas transplantadas en los sustratos con AD. En la segunda fase, sin micorriza, existieron diferencias en altura, el mejor sustrato fue el AD + TP, en el color el mejor sustrato fue AD + TP, y el mejor estado de desarrollo se obtuvo en los sustratos que contenían AD. Los costos obtenidos para los mejores sustratos fueron \$ 0.44 y 0.47/planta para AD y AD+TP con micorriza respectivamente. La mayor infección de raíces por la micorriza fue de 97.5 % en CP+TP. Los hongos micorrizógenos contenidos en el Mycoral[®], establecen simbiosis con las raíces de *R. digbyana*, por lo cual se recomienda su uso ya que le proporciona a la planta mejor desarrollo, color y apariencia.

Palabras clave: Cultivo de tejidos, micropropagación, simbiosis, Vesicular Arbuscular Micorrhiza (VAM).

CONTENIDO

Portada	i
Portadilla	ii
Autoría	iii
Página de firmas	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Índice de figuras	xi
Índice de cuadros	xii
Índice de anexos	xiii
1 INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
ANTECEDENTES	1
JUSTIFICACIÓN	1
ACLIMATACIÓN DE ORQUÍDEAS	2
Requerimientos Fisiológicos y Nutricionales	2
Substratos	2
Tempertura	3
Humedad	3
Intensidad lumínica	3
MICORRIZAS	4
LÍMITES DEL ESTUDIO	4
OBJETIVOS	4
Objetivos generales	4
Objetivos específicos	4
2 MATERIALES Y MÉTODOS	6
DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	6
MATERIAL VEGETAL	6
SUBSTRATOS	6
TRANSPLANTE	7
Transplante a bandejas múltiples	7
Transplante a contenedores individuales	7
MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS	7
Riego	7
Ventilación	7
Fertilización	8

	APLICACIÓN DE MICORRIZA	8
	RECOLECCIÓN DE DATOS	8
	Largo o altura promedio de la hoja más grande (APH)	8
	Estado de desarrollo promedio de la planta (EDP)	9
	Coloración promedio de la planta (CPP)	9
	Porcentaje de infección de micorriza en las raíces de <i>R. digbyana</i>	9
	Mortalidad	10
	ANÁLISIS Y CÁLCULOS	10
	Evaluación de la Tasa Promedio de Supervivencia	10
	Evaluación de la Tasa Promedio de Mortalidad	10
	Evaluación del Promedio Total de Pérdidas	10
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
	ANÁLISIS DE COSTOS DE ACLIMATACIÓN DE <i>R. digbyana</i>	12
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
	SOBREVIVENCIA	13
	Efecto del tipo de sustrato en la supervivencia durante la aclimatación de vitropántulas de <i>Rhynholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples (Seis semanas después del trasplante a bandejas múltiples, 6 SDT _{bm})	13
	Efecto del uso de teja picada durante la aclimatación de vitropántulas de <i>Rhynholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples (6SDT _{bm})	14
	Efecto del tipo de sustrato en la supervivencia durante la aclimatación de vitropántulas <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (Doce semanas después del trasplante a contenedores individuales (12 SDT _{ci}))	14
	ALTURA	15
	Incremento promedio en altura durante la aclimatación de vitropántulas <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6 SDT _{bm})	15
	Altura promedio durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (12 SDT _{ci})	16
	COLOR	17
	Color de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT _{bm})	17
	Color de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})	19
	APARIENCIA O ESTADO DE DESARROLLO PROMEDIO (EDP) DE LAS PLANTAS	20
	Apariencia de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})	20
	Apariencia de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})	21
	PORCENTAJE DE INFECCIÓN	22
	ÍNDICES	23
	COSTOS DE ACLIMATACIÓN	25
4	CONCLUSIONES	26
	En bandejas múltiples	26
	Fertilización	8
	APLICACIÓN DE MICORRIZA	8
	RECOLECCIÓN DE DATOS	8
	Largo o Altura Promedio de la Hoja más grande (APH)	8
	Estado de Desarrollo Promedio de la planta (EDP)	9

	Coloración Promedio de la Planta (CPP)	9
	Porcentaje de infección de micorriza en las raíces de <i>R. digbyana</i>	9
	Mortalidad	10
	ANÁLISIS Y CÁLCULOS	10
	Evaluación de la Tasa Promedio de Supervivencia (TPS)	10
	Evaluación de la Tasa Promedio de Mortalidad (TPM)	10
	Evaluación del Promedio Total de Pérdidas (PTP)	10
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
	ANÁLISIS DE COSTOS DE ACLIMATACIÓN DE <i>R. digbyana</i>	12
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
	SOBREVIVENCIA	13
	Efecto del tipo de sustrato en la supervivencia durante la aclimatación de vitropántulas de <i>Ryncholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples (Seis semanas después del trasplante a bandejas múltiples, 6 SDT _{bm})	13
	Efecto del uso de teja picada durante la aclimatación de vitropántulas de <i>Ryncholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples (6SDT _{bm})	14
	Efecto del tipo de sustrato en la supervivencia durante la aclimatación de vitropántulas <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (Doce semanas después del trasplante a contenedores individuales (12 SDT _{ci}))	14
	ALTURA	15
	Incremento promedio en altura durante la aclimatación de vitropántulas <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6 SDT _{bm})	15
	Altura promedio durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (12 SDT _{ci})	16
	COLOR	17
	Color de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT _{bm})	17
	Color de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})	19
	APARIENCIA O ESTADO DE DESARROLLO PROMEDIO (EDP) DE LAS PLANTAS	20
	Apariencia de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})	20
	Apariencia de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})	21
	PORCENTAJE DE INFECCIÓN	22
	ÍNDICES	24
	COSTOS DE ACLIMATACIÓN	25
4	CONCLUSIONES	26
	En bandejas múltiples	26
	En contenedores individuales con micorriza	26
	En contenedores individuales sin micorriza	26
	Porcentaje de Infección	27
5	RECOMENDACIONES	28

6	BIBLIOGRAFÍA	29
7	ANEXOS	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1	Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la etapa de aclimatación de vitroplántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples en invernadero. Zamorano, Honduras, 2003	13
2	Efecto del uso de teja en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> en bandejas múltiples en invernadero. Zamorano, Honduras, 2003	14
3	Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza en la sobrevivencia de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	15
4	Efecto del tipo de sustrato en el incremento de altura de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003	16
5	Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza en la altura promedio de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> durante la aclimatación de contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	17
6	Efecto del tipo de sustrato sobre el color de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003	18
7	Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre el color de las vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	19
8	Efecto del uso de micorriza sobre la apariencia de vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> durante la aclimatación en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003	20
9	Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre la apariencia de las vitroplántulas de <i>Rhynchoaelia digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Efecto del tipo de substrato sobre el porcentajes de plantas dentro de cada categoría de color de <i>Rhyncholaelia digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	18
2	Apariencia de las plantas durante la aclimatación de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6 SDT _{bm}). Zamorano, Honduras, 2003	21
3	Porcentaje de infección de micorriza (Mycoral®) durante la aclimatación de <i>Rhyncholaelia digbyana</i> en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	23
4	Índices de Tasa Promedio de Supervivencia, Tasa Promedio de Mortalidad y Promedio Total de Pérdidas durante el proceso de aclimatación de <i>Rhyncholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples y en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003	24
5	Costos de aclimatación de <i>R. digbyana</i> en seis substratos usando Mycoral®. Zamorano, Honduras, 2003	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (12SDT _{ci}). Zamorano, Honduras, 2003	30
2	Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento promedio en altura durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6SDT _{bm}). Zamorano, Honduras, 2003	30
3	Efecto del tipo de sustrato sobre la altura promedio durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en contenedores individuales (12 SDT _{ci}). Zamorano, Honduras, 2003	31
4	Efecto del tipo de sustrato sobre el color durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6SDT _{bm}). Zamorano, Honduras, 2003	31
5	Efecto del tipo de sustrato sobre el color de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT _{ci}). Zamorano, Honduras, 2003	32
6	Efecto del tipo de sustrato sobre la apariencia durante la aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples (6 SDT _{bm}). Zamorano, Honduras, 2003	32
7	Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre la apariencia de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT _{ci}). Zamorano, Honduras, 2003	33
8	Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples y contenedores individuales	34
8a	Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> utilizando seis sustratos. Zamorano, Honduras, 2003.	34
8b	Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> utilizando seis sustratos y Mycoral [®] . Zamorano, Honduras, 2003.	34
9	Desglose de costos totales por tipo de sustrato sin micorriza incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitropántulas de <i>R. digbyana</i> en bandejas múltiples y contenedores individuales.	35
9a	Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto. Zamorano, Honduras, 2003.	35
9b	Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.	36
9c	Desglose de costos totales utilizando corteza de pino. Zamorano, Honduras, 2003.	37

9d	Desglose de costos totales utilizando corteza de pino + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.	38
9e	Desglose de costos totales utilizando carbón. Zamorano, Honduras, 2003.	39
9f	Desglose de costos totales utilizando carbón + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.	40
10	Desglose de costos totales por tipo de sustrato con micorriza incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitropántulas de <i>Rhyncholaelia digbyana</i> en bandejas múltiples y contenedores individuales	41
10a	Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.	41
10 b	Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto + teja picada y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.	42
10c	Desglose de costos totales utilizando corteza de pino y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.	43
10d	Desglose de costos totales utilizando corteza de pino + teja picada y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003	44
10e	Desglose de costos totales utilizando carbón y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.	45
10f	Desglose de costos totales utilizando carbón + teja picada y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.	46

1. INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las orquídeas, en general, poseen un sistema de reproducción que es sumamente influenciado y dependiente de las condiciones ambientales existentes. Este limitante, a su vez, es acompañado por la continua destrucción de sus hábitats naturales.

Según Mejía (1999), la *Rhyncholaelia digbyana* var. *fimbripetala*, flor nacional de Honduras, es difícil de encontrar debido principalmente a que su hábitat, constituido por los encinos (*Quercus* sp.), son continuamente talados y utilizados como leña o como materia prima de carbón, ambos de consumo doméstico.

En todos los países tropicales grandes áreas de bosque y por consiguiente de poblaciones de orquídeas, están siendo destruidas anualmente por actividades agrícolas e incendios (Dressler, 1990).

ANTECEDENTES

Desde el año 1991 el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Micropropagación (LCTM) de Zamorano ha llevado a cabo varios trabajos de investigación y producción con la flor nacional de Honduras *R. digbyana*. Estos trabajos han ayudado a estimar el potencial de producción a partir de una cápsula de *R. digbyana*, incluyendo las tasas de multiplicación *in vitro* del cultivo y los costos de producción en el laboratorio. Estos análisis de producción *in vitro* de la *R. digbyana* han permitido lograr una mayor eficiencia no solo en la parte financiera sino también en el manejo adecuado de los procesos que llevan a obtener vitroplántulas de dicha especie.

Según estudios realizados por Salgado (2002) en el LCTM de Zamorano, el precio promedio de un frasco de 10 a 15 vitroplántulas de *R. digbyana*, al finalizar el Subcultivo 5 es de \$ 0.99, con un costo promedio unitario de \$0.07 a 0.10 por vitroplántula.

JUSTIFICACIÓN

La propagación de orquídeas ha sido uno de los más grandes retos para incrementar la producción mundial de estas especies ya que requieren de un largo periodo de cultivo *in vitro*. A través de mejoras o nuevos programas de reproducción y sofisticadas técnicas, los

propagadores están incrementando el desarrollo con plantas mejoradas genéticamente que tienen más cortos intervalos de tiempo de producción a un menor costo. Este incremento en propagación *in vitro* es directamente responsable del incremento del cultivo de orquídeas en maceteros, y se logra obtener un tamaño uniforme dentro de la plantación y una excelente calidad de la planta (Britt, 2000).

Debido a que *R. digbyana* es la flor nacional de Honduras y su reproducción es sumamente importante, se ha optado por su multiplicación en el laboratorio y su posterior aclimatación en invernadero. Para este último proceso, aclimatación de vitroplántulas a nivel de invernadero, es necesario conocer qué substratos son los que ofrecen a la vitroplántula las condiciones adecuadas para su crecimiento normal y potencial. Igualmente, para que la reproducción *in vitro* de ésta orquídea sea económicamente rentable, es necesario conocer el precio de una planta desde su multiplicación hasta su aclimatación.

Para llevar a cabo este estudio, se implementó el uso de seis tipos de substratos para remplazar el substrato tradicionalmente utilizado, compuesto por teja picada y fibra de helecho. La causa por la cuál se ha dejado de utilizar fibra de helecho como substrato de orquídeas es porque ésta es extraída de los bosques; su sustitución por otro substrato reduciría los efectos ambientales negativos que su constante demanda produce.

El término micorriza se refiere a la relación simbiótica entre un hongo y la raíz de una planta vascular. Algunas plantas muestran esta relación, requiriéndola para su supervivencia (Dressler, 1990). Para esto es necesario identificar qué tipo de micorriza puede establecer relaciones simbióticas con las diversas especies de orquídeas, y además que permitan un mejor y más rápido desarrollo de la planta a nivel de invernadero durante la etapa de aclimatación.

ACLIMATACIÓN DE ORQUÍDEAS

Requerimientos fisiológicos y nutricionales

Substrato

La orquídea *R. digbyana*, es una planta epífita (crece sobre troncos y ramas), que requiere para su aclimatación de un medio de crecimiento de textura gruesa y suelta. Este medio debe tener la capacidad de retener agua, pero de no mantenerse húmedo por largos periodos de tiempo o continuamente ya que esto puede causar pudrición o problemas fitosanitarios, especialmente de hongos en la raíz y en la base de las hojas.

Los substratos más utilizados para la aclimatación de orquídeas en invernadero son:

- a) **Corteza de madera.** Es barato, fácil de encontrar y suple una buena combinación de aire y agua para la raíz. Al utilizar este componente se hace necesario el uso de una mayor cantidad de nitrógeno (Bond, 1988).
- b) **Fibra de helecho.** Ha sido de los componentes más utilizados, pero ha llegado a ser muy caro y difícil de conseguir por lo que ya no debería de seguir utilizándose. La corteza de madera trabaja tan bien como éste y es un buen sustituto (Bond, 1988). El uso de fibra de helecho afecta el medio ambiente ya que su extracción se hace directamente de su hábitat natural. Estas plantas no pueden usarse ya que el impacto que causan es extremadamente grave.
- c) **Carbón.** Este componente es comúnmente mezclado con madera roja. El mismo es conocido como un “edulcorante” porque absorbe los ácidos y mezclado con lava es utilizado para colectar sales en el substrato (Bond, 1988).

Temperatura

Para un buen crecimiento de las orquídeas, es necesario tener un ambiente fresco sin variaciones extremas de temperatura. Por lo tanto, su aclimatación debe ser en sitios como invernaderos en donde se pueda tener un óptimo control de la temperatura en el ambiente.

La temperatura óptima para diferentes especies de orquídeas se encuentra en un rango de 16 a 30° C durante el día y de 10 a 21° C durante la noche. La temperatura no debe de fluctuar más de 3 a 6 ° C en el periodo día-noche. Este tipo de variaciones puede mantener un buen desarrollo del follaje pero causar problemas en la floración (Bond, 1988).

Humedad

Según Castro (1999) durante el proceso de aclimatación de vitroplantas en el invernadero, es preferible utilizar cámaras de plástico, ya que este sistema además de ser económico, ofrece un mejor control de de la humedad. Utilizando un sistema de nebulización se corre el riesgo de perder las plantas por hongos y por pudrición de raíces si no se maneja adecuadamente la humedad, además que la infraestructura que se requiere para poder realizar este tipo de riego es muy costosa.

La humedad relativa no debe ser excesiva y debe mantenerse en un rango de 50 a 70 %. Por esta razón, el riego en épocas de altas temperaturas debe ser continuo pero en pocas cantidades, para así mantener la humedad y la frescura necesarias en la planta.

Intensidad lumínica

Diez días después de transplantar las vitroplántulas al invernadero se establece la actividad fotosintética por lo que la intensidad lumínica debe ser incrementada

gradualmente, ya que una exposición directa al sol resulta en un estrés tan fuerte que la planta no sobreviviría a este cambio (Castro, 1999).

En general, al momento de transplantar las vitroplantas al invernadero, se debe ofrecer una intensidad lumínica entre 1500 a 2000 pies candela, por lo cuál se debe colocar una tela de sarán que ofrezca de 70- 75 % de sombra dependiendo de la zona (Bond, 1988).

MICORRIZAS

En la naturaleza, las semillas de las orquídeas establecen una relación simbiótica con una especie de hongo para sobrevivir los primeros años. La especie de hongo depende de la especie de orquídea. El hongo obtiene agua y minerales para él mismo y para el embrión, luego, la semilla germinada comparte azúcares de la fotosíntesis con el hongo (Thomas, 2003).

La endomicorriza Vesicular Arbuscular Micorrhiza (VAM), establece simbiosis con más de 95% de las especies vegetales. Ésta crece dentro de la raíz inter e intracelularmente, es decir, el hongo se establece entre y penetra las células de la raíz y además penetra las células. Se puede fácilmente constatar, que la red de la planta está siendo multiplicada varias veces por la micorriza. Este hecho tiene consecuencia en un mayor crecimiento de la planta infectada con la endomicorriza, además de un mejor rendimiento y resistencia a sequías (Raddatz, 2001)

LIMITES DEL ESTUDIO

Debido a que en estudios anteriores no se ha evaluado ningún tipo de micorriza para su aclimatación de *R. dygbyana* dentro de Zamorano. No se conoce de ninguna casa comercial que pueda proveer de un tipo específico de micorriza para orquídeas. Se utilizó MYCORAL[®] para probar si este tipo de micorriza arbuscular logra establecer simbiosis con las raíces de *R. digbyana*.

OBJETIVOS

General

Medir el crecimiento, desarrollo y costo de la aclimatación en invernadero de vitroplántulas de *R. digbyana*, evaluando seis substratos y el efecto de la micorriza VAM.

Específicos

1. Evaluar seis substratos para la aclimatación en invernadero de vitroplántulas de *R. digbyana* producidas a partir del rescate de embriones *in vitro*.

2. Determinar el sustrato que ofrece las mejores condiciones para la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en invernadero.
3. Determinar económicamente el mejor sustratos en la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en invernadero.
4. Comprobar la simbiosis entre *R. digbyana* y la micorriza utilizada (Mycoral[®]), así como la viabilidad económica para su utilización.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El estudio se llevó a cabo en un invernadero del Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Micropropagación (LCTM) de Zamorano, con una temperatura interna promedio de 26 °C y una tela de sarán de 75-80 % de sombra a lo largo del día.

MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron 900 vitroplántulas enraizadas de *R. digbyana* que han finalizado el subcultivo cinco (S₅) y que están listas para comenzar la etapa final de trasplante y aclimatación en invernadero.

Este número de vitroplántulas fue extraído de 294 frascos que contenían aproximadamente de dos a tres vitroplántulas por unidad al final del S₅. Estos frascos fueron extraídos del cuarto de crecimiento y llevados al invernadero en donde las vitroplántulas fueron divididas para su trasplante individual en bandejas de celdas múltiples.

SUBSTRATOS

Una semana antes de que las plantas estuvieran listas para ser trasplantadas, se prepararon los sustratos a utilizar:

- Aserrín Descompuesto (AD)
- Corteza de Pino (CP)
- Carbón (K)
- Cada sustrato en combinaciones individuales con Teja Picada (TP), misma que fue preparada a partir de desechos de los techos de construcciones y picada con un martillo en pedazos de aproximadamente 1 cm².
 - (AD +TP)
 - (CP + TP)
 - (K+ TP)

Cada uno los sustratos fue pasteurizado a 80° C para eliminar cualquier microorganismo contaminante o patógeno, especialmente cualquier tipo de hongos benéficos que puedan suscitar errores al momento de evaluar la micorriza.

TRANSPLANTE

Transplante a bandejas múltiples

El primer transplante a bandejas múltiples se realizó durante los días 24, 27 y 28 de enero de 2003. Para cada uno de los seis substratos se llenaron tres bandejas múltiples de 50 celdas cada una, para un total de de 900 vitroplántulas. Las bandejas fueron colocadas dentro de unas cámaras plásticas (2 x 1.2 x 0.5 m) para el proceso de aclimatación a temperatura y humedad controlada.

Transplante a contenedores individuales

Después de siete semanas, las plantas se transplantaron de las cámaras de plástico a contenedores individuales y se colocaron dentro de un invernadero de vidrio bajo una cubierta de tela de sarán con un 70% de sombra y a una temperatura promedio de 26°C a lo largo del día. Al momento de transplante se tomaron los datos de altura, color y apariencia de la planta, y se inoculó la mitad de la población con Mycoral® y la otra mitad de la población se dejó como testigo.

MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS

Riego

Durante los meses de enero y febrero, mientras las plantas se encontraban en las cámaras de plástico, se regaron dos veces al día.

Durante los meses de marzo a mayo, mientras las plantas se encontraban en el invernadero se regaban una vez al día ya que las temperaturas disminuyeron y era necesario mantener una humedad baja en las raíces.

Durante los meses de junio y julio, las plantas se regaron un día de por medio ya que la humedad ambiental en estos meses era suficientemente alta.

Ventilación

Mientras las plantas se encontraban en las cámaras de plástico, fue necesario proveer ventilación durante las temperaturas altas en el día, ya que al evaporarse el agua de riego se acumulaba humedad en el follaje y promovía el crecimiento de hongos y bacterias. Esto se hizo levantando la cubierta de plástico y colocando en su lugar una tela de sarán.

Fertilización

Las fertilizaciones se realizaron cada 15 días con Miracle-Gro-Orchid-Food[®] a razón de 5.284 g en 400 ml de agua para las 1200 plantas. Las aplicaciones se hicieron con aspersores manuales en las cámaras de plástico y con una bomba de mochila de 15 L. en el invernadero.

Luego de ser aplicada la micorriza, el programa de fertilización se detuvo durante 30 días para no afectar el proceso de simbiosis entre el hongo y la planta.

APLICACIÓN DE MICORRIZA

Al momento de ser trasplantadas las vitroplántulas a contenedores individuales, se dividió la población de cada bandeja múltiple a la mitad. El 50% de las plantas fue colocado en el sustrato original con 10 g de Mycoral[®] alrededor de la raíz, y el otro 50% de la población se sembró únicamente en el sustrato puro (sin micorriza) para usarlo como testigo.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Durante el período de aclimatación se recolectaron datos en tres fechas diferentes como se especifica a continuación:

La primera toma de datos se realizó el 17 de febrero de 2003, al momento de realizar el primer trasplante de los tubos de ensayo a bandejas múltiples.

La segunda toma de datos se llevó a cabo el 14 de marzo de 2003, al momento del trasplante de bandejas múltiples a contenedores individuales y de la aplicación de micorriza.

La tercera toma de datos fue el 19 de junio de 2003, tres meses después del segundo trasplante y de la aplicación de micorriza. Se dejaron tres meses de intervalo para la toma de datos para que el hongo pueda infectar las raíces de la planta y establecer la simbiosis.

Largo o Altura Promedio de la Hoja más grande (APH)

Se tomó la medida en centímetros del largo de la hoja con un mayor desarrollo entre todo el follaje de la planta. Así se evaluó el crecimiento en altura entre la primera y la segunda toma de datos para determinar qué sustrato fue el mejor independientemente de la aplicación de micorriza.

Después de tres meses de aplicada la micorriza se tomaron por tercera vez datos de altura y se realizó un segundo análisis para determinar que plantas tuvieron un mejor desarrollo y si la micorriza tuvo alguna influencia sobre la altura.

Estado de Desarrollo Promedio de la planta (EDP):

Se evaluó el EDP con base en la siguiente escala:

- 1. Vigoroso:** Plantas con hojas fuertes, una buena apariencia en cuanto a estado fisiológico y libres de problemas fitosanitarios. Plantas que se encuentren bien adaptadas, es decir, que sus raíces se hayan adherido al medio de cultivo.
- 2. Bueno o aceptable:** Plantas no tan vigorosas, con problemas de estrés hídrico, libres de problemas fitosanitarios o fisiológicos. Plantas que se encuentren bien adaptadas, es decir, que sus raíces se encuentren sujetas al medio de cultivo.
- 3. Malo:** Plantas con problemas fisiológicos o deformaciones en las hojas, con problemas de estrés hídrico y enfermas. Plantas que no se adaptaron bien, es decir, que sus raíces se encontraban en la superficie del sustrato, sin una buena adherencia a éste.

Coloración Promedio de la Planta (CPP):

Para evaluar el color del follaje de la planta a medida que se desarrollaba, se utilizó también un rango de 1 a 3, como sigue:

1. verde oscuro
2. verde
3. verde claro

Siendo verde oscuro el color que mejor describe una planta sana y vigorosa que está obteniendo los nutrientes necesarios para un buen desarrollo y mejor apariencia.

Porcentaje de infección de micorriza en las raíces de *R. digbyana*

Se realizaron pruebas de aislamiento y conteo de esporas en laboratorio para determinar la cantidad de esporas presente en cada uno de los seis sustratos. Así mismo, se realizó el método de tinción de raíces para determinar el porcentaje de hifas que establecieron simbiosis con la orquídea.

Mortalidad

Mientras las plantas se encontraban en las bandejas múltiples, se cuantificó la mortalidad para calcular la sobrevivencia en cada uno de los sustratos y así evaluar su potencial independientemente del uso de micorriza.

Al finalizar los tres meses de aclimatación en contenedores individuales, se hizo una segunda toma de datos de mortalidad para establecer el efecto en esta variable de las inoculaciones con micorriza comparadas con las plantas sin micorriza.

ANÁLISIS Y CÁLCULOS

Con los datos recolectados se estimó:

Evaluación de la Tasa Promedio de Sobrevivencia (TPS) por tratamiento

$$\text{TPS} = \frac{\text{Número Total de plantas sembradas} - \text{Número Total de plantas muertas}}{\text{Número Total de plantas sembradas}}$$

Esta fórmula nos da como resultado el número de plantas vivas al final del experimento, comparando entre sustratos y su interacción con la micorriza. Este índice nos indica cuál de los sustratos es el que le proporcionó a la planta las mejores condiciones para un mejor desarrollo y sobrevivencia.

Evaluación de la Tasa Promedio de Mortalidad (TPM) por tratamiento

$$\text{TPM} = \frac{\text{Número de plantas sembradas} - \text{Número Total de plantas vivas}}{\text{Número Total de plantas sembradas}}$$

Esta fórmula nos proporciona una relación entre las plantas muertas y las que sobrevivieron. La misma ayuda a determinar cuál de los sustratos, con o sin micorriza, fue el que le proporcionó a la planta las condiciones menos favorables para su desarrollo a lo largo del proceso de aclimatación.

Evaluación del Promedio Total de Pérdidas (PTP)

$$\text{PTP} = \frac{\Sigma (\text{Plantas muertas y enfermas en las tres repeticiones (3 R)} + \text{Plantas muertas por sustrato en las (3 R)})}{\text{Número Total de plantas sembradas}}$$

Con esta fórmula se calculó en promedio, cuáles fueron las pérdidas en la población total de vitoplántulas (con o sin micorriza), sumando las plantas de las tres repeticiones de cada substrato en comparación con el total de plantas sembradas al inicio del experimento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental con un arreglo factorial en Bloques Completamente al Azar (BCA) y parcelas divididas, con un nivel de significancia de 0.1.

Se realizaron dos análisis:

Para el primer análisis se evaluó el incremento en la APH entre la primera y la segunda toma de datos. Con este primer análisis se da a conocer el desarrollo de la planta en el substrato puro, ya que hasta ese momento no se había aplicado micorriza. Igualmente para este primer análisis se evaluó el EDP y el CPP para cada tratamiento.

Para el segundo análisis se evaluó la APH que se obtuvo de la tercera toma de datos, cuando se les aplicó micorriza a las plantas; esto para conocer el efecto que la micorriza tuvo sobre la altura de la planta. De igual forma se evaluaron el EDP y CPP para cada tratamiento.

Durante la primera y segunda toma de datos se analizaron seis tratamientos con base en los seis substratos sin micorriza. Para el segundo análisis se evaluaron 12 tratamientos, seis tratamientos con micorriza y seis tratamientos sin micorriza.

Se utilizaron tres repeticiones por tratamiento, dando un total de 18 unidades experimentales para el primer análisis sin la aplicación de micorriza y 900 unidades experimentales para el segundo análisis con la aplicación de micorriza.

El análisis se realizó utilizando el programa “Statistical Analysis System” (SAS) para la evaluación de altura, color y apariencia, y MINITAB para la evaluación de mortalidad

Para el análisis estadístico, los datos originales tomados de altura en cm, color y apariencia en categorías fueron convertidos para que la varianza sea más homogénea entre los tratamientos. Se realizó de la siguiente forma:

Para los datos de altura de planta se utilizó mm en lugar de cm.

Para la conversión de datos para color se utilizó la fórmula $\sqrt{(x+0.5)}$, donde x es la categoría de color (1 verde oscuro, 2 verde y 3 verde claro).

Para la conversión de datos para apariencia se utilizó la fórmula $\sqrt{(x+0.5)}$, donde x es la categoría de apariencia (1 vigoroso, 2 buena o aceptable y 3 mala).

ANÁLISIS DE COSTOS DE ACLIMATACIÓN DE *Rhyncholaelia digbyana*

Los costos de aclimatación de *R. digbyana* se estimaron en cada uno de los seis sustratos utilizados y su interacción con micorriza. A esto se le sumó el costo de producción en el LCTM, para obtener un costo total del ciclo de producción de esta especie a partir del rescate de embriones hasta la etapa de aclimatación de las vitroplántulas en el invernadero (Anexos 8 y 9).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SOBREVIVENCIA

Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples (Seis semanas después del trasplante a bandejas múltiples, 6 SDT_{bm})

La sobrevivencia de las vitroplántulas fue similar entre sustratos ($P \leq 0.1$) (Figura 1). Durante este período se pudo observar que todos los sustratos le otorgaron a las vitroplántulas excelentes condiciones para su establecimiento, sin embargo, el Aserrín Descompuesto (AD) y la Corteza de Pino (CP) mostraron la tendencia a ser los mejores sustratos ya que son más sueltos y por lo tanto las raíces de las vitroplántulas se desarrollan con mayor facilidad.

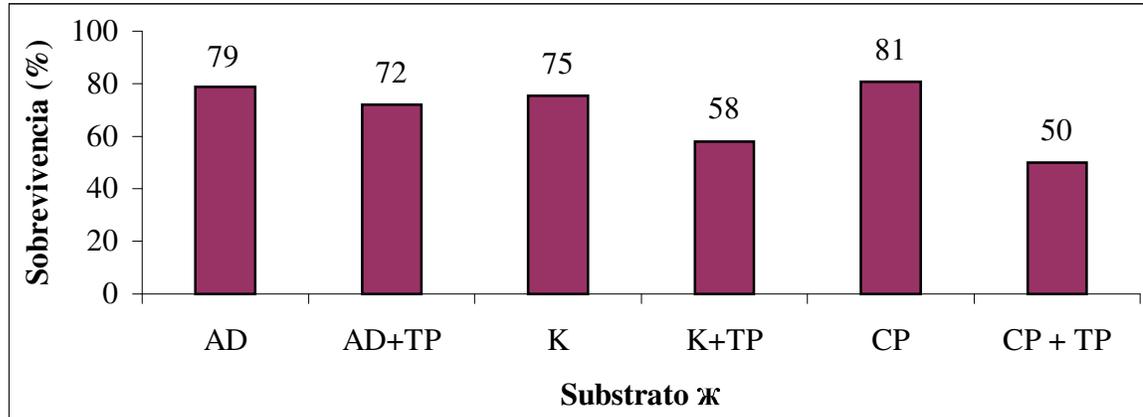


Figura 1. Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples en invernadero. Zamorano, Honduras, 2003.

Ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Efecto del uso de teja picada durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})

Al comparar el uso de teja durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana*, independientemente del tipo de sustrato utilizado, se observaron diferencias significativas a una $P \leq 0.1$.

La diferencia en sobrevivencia entre los sustratos con teja y los sustratos sin teja, fue de 8.16 %, resultando mejor no utilizar teja durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* (Figura 2).

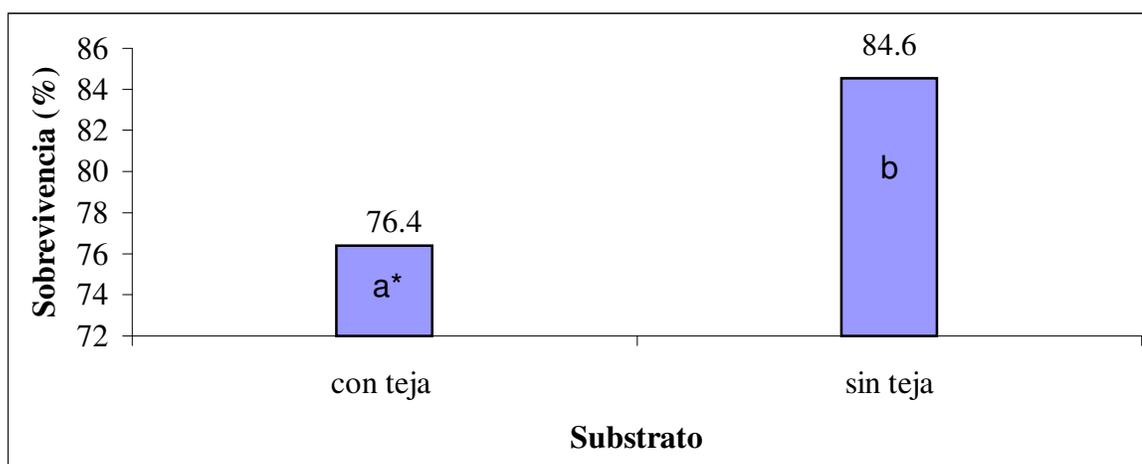


Figura 2. Efecto del uso de teja picada en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples en invernadero. Zamorano, Honduras, 2003.

* separación de medias a una $P \leq 0.05$, prueba SNK.

Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en contenedores individuales (Doce semanas después del trasplante a contenedores individuales, 12 SDT_{ci})

De acuerdo con la Figura 3 y Anexo 1, la sobrevivencia en las vitroplántulas con micorriza fue significativamente superior en comparación con las vitroplántulas sin micorriza. Los sustratos en los que se observó la mayor sobrevivencia fueron CP con micorriza y CP+TP con micorriza, a una $P \leq 0.05$.

Aunque la sobrevivencia fue mayor en los sustratos con micorriza anteriormente mencionados, se pudo apreciar que cuando no se utiliza micorriza, el AD y el AD+TP, le proporcionaron a la vitroplántula las condiciones necesarias para su sobrevivencia.

Cuando no se utiliza micorriza el sustrato menos recomendado es K + TP ya que la sobrevivencia en este sustrato fue menor del 50% en comparación con los otros sustratos sin micorriza. En general se puede decir, que existieron diferencias significativas favorables en la sobrevivencia de las vitroplántulas que se encontraban en los sustratos con micorriza en comparación a los sustratos sin micorriza.

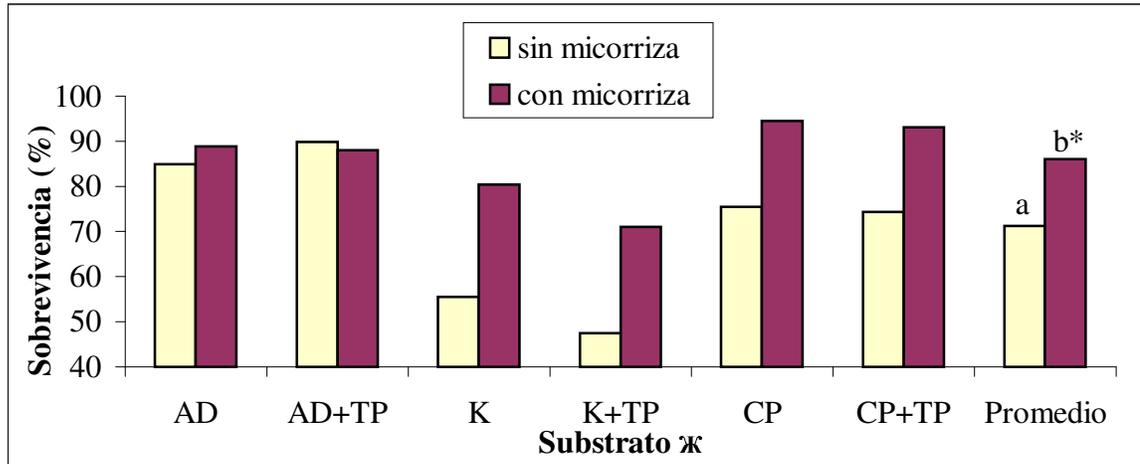


Figura 3. Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza en la sobrevivencia de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

*con y sin micorriza distintos a una $P \leq 0.05$, prueba SNK

Ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto+ Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

ALTURA

Incremento promedio en altura durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})

Durante las seis semanas y media de aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en bandejas múltiples dentro de cámaras plásticas, existió diferencia significativa en cuanto a incremento promedio de altura entre sustratos a una $P \leq 0.05$. El AD resultó ser el sustrato en el cual las vitroplántulas tuvieron un mejor crecimiento (Figura 4) (Anexo 2).

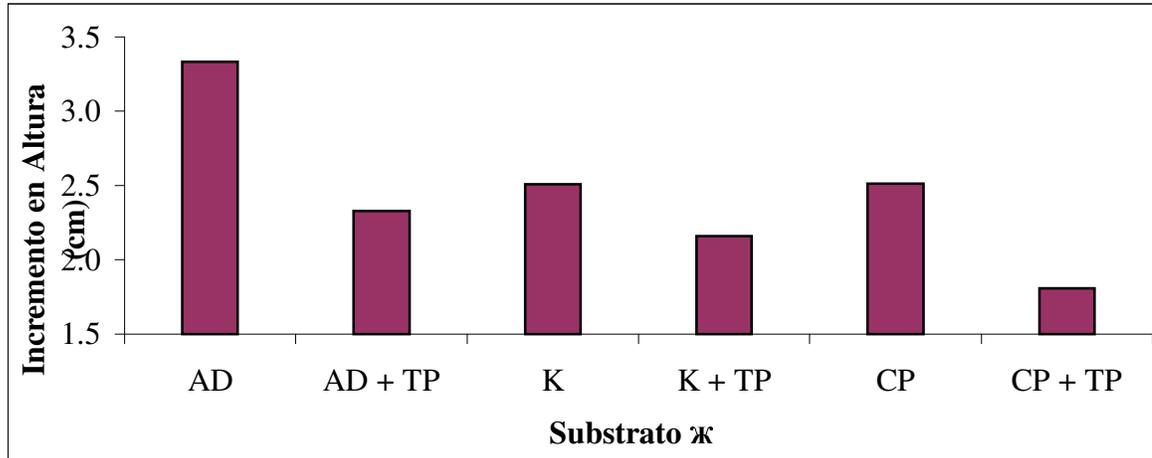


Figura 4. Efecto del tipo de substrato en el incremento de altura de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003.

ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Altura promedio durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en contenedores individuales (12 SDT_{ci})

Durante los tres meses de aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en contenedores individuales, no se observaron diferencias significativas en altura promedio entre las vitroplántulas a las que se les aplicó micorriza, sin embargo dentro de este grupo, las vitroplántulas en el substrato AD tuvieron un mejor desarrollo (Figura 5) (Anexo 3).

Entre los substratos sin micorriza, K y K+TP también fueron identificados por el análisis estadístico como los mejores substratos, pero debido a su alta mortalidad su uso no es recomendado. Por lo tanto, el substrato AD+TP sin micorriza se seleccionó como el mejor debido a que es el substrato en el cual las plantas mostraron una mayor altura y un alto porcentaje de sobrevivencia.

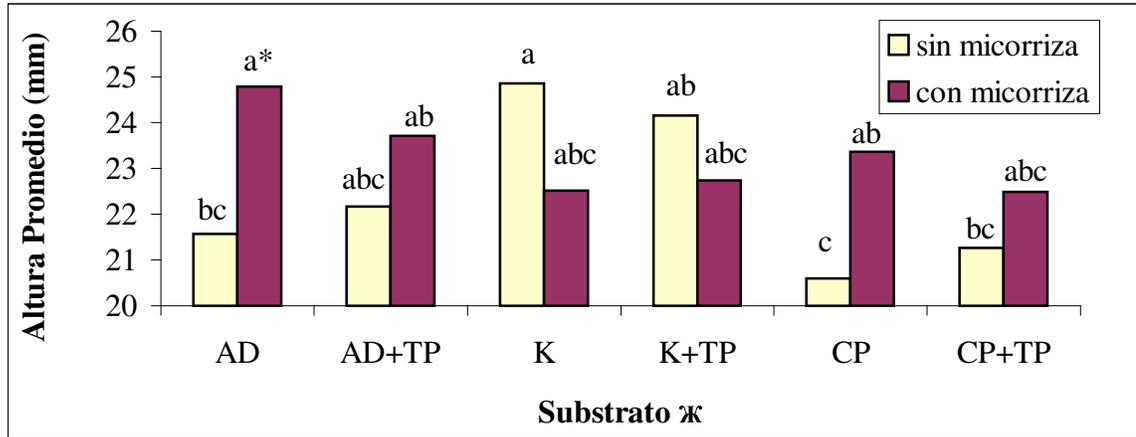


Figura 5. Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza en la altura promedio de vitropiantulas de *Rhyncholaelia digbyana* durante la etapa de aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

* con y sin micorriza distintos a una $P \leq 0.05$

ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

COLOR

Color de vitropiantulas de *R. digbyana* durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})

Durante las seis semanas de aclimatación de *R. digbyana* en bandejas múltiples, existieron diferencias significativas en cuanto al color de las vitropiantulas entre tratamientos con una $P \leq 0.05$ (Figura 6) (Anexo 4).

El mejor color de las vitropiantulas se dió en AD+TP, ya que este sustrato tuvo un rango de color menor y por lo tanto mejor en comparación a los otros cinco sustratos que mantuvieron el mismo color a lo largo de las 6 SDT_{bm}.

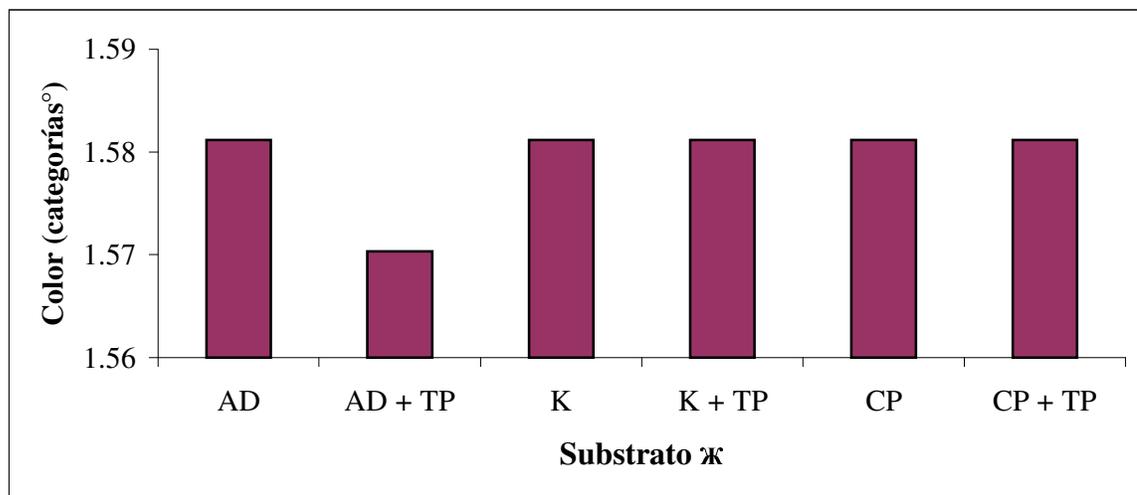


Figura 6. Efecto del tipo de substrato sobre el color de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* durante la aclimatación en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003.

Ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada

° categorías: (1) verde oscuro, (2) verde, (3) verde claro

En el Cuadro 1 de igual forma se puede observar que las vitroplántulas en AD+TP tuvieron el mejor color en comparación con los demás substratos evaluados, los cuales mantuvieron el mismo porcentaje de plantas en la categoría 2.

Cuadro 1. Efecto del tipo de substrato sobre el color de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* durante la aclimatación en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Porcentaje de plantas según el color (categorías°)			Promedio
	1	2	3	
AD	0	100	0	2
AD + TP	3	97	0	1.97
K	0	100	0	2
K + TP	0	100	0	2
CP	0	100	0	2
CP + TP	0	100	0	2

° categorías: (1) verde oscuro, (2) verde, (3) verde claro

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada

Color de vitroplántulas de *R. digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})

En cuanto al color, se identificaron diferencias estadísticas, obteniéndose las mejores categorías en las vitroplántulas a las que se les aplicó micorriza según la separación de media a una $P \leq 0.1$ (Figura 7) (Anexo 5).

En los tratamientos con micorriza las vitroplántulas en los sustratos AD y AD+TP tuvieron un mejor color. En los tratamientos sin micorriza el color de las vitroplántulas en AD+TP mostró diferencias significativas en comparación a los demás sustratos sin micorriza.

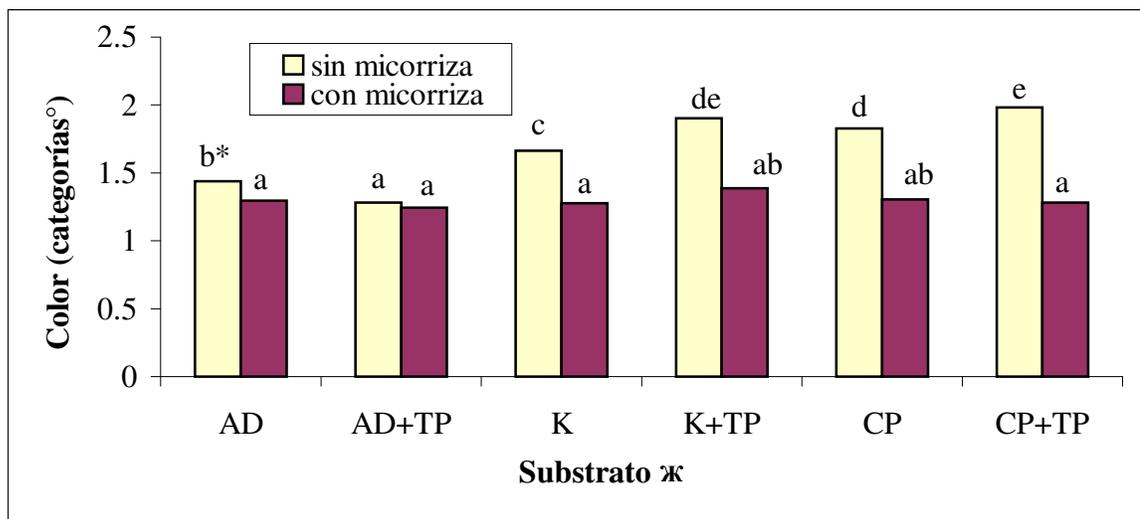


Figura 7. Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre el color de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

*con y sin micorriza distintos a una $P \leq 0.05$, prueba SNK

° categorías (1) verde oscuro, (2) verde, (3) verde claro.

Ж AD= Aserrín Descompuesto AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

APARIENCIA O ESTADO DE DESARROLLO PROMEDIO (EDP) DE LAS PLANTAS

Apariencia de vitroplántulas de *R digbyana* durante la aclimatación en bandejas múltiples (6 SDT_{bm})

Como se puede apreciar en la Figura 8 y Anexo 6, se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a apariencia de las vitroplántulas a una $P \leq 0.05$ entre los tratamientos.

El K resultó ser el mejor sustrato en cuanto a apariencia durante la aclimatación en bandejas múltiples y se observa que el uso de TP con el mismo sustrato ocasiona que sea el sustrato más deficiente durante el período de aclimatación en bandejas múltiples.

En el Cuadro 2 de igual forma se puede observar que la mejor apariencia de las vitroplántulas se obtuvo en el sustrato K en comparación con los demás sustratos que mantuvieron las vitroplántulas con un valor por encima de la categoría 2.

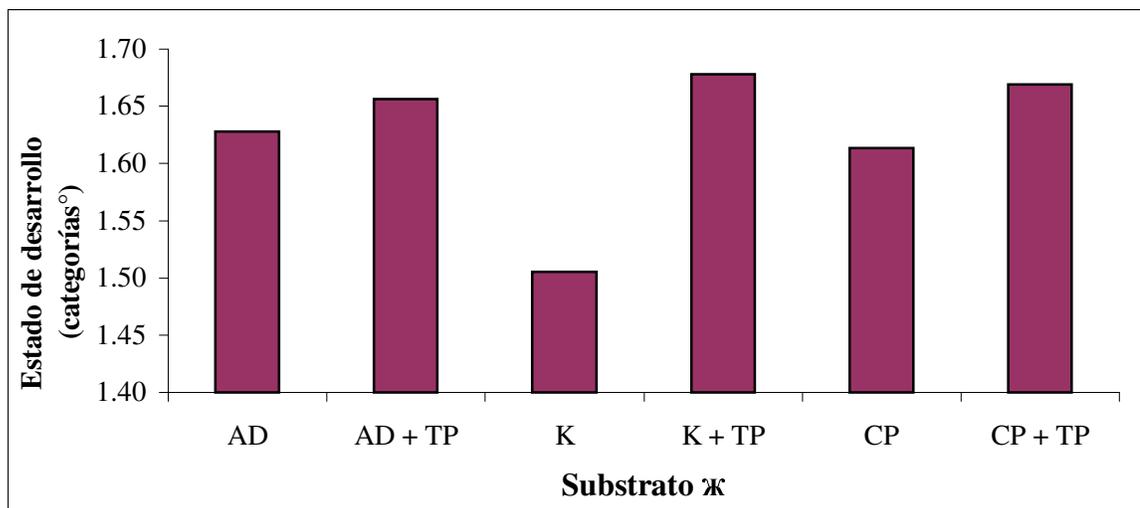


Figura 8. Efecto del uso de micorriza en la apariencia de vitroplántulas de *Rhyncholelia digbyana* durante la aclimatación en bandejas múltiples. Zamorano, Honduras, 2003.

° categorías (1) buena, (2) regular, (3) mala.

ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Cuadro 2. Apariencia de las plantas durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en bandejas múltiples (6 SDT_{bm}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Apariencia (categorías °)			Promedio
	1	2	3	
AD	0	81	19	2.15
AD + TP	3	84	32	2.24
K	31	52	17	1.77
K + TP	6	57	37	2.32
CP	0	89	11	2.10
CP + TP	0	71	29	2.28

° categorías (1) buena, (2) regular, (3) mala.

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Apariencia de vitroplántulas de *R. digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci})

Como se puede apreciar en la Figura 9 y Anexo 7, los mejores tratamientos en cuanto a apariencia de las vitroplántulas de *R. digbyana* fueron AD y AD+TP con micorriza. En estos substratos las vitroplántulas mostraron una buena apariencia en cuanto a estado fisiológico, libres de problemas fitosanitarios y que sus raíces se encontraron adheridas al medio de cultivo. Los mismos resultados se pueden observar para la vitroplántulas en AD y AD + TP sin micorriza. Esto nos indica que en general los substratos AD y AD+TP le otorgan a la vitroplántula una mejor apariencia, pero ésta es mejor aún cuando se realizan inoculaciones con micorriza.

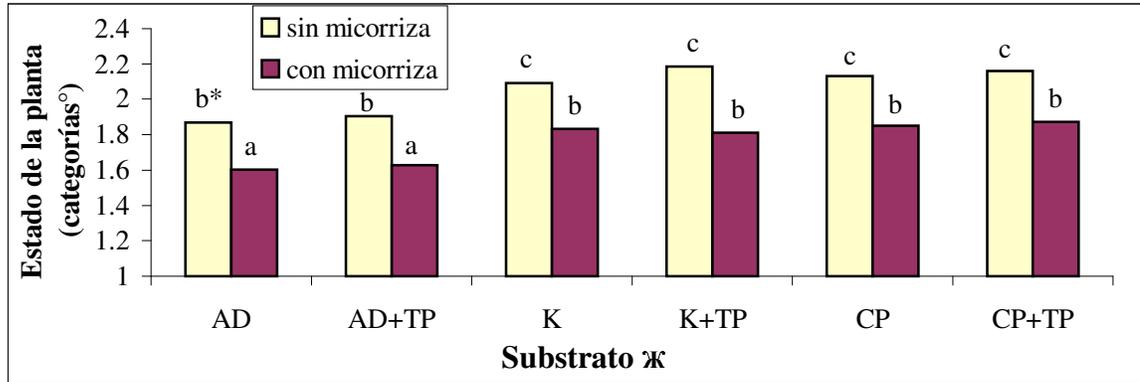


Figura 9. Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre la apariencia de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

*con y sin micorriza distintos a una $P \leq 0.05$, prueba SNK

°categorías (1) buena, (2) regular, (3) mala.

ж AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

PORCENTAJE DE INFECCIÓN

De acuerdo con el Cuadro 3, el sustrato en el cual las raíces de *R. digbyana* obtuvieron el mayor porcentaje de infección fue CP+TP (97.5 %) con un 41.1 % más que el AD (56.4). El sustrato CP+TP tuvo el más alto porcentaje de infección radicular, sin embargo el desarrollo de las vitroplántulas no fue el mejor en este sustrato ya que no posee los nutrientes necesarios para permitir un óptimo desarrollo de las plantas o no permite una buena absorción de los nutrientes.

El AD tuvo un alto porcentaje de infección en comparación al resto de sustratos a los que se les aplicó Mycoral®; aunque este porcentaje no fue el mejor, los resultados de altura, color y apariencia de las vitroplántulas en el AD nos indican que este sustrato sí le otorga a la vitroplántula los componentes necesarios para su desarrollo independientemente del porcentaje de infección o de la relación simbiótica con la micorriza. El más bajo porcentaje de infección se dio en las raíces de las vitroplántulas que se encontraban en el sustrato K (10.2 %).

También se observó que algunas de las vitroplántulas a las que no se les aplicó Mycoral® presentaron un leve porcentaje de infección en las raíces, esto se pudo deber a que al pasteurizar los sustratos no se logró eliminar completamente algún hongo benéfico ya presente en el sustrato.

Cuadro 3. Porcentaje de infección de micorriza (Mycoral®) durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Infección (%)	
	con micorrizas	sin micorrizas
AD	56.4	0
AD+TP	22.2	7.5
K	10.2	13.9
K+TP	13.9	6.7
CP	27.5	0
CP+TP	97.5	6.9

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

ÍNDICES

Según el Cuadro 4, durante el proceso de aclimatación en bandejas múltiples, los mejores índices de Tasa Promedio de Supervivencia (TPS), Tasa Promedio de Mortalidad (TPM) y Promedio Total de Pérdidas (PTP) se presentaron en el sustrato CP.

En contenedores individuales conteniendo sustratos con micorriza, los mejores índices se dieron en CP y cuando no se aplicó micorriza el AD + TP fue el sustrato que le otorgó a las plantas las mejores condiciones para su desarrollo.

Cuadro 4. Índices de Tasa Promedio de Supervivencia, Tasa Promedio de Mortalidad y Promedio Total de Pérdidas durante el proceso de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholelia digbyana* en bandejas múltiples y en contenedores individuales. Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	TPS			TPM			PTP		
	Aclimatación en bandejas múltiples	Aclimatación en contenedores individuales		Aclimatación en bandejas múltiples	Aclimatación en contenedores individuales		Aclimatación en bandejas múltiples	Aclimatación en contenedores individuales	
		con micorriz.	sin micorriz.		con micorriz.	sin micorriz.		con micorriza	sin micorriza
AD	0.89	0.89	0.84	0.11	0.11	0.15	0.32	0.37	0.45
AD + TP	0.84	0.86	0.90	0.16	0.14	0.10	0.48	0.41	0.30
K	0.97	0.80	0.55	0.03	0.20	0.45	0.10	0.59	1.34
K + TP	0.92	0.67	0.52	0.08	0.30	0.53	0.24	0.91	1.58
CP	♣ 0.99	0.95	0.76	0.01	0.06	0.25	0.04	0.17	0.74
CP + TP	0.96	0.88	0.73	0.04	0.12	0.27	0.12	0.35	0.81

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto+ Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada

TPS = Tasa Promedio de Supervivencia

TPM = Tasa Promedio de Mortalidad

PTP = Promedio Total de Pérdidas

♣ Enmarcados los mejores resultados en TPS, TPM y PTP

COSTOS DE ACLIMATACIÓN

En el Cuadro 5 se muestra que el incremento en el costo de utilizar Mycoral[®] durante la aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* es de \$ 0.0046/vitroplántula en cualquiera de los sustratos (Anexos 8, 9 y 10).

El sustrato que resultó con el costo total de aclimatación más bajo fue el AD sin Mycoral[®] (\$ 64.77) ó con Mycoral[®] (\$ 65.45). El costo por vitroplántula más bajo fue en los sustratos AD y CP sin Mycoral[®] (\$ 0.43) y AD y CP con Mycoral[®] (\$ 0.44).

Cuadro 5. Costos de Aclimatación de vitroplántulas de *R. digbyana* en seis sustratos usando Mycoral[®]. Zamorano, Honduras, 2003.

Substrato	USD					
	•C.T. de aclimatación sin Mycoral [®]	C. T. de aclimatación con Mycoral [®]	Incremento en costo	Costo por vitroplántula sin Mycoral [®]	Costo por vitroplántula con Mycoral [®]	Incremento en costo
AD	64.77	65.45	0.68	0.43	0.44	0.0046
CP	65.25	65.93	0.68	0.43	0.44	0.0046
K	66.83	67.51	0.68	0.45	0.45	0.0046
AD+TP	69.58	70.26	0.68	0.46	0.47	0.0046
CP+TP	70.06	70.74	0.68	0.47	0.47	0.0046
K+TP	71.64	72.32	0.68	0.48	0.48	0.0046

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

• C.T.= Costo Total

4. CONCLUSIONES

En bandejas múltiples:

No existieron diferencias en la sobrevivencia de las vitroplántulas en los seis sustratos; el promedio de sobrevivencia para todos los sustratos fue de 69 %.

Existieron diferencias en la sobrevivencia de las vitroplántulas en los sustratos con teja comparados a los sustratos sin teja, resultando mejores aquellos que no contenían teja.

El mayor incremento en altura de las vitroplántulas se dio en el sustrato aserrín descompuesto.

El mejor color de las vitroplántulas se obtuvo en el sustrato aserrín descompuesto + teja picada.

La mejor apariencia se obtuvo en el sustrato carbón.

Porcentaje de infección

La micorriza existente en el Mycoral[®] si establece simbiosis con las raíces de *R. digbyana*, por lo cuál el uso de Mycoral[®] se recomienda para la aclimatación de *R. digbyana*.

El sustrato que tuvo el mayor porcentaje de infección o que benefició la simbiosis de la micorriza con las raíces de *R. digbyana* fue corteza de pino + teja picada.

En contenedores individuales con micorriza:

En cuanto a sobrevivencia los mejores sustratos resultaron ser aquellos que contenían corteza de pino.

La altura fue similar en todos los sustratos con micorriza.

No hubo diferencias en cuanto a color en las vitroplántulas a las que se les aplicó micorriza.

La mejor apariencia de las vitroplántulas se dió en los substratos que contenían aserrín descompuesto.

En contenedores individuales sin micorriza:

La mayor sobrevivencia se presentó en los dos substratos que contienen aserrín descompuesto.

Existieron diferencias en cuanto a la altura de las vitroplántulas, obteniendo la mejor altura en el substrato aserrín descompuesto + teja picada.

El mejor color de las vitroplántulas se observó en el substrato aserrín descompuesto + teja picada.

La mejor apariencia se obtuvo en los substratos que contenían aserrín descompuesto.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de micorriza, ya que se comprobó que le otorga a la vitroplántula un mejor desarrollo, color y apariencia.

Para la aclimatación de *R. digbyana* en bandejas múltiples se recomienda aserrín descompuesto.

Para la aclimatación de *R. digbyana* en contenedores individuales con micorriza se recomiendan los substratos aserrín descompuesto y aserrín descompuesto + teja picada.

Para la aclimatación de *R. digbyana* en contenedores individuales sin micorriza se recomienda el substrato aserrín descompuesto + teja picada.

Para estudios futuros se recomienda la evaluación de otras variables como:

- Peso fresco
- Categorías de apariencia y color de la vitroplántula

Evaluar el uso de Mycoral[®] desde que las vitroplántulas son transplantadas a bandejas múltiples.

Realizar estudios posteriores para evaluar el comportamiento y efectos a largo plazo de la micorriza en las vitroplántulas.

Para estudios futuros de inoculaciones con Mycoral[®], se recomienda la medición de los niveles nutricionales de las vitroplántulas al momento de la aplicación y determinado tiempo después de la aplicación, para conocer el aporte del Mycoral[®] a la vitroplántula.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bond, R. 1988. All about growing orchids: Containers and potting mediums. San Ramon, California, EE.UU. Monsanto Company. 96 p.

Britt, J. 2000. The status of the commercial production of potted orchids around the world. Hortecchnology. 10(3):435-436 p.

Castro, A. 1999. Aclimatación de dos especies de helecho propagadas *in vitro*: *Nephrolepis exaltata* cv. bostoniensis (helecho bostoniensis) y *Nephrolepis cordigera* (helecho cola de quetzal). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 35 p.

Dressler, R. 1990. The orchids: Micorrhiza and germination. London, England. Library of Congress Cataloging in Publication Data. 332 p.

Mejía, I. 1999. Evaluación de la supervivencia en el campo de la flor nacional de Honduras, *Rhyncholaelia digbyaba* (Lindl.) Schltr. variedad *fimbripetala* Ames, de origen *in vitro* en Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 23 p.

Raddatz, E. C. 2001. VAM y la resistencia de las plantas contra causantes de daños. Cali, Colombia. 17 p.

Salgado, J. 2002. Análisis del costo de producción y evaluación de la tasa de multiplicación *in vitro* de *Rhyncholaelia digbyana* en Zamorano. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 57 p.

Statistical Analysis System (S.A.S.) 2002. SAS. User Guide: Statics S.A.S. Inst., Cary, N.C.

Thomas, P. 2003. Growing orchids (en línea). Horticultura Fact sheet H-93-013. Consultado 25 jul. 2003. Disponible en <http://www.ces.uga.edu/Agriculture/horticulture/orchids.html>

7. ANEXOS

Anexo 1. Efecto del tipo de sustrato en la sobrevivencia durante la aclimataci3n de vitrol3ntulas de *R. digbyana* en contenedores individuales (12 SDT_{ci}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	%	
	sin micorriza	con micorriza
AD	85	89
AD+TP	90	88
K	55	80
K+TP	47	71
CP	76	95
CP+TP	74	93
Promedio	71	86

AD= Aserr3n Descompuesto, AD+TP= Aserr3n Descompuesto+ Teja Picada, K= Carb3n, K+TP= Carb3n + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 2. Efecto del tipo de sustrato sobre el incremento promedio en altura durante la aclimataci3n de vitrol3ntulas de *R. digbyana* en bandejas m3ltiples (6 SDT_{bm}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Incremento en Altura (cm)
AD	3.33
AD + TP	2.33
K	2.51
K + TP	2.16
CP	2.51
CP + TP	1.81

AD= Aserr3n Descompuesto, AD+TP= Aserr3n Descompuesto+ Teja Picada, K= Carb3n, K+TP= Carb3n + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 3. Efecto del tipo de sustrato sobre la altura promedio durante la aclimatación de vitropántulas de *R. digbyana* en contenedores individuales (12 SDT_{ci}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	cm	
	sin micorriza	con micorriza
AD	21.56	24.79
AD+TP	22.17	23.70
K	24.86	22.51
K+TP	24.15	22.74
CP	20.60	23.37
CP+TP	21.27	22.48

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto+ Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 4. Efecto del tipo de sustrato sobre el color durante la aclimatación de vitropántulas de *R. digbyana* en bandejas múltiples (6 SDT_{bm}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Color (categorías ∞)
AD	1.58
AD + TP	1.57
K	1.58
K + TP	1.58
CP	1.58
CP + TP	1.58

categorías∞: (1) verde oscuro, (2) verde, (3) verde claro

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada

Anexo 5. Efecto del tipo de sustrato sobre el color de vitroplántulas de *R. digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Color (categorías ∞)	
	sin micorriza	con micorriza
AD	1.44	1.30
AD+TP	1.28	1.24
K	1.66	1.28
K+TP	1.90	1.39
CP	1.83	1.31
CP+TP	1.98	1.28

categorías ∞(1) verde oscuro, (2) verde, (3) verde claro

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 6. Efecto del tipo de sustrato sobre la apariencia durante la aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples (6 SDT_{bm}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Apariencia (categorías ∞)
AD	1.63
AD + TP	1.66
K	1.51
K + TP	1.68
CP	1.61
CP + TP	1.67

° categorías (1) buena, (2) regular, (3) mala.

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 7. Efecto del tipo de sustrato y la aplicación de micorriza sobre la apariencia de vitoplántulas de *Rhyncholelia digbyana* durante la aclimatación en contenedores individuales (12 SDT_{ci}). Zamorano, Honduras, 2003.

Substratos	Apariencia (categorías ∞)	
	sin micorriza	con micorriza
AD	1.87	1.60
AD+TP	1.90	1.63
K	2.09	1.83
K+TP	2.19	1.81
CP	2.13	1.85
CP+TP	2.16	1.87

^o categorías (1) buena, (2) regular, (3) mala.

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 8. Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholelia digbyana* en bandejas múltiples y contenedores individuales.

Anexo 8a. Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholelia digbyana* utilizando seis sustratos. Zamorano, Honduras, 2003

Substrato	USD	
	Costo de aclimatación	Costo por planta
AD	64.77	0.43
CP	65.25	0.43
K	66.83	0.45
AD+TP	69.58	0.46
CP+TP	70.06	0.47
K+TP	71.64	0.48

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 8b. Costos totales incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholelia digbyana* utilizando seis sustratos y Mycoral[®]. Zamorano, Honduras, 2003.

Substrato	USD	
	Costo de aclimatación	Costo por planta
AD	65.45	0.44
CP	65.93	0.44
K	67.51	0.45
AD+TP	70.26	0.47
CP+TP	70.74	0.47
K+TP	72.32	0.48

AD= Aserrín Descompuesto, AD+TP= Aserrín Descompuesto + Teja Picada, K= Carbón, K+TP= Carbón + Teja Picada, CP= Corteza de Pino, CP+TP= Corteza de Pino + Teja Picada.

Anexo 9. Desglose de costos totales por tipo de sustrato sin micorriza incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples y contenedores individuales.

9a. Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
					12.51
Medios					
Aserrín descompuesto	sacos	2	0.73	1.46	
					1.46
Costos Variables					
Riego	m ³	0.0079	0.15	0.0012	
Fertilizante	onzas	0.35	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					64.77
Costo por planta					0.43

9b. Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
					12.72
Medios					
Aserrín descompuesto	sacos	2	0.73	1.46	
Teja Picada	sacos	2	2.30	4.60	
					6.06
Costos Variables					
Riego	m ³	0.01	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	1	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					69.58
Costo por planta					0.46

9c. Desglose de costos totales utilizando corteza de pino. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
					12.51
Medios					
Corteza de pino picada	sacos	2	0.97	1.94	
					1.94
Costos Variables					
Riego	m ³	0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.3500	0.31	0.1072	
Insecticida	g	0.83	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					65.25
Costo por planta					0.43

9d. Desglose de costos totales utilizando corteza de pino + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
					12.72
Medios					
Corteza de pino picada	sacos	2	0.97	1.94	
Teja Picada	sacos	2	2.30	4.60	
					6.54
Costos Variables					
Riego	m ³	0.01	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	1	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					70.06
Costo por planta					0.47

9e. Desglose de costos totales utilizando carbón. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
					12.51
Medios					
Carbón vegetal	sacos	2	1.76	3.52	
					3.52
Costos Variables					
Riego	m ³	0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.3500	0.31	0.1072	
Insecticida	g	0.83	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					66.83
Costo por planta					0.45

9f. Desglose de costos totales utilizando carbón + teja picada. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
					12.72
Medios					
Carbón vegetal	sacos	2	1.76	3.52	
Teja Picada	sacos	2	2.30	4.60	
					8.12
Costos Variables					
Riego	m ³	0.01	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	1	1.14	0.95	
					1.06
TOTAL					71.64
Costo por planta					0.48

Anexo 10. Desglose de costos totales por tipo de sustrato con micorriza incurridos durante 18 semanas de aclimatación de vitroplántulas de *Rhyncholaelia digbyana* en bandejas múltiples y contenedores individuales.

10a. Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.65
Medios					
Aserrín descompuesto	sacos	2	0.73	1.46	
					1.46
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1.2	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					65.45
Costo por planta					0.44

10b. Desglose de costos totales utilizando aserrín descompuesto + teja picada y micorriza.
Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.87
Medios					
Aserrín descompuesto	sacos	2	0.73	1.46	
Teja Picada	sacos	2	2.30	4.60	
					6.06
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1.2	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					70.26
Costo por planta					0.47

10c. Desglose de costos totales utilizando corteza de pino y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	4	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.65
Medios					
Corteza de pino picada	sacos	2	0.97	1.94	
					1.94
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					65.93
Costo por planta					0.44

10d. Desglose de costos totales utilizando corteza de pino + teja picada y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.87
Medios					
Corteza de pino picada	sacos	2	0.97	1.94	
Teja Picada	sacos	2	2.30	4.60	
					6.54
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1.2	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					70.74
Costo por planta					0.47

10e. Desglose de costos totales utilizando carbón y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.65
Medios					
Carbón vegetal	sacos	2	1.76	3.52	
					3.52
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1.2	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					67.51
					0.45

10f. Desglose de costos totales utilizando carbón + teja picada y micorriza. Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción	Unidades	Cantidad	USD		
			Precio Unitario	SubTotal	Total
Costos Fijos					
Frascos de material vegetativo	Frascos	37	0.99	36.63	
Bandejas múltiples	bandejas	3	0.37	1.11	
Contenedores individuales (4")	maceteros	150	0.08	12.00	
					49.74
Mano de obra					
Riego	hrs.	81	0.85	11.48	
Aplicación de fertilizante	hrs.	3.8	0.85	0.54	
Aplicación de insecticida	hrs.	0.5	0.85	0.07	
Siembra	hrs.	0.5	0.85	0.43	
Preparación de medio	hrs.	0.3	0.85	0.21	
Aplicación de mycoral®	hrs.	0.2	0.85	0.14	
					12.87
Medios					
Carbón vegetal	sacos	2.0	1.76	3.52	
Teja Picada	sacos	2.0	2.30	4.60	
					8.12
Costos Variables					
Mycoral®	kg	1.2	0.46	0.54	
Riego	m ³	0.0	0.15	0.00	
Fertilizante	onzas	0.4	0.31	0.11	
Insecticida	g	0.8	1.14	0.95	
					1.60
TOTAL					72.32
Costo por planta					0.48