

**EFFECTO DE LA MICORRIZA *Glomus fasciculatum* EN EL
ENRAIZAMIENTO DE LAS ESPECIES ORNAMENTALES DE
FOLLAJE *Cthenanthe lubbersii*, *Cordyline glauca* y *Dracaena
Warneckii lemon line* EN PAVONES DE TURRIALBA.**

JOSE ANTONIO RAMIREZ FERNANDEZ

Práctica de Especialidad presentada a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en Agronomía.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
Sede Regional San Carlos**

2006

Efecto de la micorriza *Glomus fasciculatum*, en el enraizamiento de las especies ornamentales de follaje *Cthenanthe lubbersii*, *Cordyline glauca* y *Dracaena Warneckii* lemon line en Pavones de Turrialba.

JOSE ANTONIO RAMIREZ FERNANDEZ

Aprobada por los miembros del tribunal evaluador:

Ing Agr. Joaquín Durán Mora, M. Sc.

Asesor Interno

Ing Agr. Paula Gadea Castro, M. Sc.

Asesora Externa

Ing Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M. Sc.

Jurado

Ing Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing Agr. Ólger Murillo Bravo, M. Sc.

Director Escuela Agronomía

DEDICATORIA

A mi madre, mi hermana y mi sobrina,
Gracias por todo...

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios y a la Virgen por todo lo que han hecho por mí, porque simplemente sin ellos nada de lo que se ha logrado hasta ahora no hubiese podido ser.

A mi Madre... que puedo decir? Gracias infinitas porque todo el esfuerzo que pusiste en estos años por mi hoy se ven recompensados, gracias por tantas horas de preocupación, por tantas carreras, por tantas horas de trabajo, por todo el apoyo que brindaste para poder salir adelante, gracias porque cada día que pasaba me diste ánimos para seguir con la frente muy en alto, gracias porque sin ti... que hubiese hecho?

A mi hermana Karen, porque junto a madre me ayudaste montones...ah y porque trajiste a la casa dos felicidades mas, tú carrera y a Fabiola.

A mi Padre... muchas gracias por la ayuda que me diste en el transcurso de mi carrera.

A don Víctor... Gracias por los viajes hasta San Carlos y por la ayuda que brindó durante el tiempo que estuve en el TEC, también a Johan y Beli... porque me enseñaron lo que era tener hermanos menores... Gracias.

A toda mi familia en general, porque me apoyaron y nunca dejaron que me rindiera, porque confiaron en lo que podía lograr.

Al Ing Agr. Arnoldo Gadea, por la gran ayuda que me brindó en la asesoría de este trabajo, por preocuparse porque todo estuviera saliendo bien y por “jalarme el aire” cuando me perdía por un buen rato.

A la Ing Agr. Paula Gadea por haberme invitado a ir a ORNATICO M&F S.A. y haber encontrado ahí este proyecto, además de toda la ayuda que me

brindó durante la realización de esta práctica, además de preocuparse por que las cosas estuvieran saliendo de la mejor manera.

Al Ing. Agr. Joaquín Durán porque al tomar las riendas de este proyecto se preocupó por que todo saliera de la mejor manera.

Al Señor Edgar Monge y su señora, por creer en mi y dejarme realizar este proyecto en su empresa ORNATICO M&F S.A., por tenerme paciencia en esos 4 meses de trabajo.

A los trabajadores de ORNATICO M&F S.A. por ayudarme en la preparación y siembra de las plantas, además de aceptarme como un miembro más de la empresa.

A Manrique Blanco Ruiz, por ser un excelente compañero de trabajo y por incentivar en mi el deseo de salir con este proyecto, Gracias.

A la generación 2001, por ser un grupo de personas que a pesar de todo, quedarán como un buen recuerdo en mi memoria. Simplemente Gracias.

A todos los demás amigos que encontré en el TEC, gracias por brindarme su amistad.

En general, a todos a los que de un modo u otro no mencione aquí, ustedes saben que los tengo muy presentes y que siempre los voy a recordar...

“Nadie sabe de lo que es capaz de hacer, hasta que trata de hacerlo”.

MARDEN

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo General:	2
1.1.2 Objetivos específicos:	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 El fenómeno micorrizal.....	3
2.1.1 Ventajas del fenómeno micorrizal:	4
2.1.2 Importancia de las micorrizas en la agricultura	4
2.2 Importancia de plantas ornamentales.	6
2.2.1 Características climáticas de las especies:.....	7
2.2.1.1 <i>Dracaena Warneckii lemon line</i>	7
2.2.1.2 <i>Cordyline glauca</i>	7
2.2.1.3 <i>Cthenanthe lubberssii</i>	7
2.3 Enraizadores:	8
2.3.1 Desarrollo anatómico de las raíces.....	8
2.4 Reguladores de crecimiento:.....	8
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Localización del estudio.....	12
3.2 Material experimental.....	12
3.3 Evaluación de dosis (Tratamientos)	14
3.4 Definición de la población y muestra.....	15
3.5 Definición del diseño experimental y número de repeticiones.....	16
3.6 Variables evaluadas.....	16
3.7 Análisis Estadístico	16

3.8 Consumo.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1 <i>Cordyline glauca</i>	18
4.2 <i>Warneckii lemon line</i>	21
4.3 <i>Cthenanthe lubberssii</i>	24
5. CONCLUSIONES	32
6. RECOMENDACIONES.....	33
7. LITERATURA CITADA	34
8. ANEXOS.....	36
9. APÉNDICE.	47

LISTA DE CUADROS

Número	Título	Página
1	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y materia seca de la variedad <i>Cordyline glauca</i> . Turrialba, 2005.....	19
2	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz de la variedad <i>Cordyline glauca</i> a través del tiempo. Turrialba, 2005.....	20
3	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y materia seca de la variedad <i>Warneckii lemon line</i> . Turrialba, 2005.....	22
4	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz de la variedad <i>Warneckii lemon line</i> a través del tiempo. Turrialba, 2005.....	23
5	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y materia seca de la variedad <i>Cthenanthe lubberssii</i> . Turrialba, 2005.....	25
6	Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz de la variedad <i>Cthenanthe lubberssii</i> a través del tiempo. Turrialba, 2005.....	26
7	Tiempo de extracción de los tips según los tratamientos. Turrialba, 2005.....	27
8	Gasto promedio de EcoMic® y porcentaje de gasto por cada siembra. Turrialba, 2005.....	29

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
1	Planta de <i>Warneckii lemon line</i>	7
2	Planta de <i>Cordyline glauca</i>	7
3	Planta de <i>Cthenanthe lubberssii</i>	7
4	Vista general de las plantas que se utilizaron en el proyecto...	12
5	Biofertilizante a base de hongos micorrizógenos (EcoMic ®)...	13
6	Ácido Indolbutírico (AIB), utilizado por ORNATICO M&F S.A. como hormona de crecimiento.....	13
7	Adherente (Agrex ABC 50 SL), Nonil Fenol Polioxietilenado, coadyuvante no iónico.....	13
8	Vista de las diluciones de los tratamientos. Turrialba 2005.....	15
9	Efecto del enraizamiento en la variedad <i>Cordyline glauca</i> , a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005.....	20
10	Efecto del enraizamiento en la variedad <i>Warneckii lemon line</i> , a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005.....	24
11	Efecto del enraizamiento en la variedad <i>Cthenanthe lubberssii</i> , a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005.....	26

RESUMEN

En la empresa ORNATICO M&F S.A., en Pavones de Turrialba; se estableció un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de *Glomus fasciculatum* en tres variedades de plantas ornamentales de follaje (*Cordyline glauca*, *Warneckii lemon line* y *Cthenanthe lubberssii*). El trabajo se realizó entre los meses de abril a julio donde las condiciones climáticas fueron muy similares, además se establecieron los ensayos en el tiempo con un intervalo de un mes entre el establecimiento de uno y el otro, realizando muestreos de cantidad de raíces, longitud de raíces, número de brotes a los 21, 28 y 35 días después de la siembra; la materia seca solo se cuantificó a los 35 días después de la siembra. Para la variedad *Cordyline glauca* se comprobó que la dosificación más rentable económicamente fue la EcoMic® 25%, así como la que produjo mayor cantidad de materia seca. Tanto *Cordyline glauca* como *Cthenanthe lubberssii* y *Warneckii lemon line*, la dosificación que mejores rendimientos productivos obtuvo fue la de EcoMic® 75%+ Adherente.

Palabras claves: Micorrizas, *Glomus fasciculatum*, plantas ornamentales de follaje, *Cordyline glauca*, *Warneckii lemon line*, *Cthenanthe lubberssii*, enraizamiento, Reguladores de crecimiento, Ácido Indol Butírico, AIB.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna, si bien logró un aumento de la producción de alimentos en determinados países, lo hizo a costa de la degradación paulatina de la base de los recursos naturales asociados a ella. Como respuesta a este serio problema, surgen propuestas de formas de hacer agricultura que sean sustentables y garanticen la producción de alimentos para todos los seres humanos (Rivera *et al* 2003).

El estudio de las micorrizas ha tomado auge en los últimos años en el ámbito mundial debido a beneficios que ellas aportan a la nutrición de las plantas hospedadas, y que se manifiestan también en términos de aportes directos para el hombre, en la búsqueda de nuevos métodos que le permitan incrementar la producción de alimentos, madera, y lo que interesa en este trabajo: la producción de plantas de follaje. El estudio de esta simbiosis es por tanto, ya no de simple interés biológico sino de una gran importancia práctica y económica.

En ORNATICO M&F S.A. siempre se han preocupado por innovar y buscar alternativas más económicas y que vayan en armonía con el ambiente, por eso la introducción de *Glomus fasciculatum*, como enraizador de las plantas ornamentales que ahí se producen, se ha propuesto como una nueva opción para producir plantas de forma orgánica y con bajos insumos.

Por esto en este proyecto el comparar una Auxina con un hongo micorrizógeno se torna tan ambicioso en el sentido de investigar cual de los dos tiene mejores características para el enraizamiento en vivero, así como conocer si es rentable la utilización de productos orgánicos en la producción de plantas ornamentales y así obtener un mayor equilibrio con el ambiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General:

Valorar el efecto de la micorriza *Glomus fasciculatum* (EcoMic®), en el enraizamiento de tres especies ornamentales de follaje (*Cthenanthe lubberssii*, *Cordyline glauca*, *Dracaena Warneckii lemon line*).

1.1.2 Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de dosis decrecientes del inoculante comercial “Ecomic®” (hongo micorrizógeno) y el AIB (hormona de crecimiento), en el enraizamiento de las tres especies ornamentales de follaje.

2. Determinar la velocidad de enraizamiento de las especies ornamentales de follaje a la aplicación de hongos micorrizógenos y a la hormona de crecimiento.

3. Cuantificar la biomasa de raíces para comparar el efecto que tienen la aplicación de micorrizas (*Glomus fasciculatum*) y de auxinas (AIB), en las variedades *Cthenanthe lubberssii*, *Cordyline glauca* y *Dracaena Warneckii lemon line*.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 El fenómeno micorrizal.

La micorriza o “raíz del hongo”, es una estructura simbiótica formada por las raíces de las plantas superiores y ciertos hongos del suelo, cuya función en el ciclo de nutrientes dentro de los ecosistemas vegetales es particularmente importante (Salisbury 1992). Esta unión se define como una asociación simbiótica (Trappe (1987) citado por Rivera *et al.* 2003), pues ambos organismos establecen sucesivos intercambios de sustancias nutritivas, metabolitos esenciales y sustancias hormonales, así como también conducen a la creación de nuevas estructuras, representando un beneficio mutuo para ambos simbioses (Rivera *et al.* 2003)

El hongo micorrizógeno está, parte en el suelo, parte en la raíz (Jiménez 1989). Este autor define el término micorrizas como los hongos que se encuentran asociados simbióticamente con las raíces de las plantas vasculares, de hecho la micorriza es la infección fúngica mas extendida en el reino vegetal y los hongos micorrizógenos contribuyen de manera sustancial a la biomasa del suelo (Guerrero 1996).

Según la localización de las estructuras fungales en las raíces de las plantas, se distinguen dos tipos principales de micorrizas: ectótrofas, caracterizadas por la presencia del hongo externamente envolviendo la raíz, y endótrofas, caracterizadas por la presencia del hongo en el interior de las células, presentándose además un crecimiento hifal sobre la superficie de la raíz poco abundante (Pedraza 2000).

Los hongos micorrizas más comunes son los arbusculares, éstas proporcionan grandes aportes económicos gracias a su efecto benéfico sobre el crecimiento y la tolerancia al estrés de una gran parte de cultivos. Éstos son unos microorganismos que se caracterizan por su incapacidad para reproducirse si no es mediante la

colonización de las raíces de una planta, que recibe el nombre de huésped (Ruiz 2006).

Los hongos que dan lugar a este tipo de micorrizas son Zigomicetos microscópicos del orden Glomales. Son formadoras de micorrizas arbusculares la mayor parte de leguminosas herbáceas y algunas leñosas, los cereales, los frutales, la gran mayoría de los cultivos hortícolas y muchos arbustos, subarbustos y herbáceas de ecosistemas forestales (Ruiz 2006).

2.1.1 Ventajas del fenómeno micorrizal:

Considerando las limitantes del manejo de los suelos en el trópico, el nitrógeno y el fósforo constituyen los dos elementos más críticos; el nitrógeno por su alto consumo y el fósforo por su fijación y alto costo económico. Las micorrizas constituyen una buena alternativa de utilización en el campo para mejorar en parte el problema de disponibilidad del fósforo (Rowe 1992).

La simbiosis raíz + bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*) y el fenómeno micorrizal han sido los más estudiados dadas las ventajas que ofrece para el desarrollo y crecimiento de las plantas, particularmente en aquellos suelos donde el limitante principal es la deficiencia del fósforo (Salisbury 1992).

Por su especial capacidad para absorber y translocar fósforo a los tejidos de su planta hospedera las micorrizas ocupan un lugar destacado en el ciclo del fósforo en la naturaleza. Además de fósforo las micorrizas han demostrado gran habilidad para absorber agua y otros nutrientes del suelo tales como, N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, etc. (Rojas 1999).

2.1.2 Importancia de las micorrizas en la agricultura.

En plantas de carácter ornamental, la micotrofia es un fenómeno común, particularmente cuando estas crecen sobre suelos pobres en elementos nutritivos,

como sería el caso de la mayor parte de los suelos de la zona tropical, aunque también se ha observado presencia de infección micorrizal en las raíces de las plantas que crecen en suelos de mediana y alta fertilidad, o en suelos fuertemente fertilizados con fósforo soluble (Pedraza 2000).

Las micorrizas cumplen una función esencial en el ecosistema, desempeñando una serie de funciones esenciales para la salud de muchas plantas y cultivos. Y es que la función del hongo es colonizar biotróficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño alguno, sino que se integra llegando a formar parte de ella. A su vez, el hongo también coloniza el suelo que rodea la raíz mediante su micelio externo, de manera que ayuda al huésped a adquirir nutrientes minerales y agua (Popoff 2006).

Entre los principales beneficios que recibe una planta colonizada por hongos micorrizógenos se destacan los siguientes (Guerrero 1996):

- Mayor crecimiento de las plantas principalmente en suelos con bajo contenido de nutrientes.
- Mayor capacidad de absorción de nutrientes poco móviles del suelo (P, Zn, Cu).
- Mayor capacidad de absorción de agua y tolerancia a la sequía.
- Protección contra patógenos de la raíz.
- Detoxificación de metales pesados.

A menudo las raíces en la parte superior del suelo donde la materia orgánica es abundante, son micorrízicas, mientras que aquellas que se encuentran en la parte mineral del suelo no lo son (Jiménez 1989), tal es el caso de las familias Chenopodiaceae, Cruciferaeae, Fumariaceae, que han sido reportadas como no micorrízicas (Rivera 2003).

Los hongos involucrados en las micorrizas incluyen varios tipos de basidiomicetes, ascomicetes y ficomicetes; especialmente los basidiomicetes del grupo de los himonomicetes (Salisbury 1992).

El uso de inoculantes con base a hongos micorrizógenos posibilita la exploración de un mayor volumen de suelo permitiendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes, principalmente aquellos de baja movilidad como el fósforo, cobre y zinc, y una mayor absorción de agua en periodos de deficiencia hídrica (Ruiz 2006).

Trabajos de investigación reportan una contribución de la micorrización equivalente a la adición de 20 kg de P/ ha en cultivos menos dependientes de las micorrizas como braquiaria, hasta más de 200 kg de P/ ha para plantas altamente dependiente como estilozantes (Ruiz 2006).

2.2 Importancia de plantas ornamentales.

En pocas palabras las plantas ornamentales son todas aquellas plantas que el hombre ha tomado de la naturaleza para decorar un lugar, espacio o rincón, ya sea en su casa, en un edificio o al aire libre (Exportadora R&S Ornamentales S.A. 2006).

Las plantas ornamentales embellecen un lugar y le dan color, forma y armonización con el medio (Exportadora R&S Ornamentales S.A. 2006).

Con el afán de buscar un mayor provecho de ellas, el hombre las comercializa o les da forma y estructura de acuerdo a la necesidad del lugar en que se desea utilizar, además de tener que reproducirlas por miles para poder llevarlas a un mercado muy grande de consumidores alrededor del mundo (Exportadora R&S Ornamentales S.A. 2006).

La zona de los trópicos es el punto donde se encuentra la más numerosa cantidad de especies vegetales, ya sean ornamentales o de interés utilitario. Muchas de ellas son extrañas o desconocidas en Europa (Devlin 1976).

Con el desarrollo de los modernos sistemas de transporte llegan hoy en día al trópico, una cantidad considerable de plantas y frutos (Lotschert 1982).

2.2.1 Características climáticas de las especies:

2.2.1.1 *Dracaena Warneckii lemon line*

Familia: Liliáceas.

Temperatura Promedio: 26-30°C.

Humedad Relativa: 70-90 %.

Altitud: 0 a 900 m.s.n.m.



Figura 1. Planta de *Warneckii lemon line*

2.2.1.2 *Cordyline glauca*

Familia: Liliáceas.

Temperatura Promedio: 26-30°C.

Humedad Relativa: 70-90 %.

Altitud: 0 a 900 m.s.n.m.



Figura 2. Planta de *Cordyline glauca*

2.2.1.3 *Cthenanthe lubbersii*

Familia: Marantáceas.

Temperatura Promedio: 23-25°C.

Humedad Relativa: 70-90 %.

Altitud: 0 a 900 m.s.n.m.



Figura 3. Planta de *Cthenanthe lubbersii*

2.3 Enraizadores:

La capacidad de muchas plantas para formar raíces en estacas colocadas en condiciones favorables de crecimiento, tiene un gran valor en la propagación de las plantas (Beaulieu 1973).

La importancia del medio de enraizamiento se reconoce desde hace muchos años. En general, un sustrato apropiado es aquel con un volumen óptimo de espacios de aire, una tasa de difusión de oxígeno adecuada para las necesidades de respiración y una capacidad adecuada de retención de humedad (Mesén 1997).

La parte que se corta de una planta madre con fines propagación, se denomina estaca (Weaver 1976).

2.3.1 Desarrollo anatómico de las raíces.

La mayoría de las raíces adventicias de estacas de tallos de plantas herbáceas, proceden de grupos de células parenquimáticas vivas, de paredes delgadas, capaces de tornarse meristemáticas, esas células se encuentran precisamente fuera de los haces vasculares y entre ellos (Beaulieu 1973).

2.4 Reguladores de crecimiento.

El crecimiento de una célula vegetal implica no solamente una construcción de materia viva, sino también una organización en el tiempo y en el espacio de esta construcción. Las distintas partes de un organismo vegetal se desarrollan de una manera perfectamente coordinada; su crecimiento y su diferenciación dependen no solamente de la presencia de factores nutritivos, sino igualmente de ciertas sustancias orgánicas, presentes en muy débiles cantidades, capaces de modificar cuantitativamente el crecimiento y la diferenciación de las células vegetales. Se han

dado varios nombres a estas sustancias (sustancias de crecimiento, fitohormonas, hormonas de crecimiento), sin que estos variados términos hayan sido aún preferidos y utilizados a conciencia (Guern 1973).

El término auxina (del griego *auxein*, incrementar) fue utilizado por Fritz Went, éste demostró en la década de 1930, que la administración de auxinas promueve la elongación de secciones escindidas de raíces o aun de raíces intactas de muchas especies, pero sólo en concentraciones bajas, dependiendo de la edad y la especie de las raíces. La suposición es que las células radicales suelen contener auxina suficiente o casi suficiente para la elongación normal (Salisbury 1992).

La utilización de auxinas para que una raíz se forme es necesaria, aunque no es la única sustancia que interviene en este fenómeno (Weaver 1976).

Las auxinas juegan un papel primordial en el fenómeno de la división celular (Beaulieu 1973).

La división celular es una operación extremadamente compleja. Exige en efecto el traspaso íntegro de la información contenida en la célula madre a cada una de las dos células hijas, como la conservación de los elementos que figuran en la célula: protoplastos, mitocondrias, ribosomas, etc (Morel 1976).

Las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices en crecimiento, es decir, en la punta del coleóptilo, en las yemas y en los ápices en crecimiento de hojas y de las raíces (Devlin 1976).

Weaver (1976), señala que el empleo de la auxina y de las sustancias que tienen una acción análoga, así como la elección de tales sustancias, podría hacerse con más precisión, y por lo tanto con más éxito, si el mecanismo de las rizogénesis fuera conocido.

Uno de los efectos de las auxinas que más se ha investigado es la facilitación de la elongación de secciones de coleóptilos de avena y maíz y de tallos de algunas dicotiledóneas. En estos y otros sistemas de prueba, a los investigadores les ha interesado la rapidez con que una auxina (u otra hormona para otro sistema), podría ocasionar alguna respuesta detectable, ya que cuanto más temprana sea la respuesta tanto más probabilidades hay de que se relacione con el efecto primario de la hormona (Salisbury 1992).

Entre las muy numerosas sustancias auxínicas de síntesis experimentadas hasta hoy, tres han tomado gran importancia por lo que concierne al enraizamiento (Morel 1976):

- a) El Ácido β indolacético (AIA)
- b) El Ácido β indolbutírico (AIB)
- c) El Ácido naftalenacético (ANA)

El AIA es muy activo, pero en la práctica presenta dos inconvenientes: su molécula se destruye fácilmente por oxidación y es poco estable. Es relativamente soluble y su molécula se descompone rápidamente en los tejidos de la planta (Weaver 1976).

El AIB es más estable y menos soluble. Su molécula se absorbe más lentamente en los diferentes tejidos de la planta y por eso queda más tiempo en el punto de su aplicación. Su acción es más localizada (Weaver 1976).

El AIB se utiliza para causar la formación de raíces aun más a menudo que NAA (Auxina sintética), o cualquier otra auxina. El AIB es activo pese a que se metaboliza con rapidez a IBA-aspartato y al menos otro compuesto conjugado como un péptido (Wiesman *et al.* 1989, citado por Salisbury 1992).

El ANA tiene las mismas observaciones que el AIB. No obstante es de un empleo más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es muy pequeño (Beaulieu 1973).

Es importante recalcar que los reguladores de crecimiento, tales como las auxinas, giberelinas, citoquininas y otras sustancias de ocurrencia natural como el etileno, han demostrado que algunos compuestos fenólicos sintetizados en las hojas, interactúan con las auxinas para inducir la iniciación de las raíces (Vastey 1962, citado por Díaz 1991). Las diferencias de enraizamiento se deben a una distribución desigual de la auxina y de las reservas nutritivas en las diferentes partes de la planta.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio.

El estudio se realizó en la empresa ORNATICO M&F S.A., propiedad de Don Edgar Monge, ubicada en el distrito de Pavones, cantón Turrialba, el cual se encuentra a 800 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 26°C, precipitación anual promedio de 3200 mm, radiación solar de 15,5 MJ/m² promedio anual y humedad relativa de 88,9% promedio anual.

3.2 Material experimental.

Para el estudio se utilizó:

- a. tips (plantas) de las variedades *Cordyline glauca* (Liliaceae), *Warneckii lemon line* (Liliaceae), *Cthenanthe lubberssii* (Maranthaceae).



Figura 4. Vista general de las plantas que se utilizaron en el proyecto. Turrialba, 2005.

b. Micorrizas (Ecomic ®), producto a base de *Glomus fasciculatum*.



Figura 5. Biofertilizante a base de hongos micorrizógenos (EcoMic ®).

c. El regulador (AIB), producto a base de Acido Indol Butírico.



Figura 6. Acido Indolbutírico (AIB), utilizado por ORNATICO M&F S.A. como hormona de crecimiento. Turrialba, 2005.

d. Adherente, coadyuvante no iónico a base de Nonil Fenol Polioxietilenado distribuido por Agrícola Piscis.



Figura 7. Adherente (Agrex ABC 50 SL), Nonil Fenol Polioxietilenado, coadyuvante no iónico.

3.3 Evaluación de dosis (Tratamientos)

Se realizó un estudio comparativo para evaluar el testigo comercial de la finca: Acido Indol Butírico (AIB, 2000 ppm) disuelto en alcohol (70%) contra distintas dosis decrecientes de micorrizas (*Glomus fasciculatum*).

Los tratamientos se aplicaron en la base de los tallos (tips) de las distintas plantas ornamentales por espacio de un segundo.

Los tratamientos empleados se detallan a continuación:

Tratamientos		Dosificación	Detalle de figura
1	Dosis 100%	1 kg de EcoMic® en 0,8 litros de agua	Figura 8.1
2	Dosis 75%	1 kg de EcoMic® en 1 litro de agua	Figura 8.2
3	Dosis 50%	1 kg de EcoMic® en 1,2 litros de agua	Figura 8.3
4	Dosis 25%	1 kg de EcoMic® en 1,4 litros de agua	Figura 8.4
5	Dosis 100% + Adherente	1 kg de EcoMic® en 0,8 litros de agua + (Agrex ABC 50 SL) 2ml/l de agua	Figura 8.5
6	Dosis 75% + Adherente	1 kg de EcoMic® en 1 litro de agua + (Agrex ABC 50 SL) 2ml/l de agua	Figura 8.6
7	Dosis 50% + Adherente	1 kg de EcoMic® en 1,2 litros de agua + (Agrex ABC 50 SL) 2ml/l de agua	Figura 8.7
8	Dosis 25% + Adherente	1 kg de EcoMic® en 1,4 litros de agua + (Agrex ABC 50 SL) 2ml/l de agua	Figura 8.8
Dosis AIB			
9	Testigo Comercial	2 g de AIB en 1 litro de Alcohol al 70%	Figura 8.9

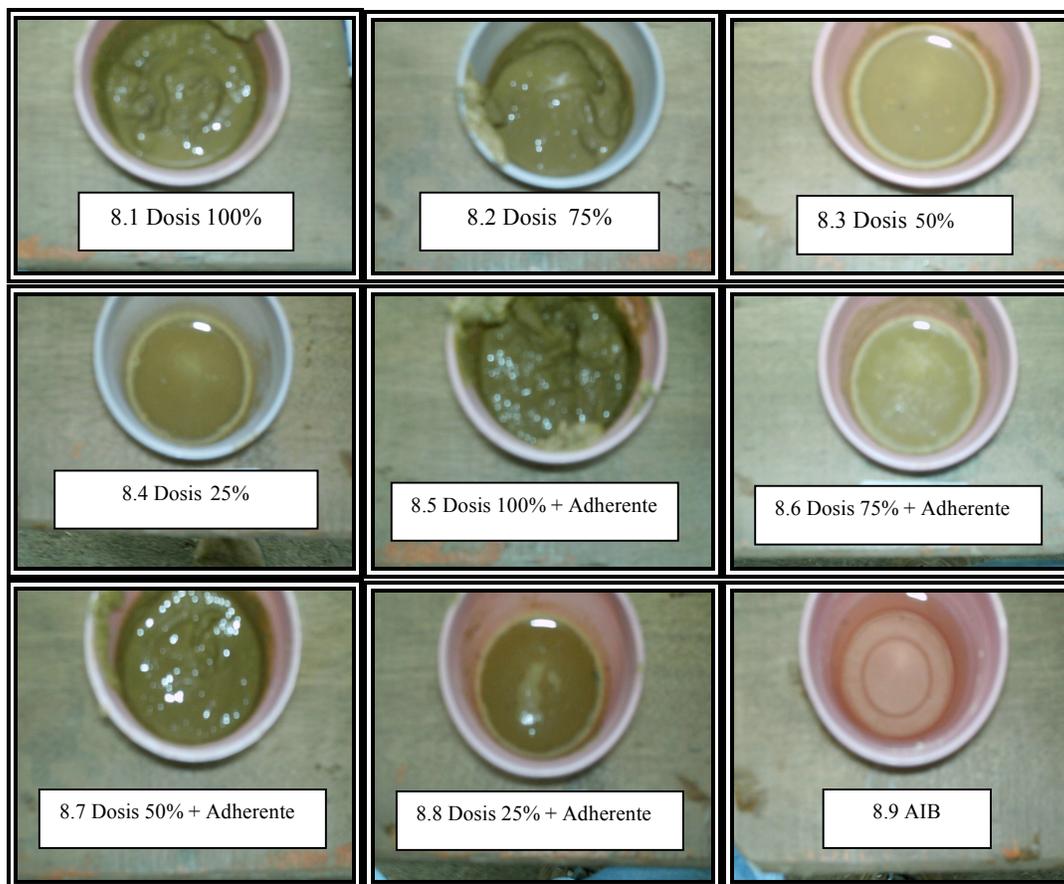


Figura 8. Vista de las diluciones de los tratamientos utilizados para el enraizamiento de las plantas ornamentales. Turrialba, 2005.

Es importante considerar que la dosis recomendada en la etiqueta del producto EcoMic® es de 1 kilogramo disuelto en 700 ml de agua.

Sin embargo, en esta investigación se utilizó como punto de partida para las diluciones decrecientes, 1 kilogramo disuelto en 800 ml de agua, esto debido a que la experiencia de la empresa ORNATICO M&F S.A., en el empleo de este producto ha sido el diluir más sin perder la capacidad de adherencia del mismo a los tips.

3.4 Definición de la población y muestra

Por cada ensayo o repetición se emplearon 900 plantas de cada variedad ornamental, para un total de 3600 plantas por variedad.

Se tomó una muestra representativa de 30 plantas por tratamiento.

3.5 Definición del diseño experimental y número de repeticiones

Se realizó un diseño irrestricto al azar, el cual fue el mismo para cada variedad ornamental. En total fueron 900 unidades experimentales en cada ensayo. Se consideraron cuatro repeticiones, éstas se ubicaron en el tiempo con un intervalo de un mes entre el establecimiento de una y la otra, donde la toma de datos se realizó a los 21, 28 y 35 días después de establecidas las plantas en el sustrato.

3.6 Variables evaluadas

- Biomasa de raíces (peso seco): llamado también determinación de materia seca, la cual se realizó solo en 3 ensayos para *Cordyline glauca* y *Warneckii lemon line* y en 2 ensayos para la variedad *Cthenanthe lubbersii*.
- Cantidad promedio de raíces: número de raíces presentes en el tip a los 21, 28 y 35 días después de la siembra. Se realizó una transformación de los datos $(\sqrt{x+1})$.
- Largo promedio de raíces: longitud de cada raíz en centímetros presentes en el tip a los 21, 28 y 35 días después de la siembra. Se realizó una transformación de los datos $(\sqrt{x+1})$.
- Número de Brotes: cantidad de posibles raíces, también llamadas “calas” presentes en el tip a los 8, 16 y 24 días después de la siembra. Se realizó una transformación de los datos $(\sqrt{x+1})$.
- Porcentaje final de EcoMic® y AIB consumido: se refiere al porcentaje promedio que se utilizó de los productos.

3.7 Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science). Para determinar diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza, y una prueba de Tukey al 5% para comparar las diferencias de medias entre ellos. Al obtenerse en los muestreos parámetros de cero (0), se realizaron transformaciones de los datos $(\sqrt{x+1})$.

3.8 Consumo.

Como un análisis adicional se determinó el consumo de EcoMic® y AIB. Este se refiere a la cantidad promedio de EcoMic® y AIB utilizado durante las evaluaciones.

Esta variable fue evaluada en la segunda, tercera y cuarta siembra (en la primer siembra no se realizó debido a que hasta el segundo ensayo se decidió calcular este parámetro).

3.8.1 Plantas inoculadas por kg de producto

Se refiere a la cantidad de plantas que la solución podría inocular por kg en base a la dilución que se utilizó, para la determinación de esta cantidad se utilizaron parámetros matemáticos en base a proporciones (100 plantas: cantidad de producto Ecomic® consumido:: cantidad de plantas por kg: 1 kg de Ecomic®).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Este trabajo se llevó a cabo bajo las mismas condiciones, tanto en espacio, como en tiempo, ya que a pesar que se estableció en meses diferentes, las condiciones climáticas fueron muy estables, siendo el periodo entre abril y julio meses con un clima constante, con pocas lluvias (Anexo 1).

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las variables evaluadas en las especies *Cordyline glauca*, *Warneckii lemon line* y *Cthenanthe lubbersii*.

4.1 *Cordyline glauca*

El análisis de varianza fue significativo para todas las variables en estudio (Anexo 2).

El tratamiento EcoMic® 25% es el tratamiento económicamente más rentable en cuanto a cantidad de raíces producidas (1,69 raíces), ya que no difiere estadísticamente del tratamiento comercial AIB (1,83 raíces). Asimismo, al evaluar el costo por cantidad de tips inoculados (1 000 000 tips) este tratamiento podría con el mismo costo de el AIB (\$300/kg), inocular un numero mayor de plantas (1 903 553 tips) (Cuadro 7).

El tratamiento EcoMic® 75% + Adherente es el que presenta una mayor cantidad de biomasa (2,76 g de materia seca), el cual se encuentra sobre el testigo comercial (2,53 g de materia seca).

Por otro lado la dosis EcoMic® 100% (la que se considera cercana a la dosis recomendada en la etiqueta del producto), tanto en cantidad de raíces como número de brotes y materia seca no difiere del AIB, no obstante en el largo de raíces sí mostró una diferencia de 0,27 cm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y materia seca de la variedad *Cordyline glauca*. Turrialba, 2005. Datos transformados: ($\sqrt{x+1}$).

Tratamiento	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)	Materia Seca (g)
EcoMic® 25%	1,39 a	1,14 a	1,55 ab	2,67 bc
EcoMic® 50%	1,54 abcd	1,23 ab	1,79 e	2,62 abc
EcoMic® 75%	1,40 ab	1,21 ab	1,74 de	2,50 a
EcoMic® 100%	1,51 abc	1,32 b	1,71 cde	2,54 ab
EcoMic® 100% Adh	1,68 de	1,56 d	1,56 ab	2,53 ab
EcoMic® 25% Adh	1,54 bcd	1,44 c	1,58 ab	2,76 c
EcoMic® 50% Adh	1,65 cde	1,50 cd	1,59 abc	2,70 c
EcoMic® 75% Adh	1,72 e	1,47 cd	1,53 a	2,76 c
AIB	1,63 cde	1,57 d	1,66 bcd	2,53 ab

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

El mes de Mayo en la zona de Turrialba es un mes donde la precipitación siempre es mayor que los demás meses, tal y como ocurrió en 2005. La mayor cantidad de raíces se produjeron en mayo; por lo tanto se podría decir que es un mes apto para la acción del hongo micorrizógeno. El mes de julio fue propicio para la producción de raíces y posiblemente el establecimiento de la simbiosis micorrízica, ya que al haber menos luz ($16,5 \text{ MJ/m}^2$) y mayor humedad ($88,7 \text{ mm}$) favorece el desarrollo y germinación tanto de las esporas como de las hifas del hongo (Anexo 2), no obstante estos no estaban expuestos a la luz directa ya que en la finca se cuenta con un sarán para proteger las plantas de los rayos directos del sol, además los tips estaban dentro de un sustrato de aserrín que también protege a las raíces de la exposición directa de los rayos solares.

A pesar que fueron ensayos diferentes hay que recordar que el sustrato (aserrín) utilizado en ORNATICO M&F S.A., se mantiene expuesto al sol y la lluvia por lo que al utilizarse siempre se mantiene húmedo, propiciando un ambiente bastante favorable para el enraizamiento (Cuadro 2). Hay que tener claro que el

aserrín tiene un proceso de lavado profundo con agua, donde se elimina cualquier tipo de sustancia toxica.

Cuadro 2. Cantidad de raíces, largo de raíces y número de brotes de raíz de la variedad *Cordyline glauca* a través del tiempo. Turrialba, 2005. Datos transformados: $(\sqrt{x}+1)$.

Ensayo	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)
Abril	1,54 ab	1,35 ab	1,66 a
Mayo	1,60 b	1,41 bc	1,52 a
Junio	1,51 a	1,44 c	1,76 c
Julio	1,59 ab	1,33 a	1,76 c

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

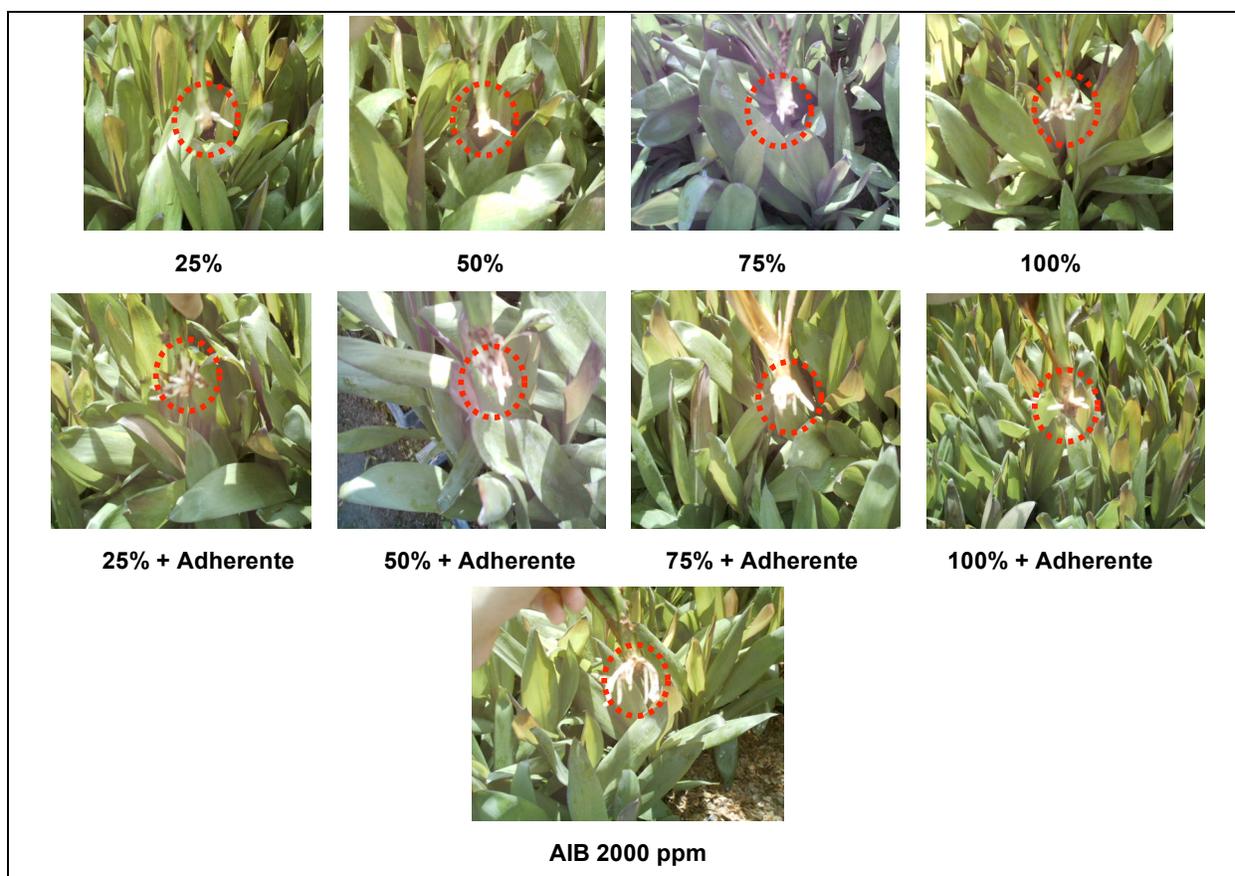


Figura 9. Efecto de enraizamiento en la variedad *Cordyline glauca*, a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005 (ver detalle dentro del circulo).

El efecto de la mayoría de productos que funcionan como reguladores de crecimiento u hormonas de crecimiento, son productores de mayor cantidad de raíces ya que actúan al nivel de los tejidos profundos, el periciclo y provoca una aceleración de la iniciación de los meristemos radiculares (Weaver, 1976). Tomando en cuenta que las auxinas y las micorrizas pueden actuar para favorecer una mayor producción de raíces, la cantidad de raíces de cada tratamiento es visualmente similar comparando el AIB con todos los demás tratamientos (Figura 9).

En esta variedad, se puede comparar con el AIB la dosificación de EcoMic® 75% + Adherente, mostrando para las variables cantidad, longitud y materia seca de las raíces, datos similares al testigo comercial, en este caso el AIB (Anexo 5).

4.2 *Warneckii lemon line*

El análisis de varianza para esta variedad fue significativo para cada una de las variables a evaluar (Anexo 2).

La dosis de mayor rendimiento en cuanto a materia seca es EcoMic® 75% + Adherente (2,83 g de materia seca) la cual difiere en pocos gramos respecto al AIB (2,73 g de materia seca).

Para las variables cantidad de raíces y materia seca el tratamiento económicamente más rentable que en promedio obtuvo rendimientos similares al testigo comercial fue EcoMic® 25% ($p < 0,05$).

El AIB no varía con respecto a la dosificación EcoMic® 100% (dosis aproximada a la recomendada) por lo que a pesar de ser una dosis similar a la que se encuentra en la etiqueta del producto las diferencias tanto en largo de raíces como en materia seca son mínimas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y materia seca de la variedad *Warneckii lemon line*. Turrialba, 2005. Datos transformados: ($\sqrt{x+1}$).

Tratamiento	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)	Materia Seca (g)
EcoMic® 25%	1,69 bc	1,35 a	1,78 c	2,58 a
EcoMic® 50%	1,55 ab	1,43 ab	1,61 ab	2,60 a
EcoMic® 75%	1,60 ab	1,49 b	1,57 ab	2,72 b
EcoMic® 100%	1,63 ab	1,51 b	1,55 a	2,76 bc
EcoMic® 100% Adh	1,58 ab	1,50 b	1,58 ab	2,78 bc
EcoMic® 25% Adh	1,56 ab	1,43 ab	1,62 ab	2,90 d
EcoMic® 50% Adh	1,54 a	1,42 ab	1,63 ab	2,70 b
EcoMic® 75% Adh	1,63 ab	1,48 b	1,65 ab	2,83 cd
AIB	1,83 c	1,52 b	1,69 bc	2,73 bc

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

Al igual que en la variedad *Cordyline glauca*, la variedad *Warneckii lemon line* también pudo verse afectada favorablemente en el mes de mayo por la precipitación ya que tanto en cantidad como en longitud de raíces se mostró un mayor crecimiento. Esto debido a que, por consecuencia de la disminución de la radiación solar ($15,5 \text{ MJ/m}^2$) y la alta precipitación que se presentó (290,9 mm) en el mes de abril, propiciaron que el hongo tuviera una alta tasa de establecimiento simbiótico, no así en los meses de junio y julio donde la cantidad disminuyó con respecto a los meses anteriores.

Cuadro 4. Cantidad de raíces, largo de raíces y número de brotes de raíz de la variedad *Warneckii lemon line* a través del tiempo. Turrialba, 2005. Datos transformados: ($\sqrt{x+1}$).

Mes	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)
Abril	1,71 b	1,42 b	1,61 b
Mayo	1,73 b	1,62 c	1,43 a
Junio	1,54 a	1,45 b	1,71 c
Julio	1,51 a	1,35 a	1,76 c

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

En el Anexo 6 se observa que la dosificación EcoMic® 75% + Adherente tanto en cantidad, longitud de raíces y materia seca presentan valores similares al AIB. Las restantes dosis no difieren en cuanto a la biomasa de raíces, pero estadísticamente si hay diferencias entre los tratamientos (Figura 10).

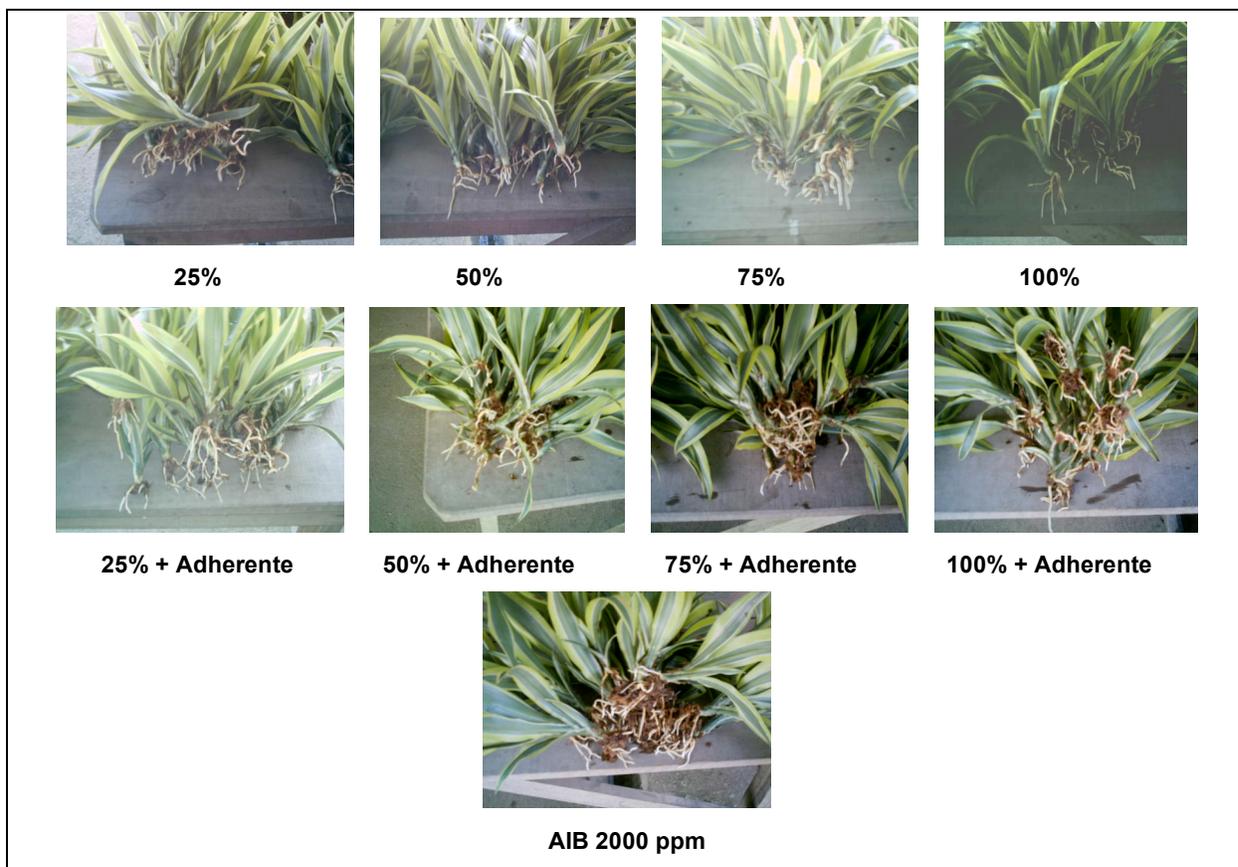


Figura 10. Efecto de enraizamiento en la variedad *Warneckii lemon line*, a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005.

4.3 *Cthenanthe lubberssii*

Para el caso de *Cthenanthe lubberssii*, se presentan resultados similares a las anteriores variedades; para todas las variables (cantidad, longitud, número de brotes y materia seca de las raíces), el análisis de varianza reportó que para cada una de las variables hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En esta variedad, el tratamiento EcoMic® 100% (dosificación cercana a la recomendada) se asemeja a la dosificación a base de AIB, por lo que las respuestas para las variables en estudio no difieren al emplear EcoMic® 100% o AIB.

El tratamiento EcoMic® 75% + Adherente presentó mayor cantidad de materia seca (2,76 g), sobre los 2,53 g de materia seca en el testigo comercial, por tanto el

emplear EcoMic® 75% + Adherente es una alternativa si se desea tener rendimientos superiores al AIB. (Cuadro 5).

El EcoMic® 25% + Adherente, es la dosificación que económicamente podría ser rentable, debido a que, con ella se obtendría mayor cantidad de plantas a inocular con \$300 (279 330 tips), pero no lograría alcanzar el rendimiento que posee el AIB con esa misma cantidad de dinero (1 000 000 tips) (Cuadro 7).

Cuadro 5. Cantidad de raíces, largo de raíces, número de brotes de raíz y Materia seca de la variedad *Cthenanthe lubbersii*. Turrialba, 2005. Datos transformados: ($\sqrt{x+1}$).

Tratamiento	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)	Materia seca (g)
EcoMic® 25%	1,51 a	1,29 a	1,55 c	2,67 bc
EcoMic® 50%	1,43 a	1,41 ab	1,45 bc	2,62 abc
EcoMic® 75%	1,49 a	1,48 b	1,40 ab	2,50 a
EcoMic® 100%	1,44 a	1,45 b	1,36 ab	2,54 ab
EcoMic® 100% Adh	1,45 a	1,48 b	1,28 a	2,53 ab
EcoMic® 25% Adh	1,43 a	1,41 ab	1,36 ab	2,76 c
EcoMic® 50% Adh	1,43 a	1,41 ab	1,38 ab	2,70 c
EcoMic® 75% Adh	1,47 a	1,47 b	1,41 b	2,76 c
AIB	1,55 a	1,51 b	1,35 ab	2,53 ab

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

En el 2005 el mes de mayo fue un mes lluvioso; esto favorece la humedad en el sustrato utilizado en el enraizamiento de los tips, por lo cual se podría decir que debido a lo anterior, los meses subsiguientes de junio y julio presentaron una mayor producción de raíces, comportamiento que se podría relacionar con lo que mencionan Daniels y Trappe (1980), citado por Rivera (2003) que anunciaron que el contenido de agua por encima de la capacidad de campo favoreció la germinación de esporas de hongos micorrizógenos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cantidad de raíces, largo de raíces y número de brotes de raíz de la variedad *Cthenanthe lubberssii* a lo largo del tiempo. Turrialba, 2005. Datos transformados: ($\sqrt{x+1}$).

Ensayo	Cantidad (número)	Largo (cm)	Brotes (número)
Abril	1,35 a	1,37 a	1,48 b
Mayo	1,38 a	1,36 a	1,18 a
Junio	1,61 ab	1,52 b	1,43 b
Julio	1,53 ab	1,49 b	1,48 b

*Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según Tukey.

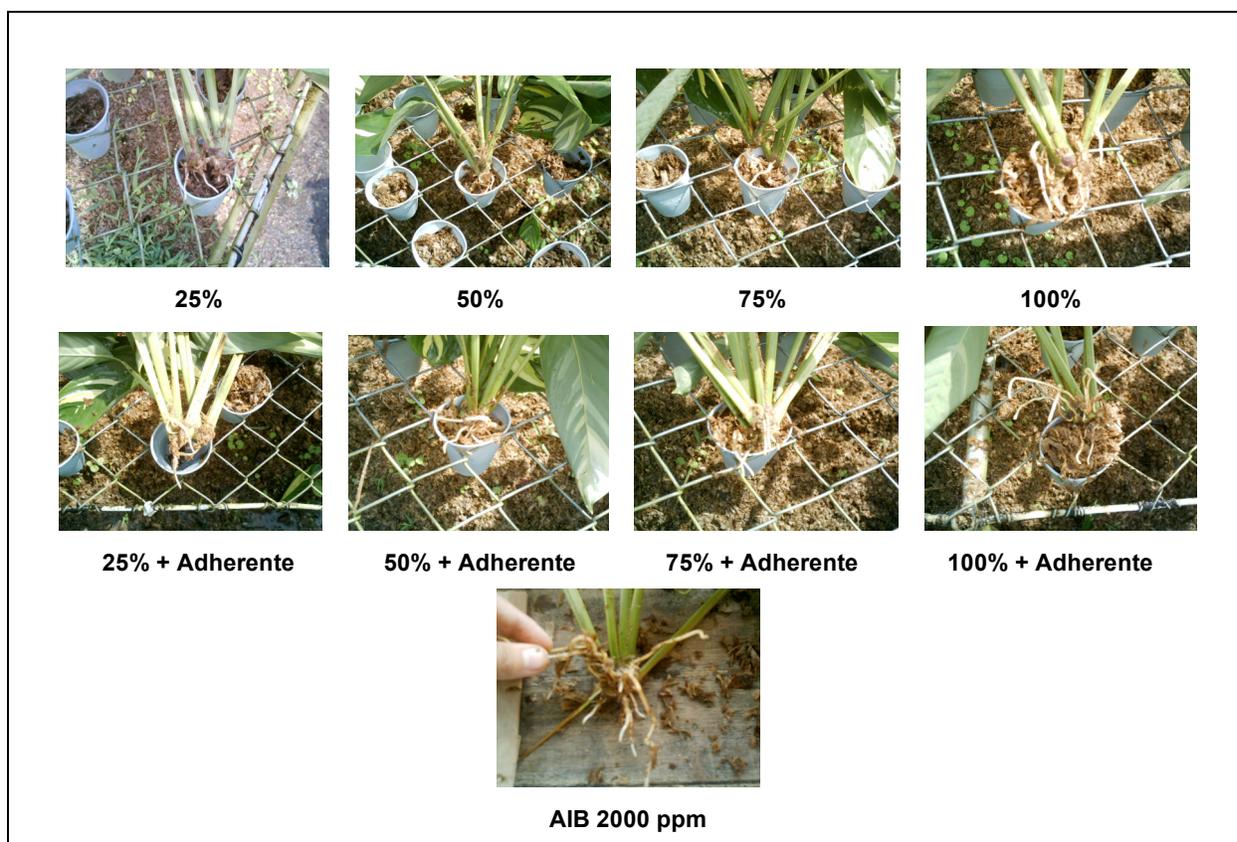


Figura 11. Efecto del enraizamiento en la variedad *Cthenanthe lubberssii*, a las 4 semanas de sembradas. Turrialba, 2005.

Para el tiempo de enraizamiento de las variedades no se encontraron diferencias en los días a exportación entre los distintos tratamientos y ensayos; La variedad *Cthenanthe lubberssii*, presenta raíces vigorosas y largas, las cuales se

evaluaron a las 4 semanas (28 días), logrando eventualmente disminuir su estadía en el enraizador, pero este efecto se da debido a que el ciclo es más corto que las otras dos variedades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tiempo de extracción de los tips según los tratamientos. Turrialba, 2005.

Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
<i>Cordyline glauca</i>				
	Tiempo de salida de los tips a exportación (días)			
EcoMic® 100%	35	34	35	35
EcoMic® 75%	35	34	35	35
EcoMic® 50%	35	34	35	35
EcoMic® 25%	35	34	35	35
EcoMic® 100%+ Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 75% + Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 50% + Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 25% + Adh.	35	34	35	35
AIB	35	34	35	35
<i>Warneckii lemon line</i>				
EcoMic® 100%	35	34	35	35
EcoMic® 75%	35	34	35	35
EcoMic® 50%	35	34	35	35
EcoMic® 25%	35	34	35	35
EcoMic® 100%+ Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 75% + Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 50% + Adh.	35	34	35	35
EcoMic® 25% + Adh.	35	34	35	35
AIB	35	34	35	35
<i>Cthenanthe lubberssii</i>				
EcoMic® 100%	28	28	29	28
EcoMic® 75%	28	28	29	28
EcoMic® 50%	28	28	29	28
EcoMic® 25%	28	28	29	28
EcoMic® 100%+ Adh.	28	28	29	28
EcoMic® 75% + Adh.	28	28	29	28
EcoMic® 50% + Adh.	28	28	29	28
EcoMic® 25% + Adh.	28	28	29	28
AIB	28	28	29	28
Fuente: ORNATICO M&F S.A.				

En cuanto a producción de raíces, la dosis de 75% + Adherente (1,47 raíces) y la de AIB (1,55 raíces) presentaron comportamiento similar para *Cthenanthe lubberssii* así como en *Cordyline glauca* y *Warneckii lemon line* (Anexo 7).

En general el efecto de las dosis de micorrizas utilizadas en las tres variedades de plantas ornamentales respecto al enraizamiento, cantidad, longitud y biomasa es similar al de la Auxina AIB (Testigo comercial), sin embargo la dosificación de EcoMic® 75% + Adherente es la que mostró rendimientos superiores o al menos similares.

Para la variedad *Cordyline glauca* el emplear la dosis de EcoMic® 25% resulta mas rentable (Cuadro 8), ya que las diferencias en la variables cantidad, longitud de raíces y materia seca en este ensayo fueron mayores con respecto al AIB (Cuadro 1).

Cuadro 8. Gasto promedio de EcoMic® y porcentaje de gasto por cada siembra. Turrialba, 2005.

Tratamientos	Cantidad de Producto (g)	Consumo de EcoMic® (gramos)				Consumo final de EcoMic® (%)	Plantas inoculadas por kg de producto.	Cantidad de plantas inoculadas con \$300
		2 Siembra	3 Siembra	4 Siembra	Promedio			
<i>Cordyline glauca</i>								
EcoMic® 100%	50,00	16,84	10,25	6,69	11,26	33,67	8.881	222.025
EcoMic® 75%	37,50	5,86	5,43	5,28	5,52	15,62	18.105	452.625
EcoMic® 50%	25,00	1,35	0,62	1,27	1,08	5,42	92.593	2.314.815
EcoMic® 25%	12,50	2,45	0,59	0,90	1,31	19,57	76.142	1.903.553
EcoMic® 100%+ Adh.	50,00	9,47	12,54	2,35	8,12	18,95	12.315	307.882
EcoMic® 75% + Adh.	37,50	4,73	2,33	5,01	4,02	12,62	24.855	621.375
EcoMic® 50% + Adh.	25,00	3,08	4,44	5,42	4,31	12,31	23.184	579.598
EcoMic® 25% + Adh.	12,50	2,41	0,94	1,54	1,63	19,29	61.350	1.533.742
AIB	20,00	4,35	4,08	3,25	3,89	21,75	25.685	642.123
Promedio					Promedio %	17,69	38.123	953.082
<i>Cthenanthe lubbersii</i>								
EcoMic® 100%	50,00	23,33	14,14	11,51	16,32	46,65	6.127	153.186
EcoMic® 75%	37,50	17,06	14,33	10,64	14,01	45,48	7.138	178.444
EcoMic® 50%	25,00	9,50	12,61	10,69	10,93	38,02	9.149	228.728
EcoMic® 25%	12,50	12,44	11,83	6,81	10,36	99,50	9.653	241.313
EcoMic® 100%+ Adh.	50,00	28,87	9,02	8,29	15,39	57,74	6.498	162.443
EcoMic® 75% + Adh.	37,50	24,96	13,63	16,39	18,33	66,57	5.456	136.388
EcoMic® 50% + Adh.	25,00	15,97	15,80	16,19	15,99	63,89	6.254	156.348
EcoMic® 25% + Adh.	12,50	6,79	12,12	7,93	8,95	54,32	11.173	279.330
AIB	20,00	7,50	9,54	2,42	6,49	37,52	15.408	385.208
Promedio					Promedio %	56,63	8.540	213.488
<i>Warneckii lemon line</i>								
EcoMic® 100%	50,00	41,20	56,31	61,52	53,01	82,40	1.886	47.161
EcoMic® 75%	37,50	18,26	30,24	24,49	24,33	48,70	4.110	102.754
EcoMic® 50%	25,00	8,29	22,57	12,50	14,46	33,17	6.916	172.891
EcoMic® 25%	12,50	7,59	18,37	9,82	11,93	60,69	8.382	209.556
EcoMic® 100%+ Adh.	50,00	27,04	26,38	32,48	28,63	54,08	3.493	87.321
EcoMic® 75% + Adh.	37,50	16,74	29,78	26,99	24,50	44,63	4.082	102.041
EcoMic® 50% + Adh.	25,00	10,23	22,18	12,70	15,03	40,91	6.653	166.334
EcoMic® 25% + Adh.	12,50	7,39	19,27	10,47	12,38	59,10	8.078	201.939
AIB	20,00	20,70	30,25	12,27	21,07	103,52	4.746	118.652
Promedio					Promedio %	58,58	5.372	134.294

La dilución inicial se pesó antes y después de la inoculación. Al hacer la dilución del producto e inocular las 100 plantas que se utilizaron, quedó en los recipientes un sobrante.

Porcentualmente, entre las tres variedades se encontró un rango de consumo de producto que oscila entre los 18% y 59%, siendo la variedad *Cordyline glauca* la que menor cantidad de producto se consumió en el proceso de inoculación (17,69%), y la que en promedio mayor cantidad de plantas inoculó (38 123 plantas). Para

Warneckii lemon line se consumió un 58,58% de producto en promedio de todos los tratamientos, con la cual se podrían inocular en promedio 5 371 plantas.

El tamaño menor en calibre y área foliar, explica el porque en *Cordyline glauca* se consumió menos producto a diferencia de *Warneckii lemon line*, planta que se caracteriza por tener un mayor diámetro en el tip así como área foliar. Lo anterior hace referencia a consumo promedio en 100 tips.

En el mercado las micorrizas (EcoMic®, \$12/kg) tienen un costo menor que el AIB (\$300/kg). Un kg de AIB (2 000 ppm) rinde para humedecer 1 000 000 de plantas¹, con el EcoMic® los rendimientos respectivos a cada tratamiento utilizado se observan en el Cuadro 8, sin embargo el tratamiento que económicamente supera el número de plantas a tratar con el mismo dinero (\$300) fue el de EcoMic® 25% (para la variedad *Cordyline glauca*).

Económicamente, el tratamiento que más se asemeja al AIB (1 000 000 tips/kg) es el tratamiento EcoMic® 25% (1 903 553 tips/kg), esto para la variedad *Cordyline glauca*.

Para *Warneckii lemon line* y *Cthenanthe lubberssii* a pesar que EcoMic® 25% tiene una mayor cantidad de plantas a inocular que los demás tratamientos, estos datos no llegan a compararse con el AIB, por lo que para estas variedades es preferible utilizar el tratamiento EcoMic® 75% + Adherente el cual logra una mayor producción de raíces y materia seca.

¹ Monge, E. 2005. Rendimiento aproximado de plantas por kg de AIB. Turrialba, Ornatico M&F S.A. Comunicación personal.

Las asociaciones micorrízicas desarrollan múltiples funciones entre las que se destacan: un aprovechamiento más eficiente de la zona radical, una mayor resistencia a toxinas, aumento de la tolerancia a condiciones abióticas adversas (sequía, salinidad, etc.), así como cierta protección contra patógenos radicales (Rivera *et al.* 2003). En ORNATICO M&F S.A., junto con la auxina, para la protección de la planta se utiliza el Vitavax 40 WP (Carboxin captan), para efectos del presente estudio las mezclas utilizadas no contenía este fungicida debido a que al ser EcoMic® un hongo, el Vitavax podría causar algún tipo de disminución de la efectividad de las micorrizas.

Al final de la investigación el porcentaje de pérdidas por pudriciones en todos los tratamientos fue menos al 2%. Por tanto el Vitavax no es indispensable ya que el emplear *Glomus fasciculatum* cumple una función protectante como la del fungicida².

Las micorrizas tienen la ventaja sobre la hormona, en que tienen una propiedad protectante llegando a disminuir los insumos con la consecuente eliminación de productos innecesarios.

El uso del Adherente (Agrex ABC 50 SL, nonil fenol polioxietilenado), junto con el Ecomic® en el tip, ayuda a que las plantas inoculadas redujeran la pérdida por goteo mientras se realizaba el transporte desde el lugar de inoculación hasta los potes donde se sembraron. Con la incorporación de este adherente se mostró un aumento en la productividad de raíces (cantidad, longitud de raíces, número brotes y materia seca) en las plantas de las tres variedades (Cuadros 1, 3 y 5), comparado con las plantas en las que no se utilizó el adherente.

² Gadea, P.2005. Efecto Fungistático de las Micorrizas. San Carlos, Alajuela. Comunicación personal.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento se concluye que:

1. El producto EcoMic®, es una alternativa para el enraizamiento de tips en plantas ornamentales de follaje en vivero.
2. Las diferentes dosificaciones de Ecomic® + Adherente, que se realizaron produjeron más cantidad de raíces en comparación con la dosificación de AIB y en las que no se empleo el Adherente (Agrex 50SL).
3. El tratamiento que mejor rendimiento confiere para el enraice de las especies ornamentales en estudio fue la constituida por EcoMic® 75% + Adherente.
4. Para *Cordyline glauca* con \$1 a la dosis de EcoMic® 25% se pueden inocular 6346 plantas más que con el AIB al mismo precio.
5. En el caso de *Cthenanthe lubberssii* y *Warneckii lemon line* ninguna de las dosificaciones supera el 1 000 000 de plantas que se humedecen con el AIB.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar los muestreos en un lapso de tiempo más corto que una semana, esto con el fin de tener un parámetro mucho más exacto del momento en que las plantas comienzan a enraizar.
2. Si se desea sustituir el Vitavax como protectante en plantas ornamentales, se recomienda el uso de micorrizas.
3. Realizar el estudio con otra especie de micorrizas para evaluar si existen efectos similares.
4. Utilizar otro Adherente con el fin de observar una mejor fijación del EcoMic ® en los tips cuando se emplean dosis menores a las recomendadas.
5. Realizar pruebas de colonización micorrízica.

7. LITERATURA CITADA

- Beaulieu, R. 1973. Reguladores de crecimiento. Editorial Vilassar del Mar. Barcelona, España. 230 p.
- Devlin R, 1976. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 517p.
- Díaz, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. Postgrado. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 90 p.
- Exportadora R&S Ornamentales S.A. 2006. Plantas Ornamentales. Consultado el 29 de mayo de 2006. Disponible en:
www.plantasornamentales.com/espanol/plantas_ornamentales.htm.
- Guern, M. 1976. Reguladores de Crecimiento. Editorial Vilassar de Mar. Barcelona, España. 534 p.
- Guerrero, E. 1996. Micorrizas. Recurso Biológico del Suelo. Editorial Fondo FEN. Bogota, Colombia. 208 p.
- Jiménez, J. 1989. Las Micorrizas. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit. 4(7): 25-27.
- Lotschert, W. 1982. Guía de las plantas tropicales. Editorial OMEGA. Barcelona, España. 543 p.
- Mesén, J. 1997. Propagación Vegetativa. Genética y Mejoramiento de Árboles. 36:77-84.
- Morel, G. 1976. Reguladores de Crecimiento. Editorial Oikos-tau S.A. Barcelona, España. 245 p.

- Pedraza, J. 2000. Concurrencia e importancia de las micorrizas en los ecosistemas tropicales. Conferencia presentada en el congreso de especies forestales nativas. (4-5 Abril. Bogotá, Colombia). 100 p.
- Popoff, O. 2006. Las micorrizas, hongos benéficos. Consultado el 29 de mayo de 2006. Disponible en: www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm.
- Rivera, R; Fernández, F; Hernández, A; Martín Triana, J; Fernández, K. 2003. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El caribe. Editorial INCA. La Habana, Cuba. 166 p.
- Rojas, L. 1999. Alternativas económicas y eficientes de fertilización fosfatada. *s.n.t.* 98 p.
- Rowe, H. 1992. Evaluación de la Efectividad de varias poblaciones nativas de Hongos formadores de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA). Editorial Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 73 p.
- Ruiz, D. 2006. Micorrizas. Consultado el 29 de mayo de 2006. Disponible en www.ciatbo.org.
- Salisbury, F. 1992. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamerica, S.A. de CV. Distrito Federal, México. 759 p.
- Weaver, R. 1976. Reguladores de crecimiento de plantas en la agricultura. Editorial Triabas. México DF. 359 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Resumen de datos meteorológicos. Año 2005.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

RESUMEN DE DATOS METEOROLÓGICOS DEL 2005

ESTACIÓN METEOROLÓGICA CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA

VARIABLES	MES												TOTAL	PROM.
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.		
TEMPERATURA (°C)														
Promedio de Máximas	25,1	26,7	30,1	29,0	30,3	30,6	29,3	29,4	30,0	29,6	27,0	28,0	345,1	28,8
Máximas absolutas	29,5	30,9	32,0	31,9	32,2	32,4	32,0	31,9	32,0	31,7	29,6	29,9	376,0	31,3
Promedio de Mínimas	17,2	16,6	18,5	18,6	19,7	19,4	19,0	18,6	19,1	18,9	18,4	16,8	220,9	18,4
Mínimas absolutas	14,6	12,5	15,9	16,4	16,5	18,1	17,1	16,9	16,9	17,3	15,6	13,5	191,3	15,9
Media	19,9	20,5	23,1	22,8	23,6	23,5	23,0	22,6	22,8	22,7	21,4	21,3	267,3	22,3
PRECIPITACIÓN (mm)														
Total mensual	850,0	222,3	4,9	290,9	141,2	255,1	200,1	182,0	263,0	268,6	364,3	117,3	3159,7	263,3
Días con 0.1 mm o mas	27	17	6	14	19	19	22	21	25	27	20	10	227,0	18,9
Máxima en 24 horas	260,3	46,5	2,3	102,0	68,8	40,2	41,3	26,5	51,4	46,5	47,4	56,3	789,5	65,8
RADIACIÓN SOLAR (MJ/m2)														
Promedio diario	9,8	14,2	18,8	15,5	17,2	16,9	16,5	14,8	15,7	16,7	13,2	17,3	186,5	15,5
HUMEDAD RELATIVA (%)														
Promedio mensual	94,1	89,0	85,7	88,2	88,7	88,8	88,7	89,9	89,4	87,7	91,1	86,1	1067,4	88,9
Promedio de Mínimas	76,6	65,3	58,0	63,1	62,9	61,1	62,1	63,1	61,9	60,9	68,9	58,1	762,0	63,5
Mínimas absolutas	55	46	43	39	48	50	48	55	48	53	50	46	581,0	48,4

Latitud 9° 53' Norte.

Longitud 83° 38' Oeste.

Altitud 602 msnm.

Fuente: Alexander Salas Sanabria.
Estación Meteorológica CATIE, Turrialba
Costa Rica.

Anexo 2. Análisis de Varianza para la variedad *Cordyline glauca*, para las variables Cantidad, Largo y Número de Brotes así como materia seca.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: raiz cantidad

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80,178(a)	35	2,291	5,105	,000
Intercept	7900,955	1	7900,955	17605,711	,000
Tratamiento	40,234	8	5,029	11,207	,000
Ensayo	3,972	3	1,324	2,950	,031
Tratamiento * Ensayo	35,972	24	1,499	3,340	,000
Error	1437,866	3204	,449		
Total	9419,000	3240			
Corrected Total	1518,045	3239			

a R Squared = ,053 (Adjusted R Squared = ,042)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz largo

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	97,774(a)	35	2,794	12,558	,000
Intercept	6192,945	1	6192,945	27840,057	,000
Tratamiento	72,744	8	9,093	40,877	,000
Ensayo	6,255	3	2,085	9,372	,000
Tratamiento * Ensayo	18,775	24	,782	3,517	,000
Error	712,721	3204	,222		
Total	7003,440	3240			
Corrected Total	810,495	3239			

a R Squared = ,121 (Adjusted R Squared = ,111)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz brotes

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	133,210(a)	35	3,806	13,943	,000
Intercept	8658,226	1	8658,226	31719,763	,000
Tratamiento	24,690	8	3,086	11,307	,000
Ensayo	25,072	3	8,357	30,617	,000
Tratamiento * Ensayo	83,448	24	3,477	12,738	,000
Error	874,564	3204	,273		
Total	9666,000	3240			
Corrected Total	1007,774	3239			

a R Squared = ,132 (Adjusted R Squared = ,123)

Tests of Between-Subjects Effects**Dependent Variable: MS**

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7,177(a)	17	,422	9,311	,000
Intercept	2123,806	1	2123,806	46839,092	,000
Tratamiento * Ensayo	4,100	8	,513	11,304	,000
Ensayo	,107	1	,107	2,352	,126
Tratamiento	2,925	8	,366	8,064	,000
Error	13,331	294	,045		
Total	2175,584	312			
Corrected Total	20,508	311			

a R Squared = ,350 (Adjusted R Squared = ,312)

Anexo 3. Análisis de Varianza para la variedad *Warneckii lemon line*, para las variables Cantidad, Largo y Número de Brotes así como materia seca.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: raiz cantidad

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	77,184(a)	35	2,205	5,913	,000
Intercept	8526,984	1	8526,984	22865,518	,000
Ensayo * Tratamiento	20,851	24	,869	2,330	,000
Ensayo	32,996	3	10,999	29,493	,000
Tratamiento	23,337	8	2,917	7,822	,000
Error	1194,832	3204	,373		
Total	9799,000	3240			
Corrected Total	1272,016	3239			

a R Squared = ,061 (Adjusted R Squared = ,050)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz largo

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	51,052(a)	35	1,459	6,063	,000
Intercept	6908,419	1	6908,419	28716,041	,000
Ensayo * Tratamiento	12,184	24	,508	2,110	,001
Ensayo	30,441	3	10,147	42,177	,000
Tratamiento	8,428	8	1,053	4,379	,000
Error	770,809	3204	,241		
Total	7730,280	3240			
Corrected Total	821,861	3239			

a R Squared = ,062 (Adjusted R Squared = ,052)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz brotes

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80,162(a)	35	2,290	8,069	,000
Intercept	8616,362	1	8616,362	30354,649	,000
Ensayo * Tratamiento	14,140	24	,589	2,076	,002
Ensayo	51,661	3	17,220	60,666	,000
Tratamiento	14,361	8	1,795	6,324	,000
Error	909,476	3204	,284		
Total	9606,000	3240			
Corrected Total	989,638	3239			

a R Squared = ,081 (Adjusted R Squared = ,071)

Tests of Between-Subjects Effects**Dependent Variable: MS**

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26,925(a)	26	1,036	37,010	,000
Intercept	3498,898	1	3498,898	125048,818	,000
Ensayo * Tratamiento	10,486	16	,655	23,423	,000
Ensayo	12,063	2	6,032	215,569	,000
Tratamiento	4,103	8	,513	18,329	,000
Error	12,339	441	,028		
Total	3548,767	468			
Corrected Total	39,264	467			

a R Squared = ,686 (Adjusted R Squared = ,667)

Anexo 4. Análisis de Varianza para la variedad *Cthenanthe lubberssi*, para las variables Cantidad, Largo y Número de Brotes así como materia seca.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: raiz cantidad

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	57,319(a)	35	1,638	4,224	,000
Intercept	6968,486	1	6968,486	17973,838	,000
Tratamiento * Ensayo	13,220	24	,551	1,421	,084
Ensayo	38,455	3	12,818	33,063	,000
Tratamiento	5,643	8	,705	1,819	,069
Error	1242,196	3204	,388		
Total	8268,000	3240			
Corrected Total	1299,514	3239			

a R Squared = ,044 (Adjusted R Squared = ,034)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz largo

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	38,757(a)	35	1,107	3,321	,000
Intercept	6672,965	1	6672,965	20013,696	,000
Tratamiento * Ensayo	11,201	24	,467	1,400	,093
Ensayo	15,883	3	5,294	15,879	,000
Tratamiento	11,673	8	1,459	4,376	,000
Error	1068,277	3204	,333		
Total	7780,000	3240			
Corrected Total	1107,035	3239			

a R Squared = ,035 (Adjusted R Squared = ,024)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Raiz brotes

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80,951(a)	35	2,313	7,360	,000
Intercept	6283,207	1	6283,207	19994,582	,000
Tratamiento * Ensayo	15,003	24	,625	1,989	,003
Ensayo	49,032	3	16,344	52,010	,000
Tratamiento	16,916	8	2,114	6,729	,000
Error	1006,842	3204	,314		
Total	7371,000	3240			
Corrected Total	1087,793	3239			

a R Squared = ,074 (Adjusted R Squared = ,064)

Tests of Between-Subjects Effects**Dependent Variable: MS**

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7,177(a)	17	,422	9,311	,000
Intercept	2123,806	1	2123,806	46839,092	,000
Tratamiento * Ensayo	4,100	8	,513	11,304	,000
Ensayo	,107	1	,107	2,352	,126
Tratamiento	2,925	8	,366	8,064	,000
Error	13,331	294	,045		
Total	2175,584	312			
Corrected Total	20,508	311			

a R Squared = ,350 (Adjusted R Squared = ,312)

Anexo 5. Cantidad, Longitud, Número de Brotes y Materia seca de las raíces de la variedad *Cordyline glauca*, para 8 dosis de micorrizas y 1 dosis de AIB. Turrialba, 2005.

Anexo 6. Cantidad, Longitud, Número de Brotes y Materia seca de las raíces de la variedad *Warneckii lemon line*, para 8 dosis de micorrizas y 1 dosis de AIB. Turrialba, 2005.

Anexo 7. Cantidad, Longitud, Numero de Brotes y Materia seca de las raíces de la variedad *Cthenanthe lubbersii*, para 8 dosis de micorrizas y 1 dosis de AIB.

9. APÉNDICE.

Información sobre Bioagricultura de Costa Rica S.A. y el biofertilizante Ecomic (Micorrizas)



La empresa Bioagricultura de Costa Rica S.A. tiene sede en San José, Costa Rica y su meta es tener el liderazgo en la región, en la comercialización de insumos y tecnologías para agricultura orgánica y limpia.

Entre sus objetivos se señalan:

- Proteger e incrementar el desarrollo vegetal, utilizando elementos biológicos y que actúen en armonía con el medio ambiente.
- Reducir el uso de insumos externos especialmente el empleo de fertilizantes y plaguicidas químicos con propuestas nacionales o adaptadas a los agroecosistemas de la región.

Uno de los productos que comercializa Bioagricultura S. A. en la región es el Ecomic (biofertilizante sobre la base de Micorrizas).

En enero del 2006 la empresa inauguró una biofábrica con capacidad para producir 20 toneladas de producto. Dicha planta en la actualidad está a plena capacidad productiva y puede proveer un Insumo biológico de alta calidad con estándares de certificación acordes a los aceptados internacionalmente, y con una probada eficiencia en los cultivos donde se ha aplicado.

Información general sobre Ecomic

1. Introducción

Dentro de los biofertilizantes mas conocidos se encuentran las **micorrizas**, que son hongos beneficiosos que pueden incrementar el desarrollo de las raíces hasta en un 200%. Estos hongos penetran y maduran en las raicillas de la mayoría de las especies de plantas produciendo una red que protege y envuelve a las raíces. Normalmente, las micorrizas se encuentran dispersas en el suelo, pero no alcanzan un volumen suficiente para colonizar los cultivos intensivos. Por ello, se requieren inóculos con concentraciones de esporas que potencien la colonización radicular.

Uno de los mas importantes y reconocidos biofertilizantes es el **Ecomic®**, que efectúa una alta colonización de las raíces de los cultivos, debido al efectivo accionar de las esporas y micelios que posee. Es un biofertilizante hecho a base de hongos endomicorrizógenos. Estos hongos al penetrar por las raíces de las plantas, mejoran la nutrición de los cultivos, incrementan el rendimiento, disminuyen los costos,

previenen el desgaste del suelo y promueven cultivos saludables y resistentes a organismos patógenos.

2. Resumen Técnico del Ecomic

- Género: *Glomus fasciculatum*
- Especificaciones: mínimo 20 esporas, y otros propágulos, por gramo de sustrato.
- Garantía de inoculación mínima: 50% de las raíces
- Certificado de insumo orgánico: por BCS Oko Garantie
- Certificado de calidad: por el Instituto Nacional de Ciencias Agrarias, La Habana.
- Fabricado por: Bioagricultura de Costa Rica S.A.
- Presentación: sólida, en bolsas de 1 kg, 5 kg, 20 kg, o a granel.
- Contraindicaciones: No exponer a la luz ultravioleta por periodos largos. Se almacena a temperatura ambiente hasta un año. Se puede aplicar junto con cualquier otro insumo agrícola incluyendo fungicidas.

3. Ventajas y beneficios

Estos hongos, cuando se inoculan, micorrizan a la mayoría de los cultivos, y establecen una simbiosis mutuamente ventajosa que:

- Incrementa notablemente la absorción de diferentes nutrientes del suelo, como son el P, K, N, Cu, Zn, B y otros (especialmente el P).
- Incrementa la toma de agua por las plantas.
- Proporciona protección contra plagas de las raíces.

Esto da lugar a una serie de beneficios para los cultivos y los productores:

- Incrementos en el crecimiento de las plantas y en los rendimientos agrícolas que oscilan entre 20-50%.
- Aumento del aprovechamiento de los fertilizantes, los nutrientes del suelo, y disminución de los costos por la aplicación de fertilizantes.
- Protección del sistema radical contra ciertas enfermedades fúngicas y contra nemátodos, y disminución de costos por aplicación de plaguicidas.
- No degrada los suelos y contribuye a su regeneración.

4. ¿Dónde y cómo se aplica?

El Ecomic, prácticamente se puede utilizar en todos los tipos de sistemas de propagación y siembra, siendo muy eficientes:

- En la producción de posturas de *cafetos, cítricos, frutales, forestales*, mediante la aplicación localizada debajo de las semillas.
- En la fase de adaptación de *Vitroplantas*.
- En los cultivos en que se utiliza la fase de *Semillero*.
- En los bancos de enraizamiento de *Flores*, como claveles, rosas, pompón, y otros *ornamentales*.

- En los cultivos de *Siembra Directa*, utilizando la novedosa *Técnica de Recubrimiento de Semilla*, como arroz, maíz, soya, sorgo, algodón, entre otros.

5. ¿Qué dosis aplicar?

Las dosis varían de acuerdo al cultivo y al estado de desarrollo al momento de la aplicación, pero se pueden hacer las siguientes generalizaciones:

- Mezclado con la tierra en viveros de plantas perennes y ornamentales: 2 – 10 g por planta dependiendo del nivel de desarrollo.
- Ubicado cerca de las raíces de plantas perennes adultas: 10 – 100 g por planta, dependiendo del cultivo y su desarrollo.
- Aplicación a estacas o pseudoestacas: 2 – 5 g por estaca, mezclando el producto con agua y sumergiendo la parte inferior de la estaca en ese lodo.
- Revestimiento de las semillas: 6 – 10% del peso de la semilla a utilizar, dependiendo del tamaño de la misma.
- Mezclado con el sustrato en viveros de hortalizas: 1 - 3 g por alveolo.
- Siembra directa en cultivos establecidos haciendo surcos paralelos a las eras: caña de azúcar, forrajes, etc. a razón de 4 - 6 kg por ha.
- Pastos establecidos: 4 – 5 kg por hectárea, mezclándolo con tierra o arena de río a razón de 10 partes de arena por 1 de Ecomic.

6. Algunos rendimientos obtenidos

El Ecomic se utiliza satisfactoriamente en varios países, incluyendo Cuba, Bolivia, Colombia, México, Venezuela, Costa Rica y España. En Cuba se utiliza desde hace más de 20 años. En Costa Rica se introdujo a principios del 2004. Los resultados en diversos granos en Nicaragua han sido excelentes, permitiendo incrementar las cosechas aún con fuertes sequías.

Los incrementos encontrados sobre el rendimiento y/o crecimiento en algunos de los cultivos en Latinoamérica se resumen a continuación

Cultivo	%
Soya	20-50
Maíz	2-50
Arroz	15-50
Algodón	18-50
Girasol	15-50
Trigo	15-50
Fríjol	36-50
Pastos	33-50
Cafeto (almácigo)	30-170
Papaya (posturas)	20-40
Caña de Azúcar (vitroplantas)	50-75
Plátano (vitroplantas)	20-40
Tomate	15-50

7. Cultivos donde se utiliza actualmente en forma extensiva

País	Cultivos
Colombia	Arroz, café, papaya, yuca, maíz, frijol y pasto
Bolivia (en zona Amazónica)	Soya y trigo
México	Papaya, tomate, chile, trigo, sorgo, maíz
Venezuela	Arroz
Cuba	Arroz, frijol, maíz, yuca, boniato, café (plantaciones y posturas), plátano
Costa Rica	Yuca, forestales (teca, laurel, amarillón), palmito, arroz, pastos, hortalizas, frutas, banano, ornamentales.

8. Resultados de los ensayos en Costa Rica

Los resultados obtenidos por más de 150 agricultores que aplicaron Ecomic en sus cultivos en Costa Rica desde abril del 2004 fueron muy satisfactorios ya que en general lograron experimentar una mayor producción, la utilización de menos fertilizantes y plaguicidas, e incrementar el tamaño de la raíz, lo que repercute directamente en una calidad superior de su cultivo. Muchos productores manifestaron interés en mejorar la salud humana y contribuir a la protección del ambiente.

Asimismo cabe destacar el resultado positivo en especies forestales donde se probó a nivel de vivero: teca, melina, laurel, amarillón.

Es importante destacar que el producto dio los resultados esperados, en muy diversos cultivos y en diferentes tipos de climas, topografías, y suelos, no siendo afectado por estas variables. Los ensayos son particularmente exitosos en suelos de origen volcánico (Andisoles) por la capacidad de las micorrizas de absorber formas de fósforo que usualmente no están disponibles para las plantas (fijadas en las arcillas).

Actualmente hay ensayos importantes en céspedes, pastos, banano, café, piña, plantas medicinales, diversas especies forestales, y otros.

Contacto: Ing Paula Gadea Castro.

Teléfono: (506) 221 6370

Fax: (506) 257 7849

Cel : (506) 836-6357

Email: pgadea@bioagricultura.co.cr

info@bioagricultura.co.cr

www.bioagricultura.co.cr