

CONTENIDO INFORME TÉCNICO
CONSULTORES CALIFICADOS

1. Antecedentes de la propuesta.

Título: “ Consultoría de experto en Micorrizas Arbusculares”

Código: B- 01- 09

Entidad Responsable: Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.

Nombre y Especialidad del Consultor: Eduardo Francisco Furrázola Gómez, Experto en micorrizas y taxonomía de hongos formadores de micorrizas arbusculares.

Lugar de Origen del Consultor: Cuba, Ciudad de la Habana.

Lugar donde se desarrolló la Consultoría: V Región, Quillota.

Fecha de Ejecución: 21 de enero al 15 de febrero de 2002

Proponentes:

Nombre	Institución/ Empresa	Cargo/Actividad	Tipo Productor
Eduardo Salgado Varas	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Profesor	
Madelin Gárciga Otero	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Investigador	
Eugenio López Laport	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Profesor	
Eduardo Gratacós Naranjo	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Profesor Fruticultura	

Problema a resolver.

El estudio de las micorrizas arbusculares y su aplicación en Fruticultura es una línea de investigación y desarrollo de reciente creación en la Universidad Católica de Valparaíso, es por ello que el aporte de un especialista resultaba de vital importancia en la orientación general del tema y en la revisión de técnicas y metodologías de trabajo.

Por otra parte la Facultad de Agronomía de dicha Universidad está desarrollando un proyecto desde en el año 2000, con financiamiento FIA, orientado a introducir en Chile el uso comercial de micorrizas arbusculares en viveros de frutales subtropicales, este proyecto contó en su parte inicial con una prospección de cepas nativas de hongos MA para luego establecer su reproducción, etapa en la cual se encuentra el proyecto. Un complemento importante de este trabajo se refiere a la identificación de géneros y/o especies encontradas, tarea en la cual resultaba esencial la participación de un especialista extranjero ya que Chile no cuenta con personal calificado en el área taxonómica de este grupo de hongos, y los servicios internacionales de identificación resultan muy costosos y menos precisos.

Objetivos de la propuesta.

General:

- Contar con la asesoría de un experto que contribuya a desarrollar la línea de investigación en micorrizas arbusculares y su uso comercial en Chile.

Específicos:

- Analizar y discutir las metodologías de prospección y aislamiento de hongos MA en nuestras condiciones.
- Identificar géneros y/o especies de hongos MA.
- Difundir y promover el uso de las micorrizas arbusculares en el sector educacional y productivo.

2. Antecedentes generales

En los últimos 20 años Cuba ha tenido un desarrollo paulatino en el estudio de las micorrizas arbusculares y su aplicación práctica en la agricultura, lo que sitúa al país en una posición privilegiada a nivel mundial en el desarrollo de este tema, dan cuenta de ello la ejecución de cerca de 200 experimentos de campo en esta área.

Durante este período han sido localizadas en Cuba aproximadamente 102 especies del orden Glomales, dando lugar a la formación del Cepario Cubano de Micorrizas Arbusculares (CCUMA).

El CCUMA radica en el Departamento de Biofertilizantes del Instituto de Ecología y Sistemática perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y su colección actual sobrepasa las 65 especies vivas. El laboratorio del IES cuenta, además de todos los trabajos de descripciones y claves originales, con la colaboración del INVAM (Colección Internacional de Micorrizas Vesículo-Arbusculares) radicada en la Universidad de West Virginia, EE.UU. y una buena colección de ejemplares (mas de 1500) en el herbario HAC. Por otra parte, el CCUMA funge como Laboratorio de Referencia del Laboratorio de Cuarentena del Instituto de Sanidad Vegetal, atendiendo como tal todas las importaciones y exportaciones de hongos micorrizógenos del país, a solicitud del INISAV. Se mantiene también una estrecha colaboración con los herbarios de Glomales de las Universidades de Oregón, Michigan y Harvard, además del New York Botanical Garden y el Banco Europeo de Glomales (BEG). Otras colaboraciones se mantienen con el Dr. Chris Walker del BRIL, U.K., y con la Dra. Gisela Cuenca del IVIC, Venezuela.

El CCUMA mantiene, además, una base de datos en ACCESS actualizada donde se registran entre otras informaciones, las salidas de las diferentes cepas para la producción del biofertilizante en la Planta Reproductora de MicoFert® Certificado (PRMC), de manera que puede conocerse en cualquier momento el origen de cualquier producción. El banco de datos da también acceso a toda la literatura existente a nivel mundial sobre taxonomía de Glomales, al herbario, a las reservas de MicoFert® Original (cepas puras), etc.

El biofertilizante desarrollado por Cuba con el nombre comercial de MicoFert®, se compone de un substrato orgánico-mineral en el cual se han reproducido vegetativamente durante 3 a 6 meses los hongos micorrizógenos seleccionados, asociados a las raicillas de una planta huésped en unión de las microfloras acompañantes de las cepas. Un tipo de MicoFert® consta por lo tanto de un determinado substrato, las raicillas de una especie vegetal particular -el hospedero-, y una cepa del hongo micorrizógeno. Las 14 especies que se han ensayado en la producción del MicoFert® están representadas en el CCUMA.

El grupo de investigadores que ha colaborado en Cuba, parcial o totalmente, en la experimentación con las micorrizas a nivel agrícola o forestal se acerca actualmente a 90. En total, alrededor de 22 instituciones se relacionaron nacionalmente con estos estudios, de las que uno o varios especialistas o técnicos han realizado entrenamientos en técnicas de trabajo en micorrizas, en el Laboratorio de Biofertilizantes.

El análisis de 62 experimentos con diseños diversos (casa de cristal, viveros, o parcelas de campo desde 1 m² hasta 10 ha), realizados durante unos tres años, a partir de 1991 y con la colaboración principal de 7 instituciones cubanas ha permitido conocer la importancia que puede tener para el desarrollo económico de países como Cuba la generalización del empleo de las micorrizas en los planes agrícolas y forestales (Herrera y col., 1996 b).

Los experimentos realizados hasta el momento con 28 especies agrícolas diferentes (en total 56 variedades) y 24 especies forestales, empleando suelos procedentes en total de 34 localidades, y pertenecientes a 12 de los Tipos principales más distribuidos en Cuba, han demostrado que al utilizar MicoFert® se obtienen incrementos netos de los rendimientos que en general sobrepasan el 50 %, con menos del 50 % o ningún fertilizante químico. Los resultados pueden ser aún mejores si además se utilizan otros biofertilizantes como fijadores de nitrógeno simbióticos (*Rhizobium spp.*, en el caso de las leguminosas), o de vida libre (*Azotobacter spp.*, *Azospirillum spp.*, y otros), o microorganismos solubilizadores de fósforos. Entre los resultados obtenidos, 14 correspondieron a experimentos con frutales, 5 a hortalizas, 5 a leguminosas, 8 a gramíneas, 6 a tubérculos y raíces, y 8 a cafetos. Otros dos experimentos con 24 especies forestales de distintas estrategias sucesionales produjeron resultados muy alentadores para los planes de reforestación.

La colaboración internacional del IES se ha extendido hasta el momento en este campo al Centro Internacional de Ecología de Los Andes Tropicales (CIELAT) de la Universidad de Los Andes, en Mérida, Venezuela, al Centro de Ecología del IVIC, en Caracas, Venezuela, al Instituto de Ecología A.C. de Xalapa, Veracruz, México, y a la Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia.

3. Itinerario desarrollado por el Consultor.

Fecha	Ciudad y/o Localidad	Institución/ Empresa	Actividad Programada	Actividad Realizada
21-25 /01/02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Trabajo en laboratorio	Trabajo en laboratorio
28/01/02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Charla	Charla
29-30 /01/02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Toma de muestras en terreno	Trabajo en laboratorio
31-01-02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Charla	Charla
01-02-02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Toma de muestras en terreno	Trabajo en laboratorio
04-02-02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Trabajo en laboratorio	Trabajo en laboratorio
05-02-02	Cabildo	Huerto de palto y cítrico "San Ignacio" y huerto de palto "Ignacio Covarrubias"	Trabajo en laboratorio	Toma de muestras en terreno
06-08/02/02 11-15/02/02	Quillota	Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso	Trabajo en laboratorio	Trabajo en laboratorio

De acuerdo al Plan de actividades inicial se suspendieron dos visitas a terreno para dar prioridad al trabajo de identificación de géneros y/o especies ya aisladas y a la revisión de las metodologías de análisis en laboratorio. Por otra parte la visita a terreno realizada fue muy provechosa ya que contó con la presencia de un Ingeniero Agrónomo Asesor en la zona de Cabildo que facilitó la visita a tres huertos y la toma de muestras.

4. Resultados obtenidos

Durante la Consultoría se trabajó en el desarrollo de técnicas para la implementación de la micorrización de plantas. Esta es una tecnología en la que ya se ha estado trabajando a

partir de un proyecto de Innovación Agraria que desarrolla la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso y que se encuentra en su segundo año de ejecución

Contar con la presencia de un experto permitió realizar una evaluación de la investigación que se está desarrollando así como una revisión de las técnicas de análisis empleadas, la que incluyó la toma de muestras en el campo y el trabajo de laboratorio para la aislación, cuantificación e identificación taxonómica de géneros y/o especies. En este último aspecto la participación del consultor resultó un gran aporte ya que Chile no cuenta con especialistas en esta área. Por otra parte su visita también contribuyó en la difusión del uso de las micorrizas en el sector educacional y productivo a través de dos charlas impartidas durante su estadía.

Toma de muestras en el campo.

Se visitaron huertos de cítricos y paltos en la zona de Cabildo y se tomaron muestras de suelo para la aislación de esporas de hongos MA.

Se tomaron muestras de 4 árboles por huerto sacando suelo en la parte rizosférica y profundizando hasta 15 cm. Además se tomó muestra de vegetación aledaña ya que se plantea que en esta zona pueden encontrarse especies de hongos MA que no estén presentes en las plantas de cultivo. El manejo agronómico de las plantaciones puede limitar la presencia de algunas especies, sobre todo si este manejo se hace de manera intensiva.

Las muestras se guardaron en bolsas de plástico y se trasladaron al laboratorio de análisis.

Existen dos formas de conservar el suelo, puede guardarse tal como llega del campo en la nevera o seco en bolsas de plástico. Para secar el suelo este se extiende sobre papel en un cuarto, invernadero o lugar aireado, teniendo en cuenta que no le llegue el sol directamente.

Aislación de esporas de hongos MA en el laboratorio.

Se revisaron las técnicas de aislación empleadas por los proponentes y se introdujeron algunas modificaciones de acuerdo a las recomendaciones del consultor, llegando al siguiente procedimiento.

- De la muestra de suelo seco se saca una submuestra se tamiza por una malla de 2mm y se pesan 50 g de suelo
- Se adiciona agua se agita y se pasa por tamices de 425 micras, 106 micras y 53 micras colocados uno dentro de otro. El consultor recomienda la posibilidad de utilizar tamices de 500 micras, 140 micras y 40 micras ya que el de 53 podría estar dejando escapar esporas menores a ese diámetro y el de 425 podría estar reteniendo esporas mayores.
- Se pasa por juguera el contenido del tamiz de 106 micras por 30 segundos en la mínima velocidad
- Se lava varias veces y se pasa nuevamente por los tamices.
- Se realiza el mismo procedimiento para el contenido del tamiz de 53.
- Luego se recoge el contenido de cada tamiz y se lleva al tubo de centrifuga, se añade sacarosa hasta completar.
- Los tubos deben pesarse antes de colocarse en la centrifuga para evitar desbalances.
- Con una jeringa se saca el sobrenadante de cada tubo se lava y se coloca en placas para el conteo.

A partir de este procedimiento se pueden aislar esporas tanto para su cuantificación como para la identificación taxonómica.

Estimación del porcentaje de colonización micorrícica en raíces de plantas.

A partir de la muestra de suelo tomada en el campo o en cultivo en macetas se separa la mayor cantidad de raicilla posible, se lavan y se dejan secar por 24 horas.

- Se sacan submuestras hasta completar 200 mg si la raíz está húmeda y 20 mg si está seca, se colocan en tubos de ensayo y pasan al proceso de tinción.

Proceso de tinción de raicillas:

- Aplicar KOH al 10 % y colocar en Baño de María a 90 °C durante 1 hora. Si las raicillas no aclaran, como puede ser el caso de árboles, se lavan con agua y se colocan en solución de KOH (10%) y H₂O₂ (10%) 1:1 durante 10 minutos.
- Una segunda alternativa puede ser colocar las raicillas en KOH al 2,5 % durante 48 horas en frío.

- Lavar con abundante agua las raíces y los tubos.
- Aplicar HCL 1N durante 15 minutos a temperatura ambiente.
- Botar HCL sin lavar.
- Aplicar Azul de Tripan al 0,05%, 30 minutos a temperatura ambiente y 15 minutos a 90 °C en Baño de María.
- Botar el colorante y lavar con agua abundante.
- Colocar en Lactoglicerina durante 24 horas.
- Observar colonización

Una vez teñidas las raicillas se determina el porcentaje de colonización siguiendo la metodología descrita por Giovannetti y Mosse (1979).

Identificación de géneros y/o especies de hongos formadores de MVA a partir de esporas.

Luego de separar las esporas del suelo estas se colocan en una placa petri con agua y se van separando por tipos morfológicamente iguales (color, tamaño). Durante la consultoría se trabajó con esporas de muestras frescas tomadas en el campo, esporas conservadas en PVLG y esporas aisladas de la reproducción de inóculos en invernadero.

- Se separan de 30-50 esporas y se colocan en un portaobjeto con una mezcla de PVLG-MELZER 1:1 y en PVLG puro. La adición de MELZER es para observar la reacción de las paredes de la espora a ese reactivo, dicha reacción puede ser un carácter distintivo.
- La observación se realizó en Microscopio óptico con aumento de 40 x a 400x.
- Con ayuda de una reglilla óptica se realizaron diferentes mediciones, expresándose el valor mínimo, medio y máximo del parámetro.
- Se determinó el diámetro de la espora, grosor de la hifa, grosor total de las paredes y dimensión de las ornamentaciones de la pared.
- También se hacen observaciones del color.
- Para apoyar el trabajo taxonómico se utilizó el Manual para la Identificación de Hongos Micorrizógenos VA de Schenk y Pérez (1988) y las descripciones originales de las especies de la Página Web del INVAM: <http://invam.caf.wvu.edu>
- Se tomaron fotografías de todos los ejemplares observados.

Géneros y/o especies identificadas y su descripción.

- *Glomus sp. 1*

(Esporas café oscuro)

Esporas pardo- rojizas a negras, globosas a subglobosas

Diámetro: 133-256 Micras, media 188micras

Pared de la espora con 4 capas, diámetro 8-17 micras, media 13 micras

Capa L 1 Mucilaginosa

Capa L 2 Laminada, hialina a amarilla

Capa L 3 Pardo-rojiza a negra laminada

Capa L 4 Membranosa

Hifa sostenedora: cilíndrica, inflada a comúnmente constreñida de 18-27 micras de grosor, media= 22 micras. La hifa tiende a romperse cercana a la base de la espora. Oclusión por un septo formado por el componente 3. Su apariencia general se asemeja a *Glomus constrictum*.

- *Glomus sp. 2 cf. mosseae*

(Esporas amarillas traslúcidas)

Esporas amarillas claras a pardo amarillas claras, globosas

Diámetro: 87- 221 micras, media 151 micras.

Pared de la espora con dos capas

Capa 1 ó L1. Hialina, se rompe en fragmentos dando la impresión de “vidrio roto” sobre la superficie de la espora.

Capa 2 amarilla clara a pardo amarillenta, laminada.

Hifa sostenedora cilíndrica a inflada, 8-28 micras de grosor, media 17 micras, puede sufrir una ligera constricción en el punto de unión con la espora. Oclusión por un septo formado por L2 el cual puede penetrar en la hifa una distancia considerable. Este tipo de oclusión, mas el aspecto general de la espora por momentos se asemeja a *G. mosseae*. Las paredes de esta espora muestran una alta plasticidad lo que hace que toda la espora se arrugue muy comúnmente al tratar de romperse.

- *Glomus sp. 3*

(Esporas amarillas)

Esporas amarillas, globosas

Diámetro: 95-146 micras, media 115 micras

Pared de la espora con tres capas de 5-8 micras, media 7 micras

Capa L 1 Mucilaginosa, adquiere apariencia granular en esporas maduras

Capa L 2 Amarilla, laminada

Capa L 3 Hialina, laminada

Hifa sostenedora cilíndrica con 6-11 micras de grosor, media 9 micras, comúnmente se quiebra en el punto de unión con la espora, prácticamente incolora debido a que la pared laminada 3 penetra muy poca longitud en la hifa.

- *Glomus cf. claroideum*

(Esporas amarillas, inóculo puro)

Esporas globosas a subglobosas, de color crema a amarillo claras

Diámetro: 90-136 micras, media 111 micras.

Pared de la espora de 4 capas de 5-11 micras de grosor, media 7 micras.

Capa L1 hialina, mucilaginosa, tiende a degradarse en esporas maduras y adquiere una apariencia granular rosada en el reactivo de Melzer.

Capa L2 hialina, también se degrada junto a L1 aparentando ser la misma pared.

Capa L3 laminada, de color rosado pálido en Melzer.

Capa L4 de apariencia membranosa, pocas veces se separa de L3, también adquiere un tinte rosado pálido en Melzer.

Hifa sostenedora cilíndrica a ligeramente inflada, de 7-17 micras de ancho (media: 12 micras). Contenido de la espora cerrado por un septo formado por las paredes L3 o L4, no visible en todas las esporas.

- *Glomus sp. 4*

(Esporas naranjas y ladrillo)

Esporas amarillo parduzcas a pardo rojizas, globosas

Diámetro: 125-177 micras, media 145 micras

Pared de la espora con tres componentes o capas de 5-11 micras, media 8 micras

Capa L 1 hialina, mucilaginosa, adquiere apariencia granular en esporas maduras o desaparece completamente.

Capa L 2 Pardo Rojiza, laminada

Capa L 3 Membranosa con menos de 1 micra de grosor.

Hifa sostenedora cilíndrica a ligeramente inflada, de 6-17 micras de grosor, media 11 micras. Poro aparentemente abierto, o puede cerrarse por engrosamiento de la pared L2 o L3.

- *Glomus sp 5*

(Esporas blancas), Inóculo puro

Esporas hialinas a amarillo claras, globosas a subglobosas, ocasionalmente elípticas a piriformes (en forma de pera), con abundante materia orgánica presente en su superficie.

Díametro de la espora: 60-110 micras, media 79 micras

Pared de la espora similar a claroideum, cuatro capas, las dos más externas se degradan y las dos más internas son laminadas, totalizando entre todas de 2 a 6 micras de grosor. Unión hifal de recta a ligeramente inflada de 5 a 11 micras de ancho. Contenido de la espora cerrado por un septo formado por la pared 3.

- *Glomus sp 6*

(Esporas café claras chicas y café oscuro chicas)

Esporas pardo amarillentas a pardo rojizas, globosas a subglobosas, ocasionalmente elípticas.

Díametro: de 61-77 micras, media 68 micras

Pared de la espora con tres capas o láminas de 4-9 micras de grosor, media 6 micras

Capa L 1 Hialina, solo observable en esporas jóvenes, se degrada y adquiere apariencia granular en esporas maduras.

Capa L 2 Laminada, amarilla parduzca a pardo rojiza.

Capa L 3 Hialina.

Hifa sostenedora cilíndrica, ligeramente inflada a ensanchada, de 6-13 micras de grosor, media 10 micras. La hifa tiende a partirse cercana a la base de la espora. Oclusión por engrosamiento de la pared 2 o formación de un septo, aunque usualmente se observa como un poro abierto.

Especies identificadas a partir del muestreo en el campo, durante la Consultoría.

- *Glomus intraradices*, colectado en el Huerto San Ignacio en la maleza lolium, Cabildo
- *Sclerocystis sinuosa* , Huerto Ignacio Cobarrubias, palto, Cabildo
= *Glomus sinuosum*
- *Acaulospora xerofítica* , huerto San Ignacio, limonero y lolium y huerto Ignacio Covarrubias, palto.
- *Glomus sp. 7*, “enano”, esporas blancas pequeñas en racimos, San Ignacio, palto
= *Glomus cf. microagregatum*

La identificación taxonómica permitió consolidar la posibilidad de dar inicio a la Formación de un Banco de Cepas de hongos formadores de micorrizas arbusculares en Chile ya que se cuenta, hasta el presente, con la reproducción en cultivo puro de dos especies nativas y un herbario (preparaciones fijas en portaobjeto) con 11 especies de hongos MA.

Durante la Consultoría se impartieron dos charlas, una dirigida a estudiantes, profesores e investigadores de Agronomía y Biología, y otra a productores y profesionales de campo. En ambas se logró muy buena audiencia cumpliendo con el objetivo de difundir y promover el uso de las micorrizas arbusculares en todos los sectores interesados. En este mismo sentido se ha comprometido un artículo de difusión para ser publicado en la Revista Avance Agrícola del mes de abril.

5. Aplicabilidad

Situación actual del rubro en Chile

En Chile se trabaja desde hace 10 años en el estudio de las micorrizas arbusculares y las ventajas que su uso refiere (Rubio y col., 1994; Borie y col., 1996; Rubio y col., 1997; Borie y col., 1997; Mendoza y Borie, 1998; Borie y Rubio, 1999), Estos estudios se han concentrado en la zona sur de país específicamente en la novena región en suelos de origen volcánico y en cultivos de trigo y hortalizas, han sido desarrollados por La Universidad de la Frontera. Aunque se han logrado buenos resultados estos son localizados y poco aplicables a otras regiones del país con clima, tipos de suelo y cultivos diferentes. Como

resultado de ello no se cuenta aun con un producto comercial nacional que pueda incorporarse en la producción.

A partir del año 2000, la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso comenzó a desarrollar el área de las micorrizas arbusculares a través de un Proyecto de Investigación financiado por FIA y que tiene como objetivo general incorporar el uso de las micorrizas arbusculares en viveros de cítricos y paltos. En una primera etapa de este proyecto se realizó una prospección de cepas nativas de hongos MA en la Quinta Región en la que se visitaron 36 huertos cultivados con cítricos y paltos, hasta la fecha se han identificado cerca de 11 especies diferentes de hongos MA. En una segunda etapa se inició la reproducción de estas especies de la que se espera contar con inóculo suficiente para los ensayos en vivero.

Este proyecto ha permitido además adecuar un laboratorio con el equipamiento y los insumos necesarios para iniciar el trabajo con micorrizas y el establecimiento de un invernadero para la reproducción de cepas puras.

En el último tiempo se han iniciado algunos estudios por parte del INIA Quilamapu e INIA La Platina orientados al uso de la micorrización en especies frutales.

En comparación con Chile, Cuba muestra una larga y sistemática trayectoria en el desarrollo del tema que se ha traducido en la formación de equipos de trabajo en todo el país con resultados concretos en un gran número de especies cultivadas, además se ha profundizado en estudios ecológicos del Orden Glomales, taxonomía, y relaciones con otros microorganismos del suelo tanto benéficos como perjudiciales para las plantas (Fijadores de nitrógeno y fitopatógenos).

Por otra parte Cuba cuenta con un producto comercial registrado identificado como MicoFert, nombre genérico que corresponde a distintas combinaciones de las 14 especies de hongos MA que han sido reproducidas y probadas en ensayos de campo.

Las tecnologías capturadas se han podido concretar en el corto plazo ya que se cuenta con las condiciones necesarias para desarrollar el tema de manera inicial, sin embargo en una expectativa de mediano o largo plazo será necesario un crecimiento en infraestructura, equipamiento y personal calificado lo que permitirá responder al objetivo final que es implementar la tecnología de la micorrización a nivel comercial. Un elemento esencial es

poder dar continuidad al trabajo iniciado lo que requiere de un esfuerzo mancomunado de investigadores, el estado y la empresa privada.

Por otra parte mantener e incrementar los vínculos de colaboración con grupos de expertos a nivel mundial facilitaría el logro del objetivo final en un plazo menor al que ocurriría sin este apoyo externo.

6. Contactos establecidos:

No se establecieron contactos con otras instituciones o empresas ya que por una parte no estaba en los propósitos originales de la propuesta y por otra la fecha en que se realizó la Consultoría no favoreció el establecimiento de dichos vínculos.

7. Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar

A partir de la Consultoría surgió la idea de que en Chile pueda funcionar una Colección de Cepas de Hongos Micorrizicos que represente un área geográfica no cubierta en las actuales Colecciones. Esto involucra seguir prospectando cepas nativas de hongos MA, ya sea en otras regiones o cultivos, intercambiando cepas con otros centros para reproducirlas en nuestras condiciones y evaluando su comportamiento en cultivos de interés para el país.

Por otra parte quedó abierta la posibilidad de cooperación en nuevas consultorías, estadias, giras, cursos y participación en investigaciones en conjunto, ya que si bien Cuba muestra un avance muy superior a Chile en el desarrollo de este tema también tienen la necesidad de transmitir su experiencia.

Respecto a la tecnología y equipamiento necesarios para el desarrollo del rubro, debe señalarse que si bien se han podido crear condiciones básicas para su implementación estas son insuficientes para un desarrollo a mayor escala, en este sentido se estima necesario un crecimiento en infraestructura, equipamiento y condiciones de aislamiento del lugar de trabajo.

8. Resultados adicionales

A partir de la consultoría surgió el interés por parte del consultor y su equipo de trabajo de establecer colaboraciones, las que se hicieron presente a través de una carta de intención de parte del Instituto de Ecología y Sistemática del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. Por parte de La Facultad de Agronomía existe también el interés en concretar acuerdos de esta naturaleza para lo cual está en estudio por el Coordinador de Convenios Internacionales.

9. Material recopilado

Tipo de Material	Nº Correlativo (si es necesario)	Caracterización (título)
Foto	1	Toma de muestras en malezas
Foto	2	Huerto de palto muestreado
Foto	3 y 4	Raíces de sorgo teñidas con presencia de hifas y vesículas internas
Foto	5,6	Espora de <i>Glomus sp.</i> 5 en reactivo de Melzer
Foto	7	Espora de <i>Glomus cf. claroideum</i> en reactivo de Melzer
Foto	8	Espora de <i>Glomus cf. claroideum</i>
Foto	9	Espora de <i>Glomus sp</i> 4, detalle de unión hifal y paredes
Foto	10	Espora rota de <i>Glomus sp</i> 4
Foto	11	Espora de <i>Glomus sp</i> 1
Foto	12	Espora de <i>Glomus sp.</i> 1, detalle de unión hifal y paredes
Foto	13	Espora de <i>Glomus sp.</i> 1
Foto	14	Espora de <i>Glomus sp.</i> 2 cf. <i>mosseae</i> , unión hifal
Foto	15	<i>Glomus intraradices</i> , paredes
Foto	16	<i>Glomus intraradices</i> en Melzer
Foto	17	<i>Glomus intraradices</i> en PVLG
Foto	18	<i>Glomus intraradices</i> en raíces de <i>Lolium</i>
Artículo		Estudian uso de hongos para mejorar producción de paltos.

10. Aspectos administrativos

10.1. Organización antes de la llegada del consultor

a. Conformación del grupo proponente

___ muy dificultosa ___X___ sin problemas ___ algunas dificultades

(Indicar los motivos en caso de dificultades)

b. Apoyo de la Entidad Responsable

__X__ bueno ___ regular ___ malo

La Entidad responsable (Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso) brindó el apoyo necesario para que la consultoría se desarrollara con la calidad requerida y para que el consultor desempeñara sus actividades de acuerdo a lo planificado.

c. Trámites de viaje del consultor (visa, pasajes, otros)

__X__ bueno ___ regular ___ malo

d. Recomendaciones (señalar aquellas recomendaciones que puedan aportar a mejorar los aspectos administrativos antes indicados)

10.2. Organización durante la consultoría (indicar con cruces)

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción del consultor en el país o región	X		
Transporte aeropuerto/hotel y viceversa	X		
Reserva en hoteles	X		
Cumplimiento del programa y horarios	X		
Atención en lugares visitados	X		
Intérpretes			

11. Evaluación del Consultor

En relación a los objetivos que perseguía la propuesta se puede señalar que estos fueron logrados en su totalidad por cuanto el consultor pudo evaluar las metodologías utilizadas por el grupo proponente para el desarrollo del proyecto en ejecución. Así mismo su estadía significó un entrenamiento para nuestro equipo en los principales aspectos que involucra el trabajo con micorrizas arbusculares.

Considerando la importancia de la identificación taxonómica para el avance de la investigación en micorrizas que desarrolla la Facultad de Agronomía, la visita de consultor significó un valioso aporte por cuanto pudo identificar y clasificar todo el material recopilado, objetivo que no habría podido cumplirse sin su asistencia.

A través de su estadía se pudo constatar el amplio conocimiento y experiencia profesional del consultor sobre esta especialidad lo cual fue transmitido tanto al grupo proponente como a los profesionales y productores que asistieron a sus presentaciones.

12. Informe del Consultor

Pese a existir una escasa experiencia en el estudio y la aplicación práctica de las micorrizas arbusculares en Chile, el grupo de trabajo encabezado por la M. Sc. Madelin Gárciga Otero ha realizado un encomiable trabajo durante la primera etapa del proyecto: "Incorporación de Micorrizas Arbusculares en Viveros de Cítricos y Paltos"

Luego de una meticulosa búsqueda bibliográfica realizada para presentar el proyecto a concurso, y actualizar las técnicas de trabajo con las micorrizas arbusculares, el Laboratorio de Micorrizas de la Facultad de Agronomía de la UCV ha logrado reunir el equipamiento indispensable para desarrollar las técnicas de trabajo fundamentales empleadas en el estudio de esta simbiosis micorrízica.

Considero que el proyecto formuló correctamente las distintas etapas de trabajo, comenzando por el estudio de la diversidad nativa de los hongos micorrizógenos

arbusculares asociados a los huertos de cítrico y palto de la V Región, para después proceder al trabajo de identificación taxonómica y el posterior aislamiento de las cepas puras. Resultó muy importante el establecimiento de "plantas-trampas", pues esta metodología permite multiplicar algunas de las especies de estos hongos presentes en el campo y con posterioridad disponer de un adecuado número de esporas para el establecimiento de los cultivos puros. Pude comprobar durante mi visita, el exhaustivo trabajo de separación de especies y morfoespecies del orden Glomales, recuperadas de los suelos nativos estudiados, lo cual denota el arduo trabajo de microscopía realizado por la parte chilena. Todo este trabajo se originó a partir del muestreo de un número significativo de huertos de la V Región (36 en total) y ello ha permitido la obtención de las dos primeras cepas puras de hongos micorrizógenos arbusculares, las cuales en un futuro cercano pudieran ser utilizadas en inoculaciones a nivel de vivero en los distintos cultivos de interés.

Por otra parte, la revisión del resto de las "plantas-trampas" que aún se mantienen en el invernadero pudiera incrementar el número de estas cepas puras.

Si considero que para dar continuidad a todo este esfuerzo, se debería contemplar en el futuro un crecimiento en infraestructura que permita trabajar en condiciones mas aisladas para algunos procedimientos que así lo requieren, en cuanto a equipamiento sería conveniente la adquisición de un equipo automático de fotografía, el cual acoplado al microscopio óptico mejoraría sensiblemente la calidad de las fotos de esporas de hongos micorrizógenos, tan necesarias para el trabajo taxonómico con los mismos y disponer de un autoclave para uso exclusivo del laboratorio. También sería muy útil la adquisición de otros tamices con una apertura de poro específica para este tipo de trabajo y de una bomba de vacío necesaria para la separación de los diferentes componentes micorrízicos.

Para una etapa posterior, considero que también sería importante la participación de un mayor número de personas en este grupo, pues se hace necesaria la preparación de substratos, atención a los cultivos puros, trabajo de microscopía en el laboratorio, etc.

Conociendo que la Política del Estado chileno apunta a desarrollar una agricultura limpia y de calidad, con el objetivo de seguir penetrando nuevos mercados, todo ello en el marco del conjunto de procedimientos conocidos como Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), el empleo de los hongos micorrizógenos en distintos cultivos, tal y como se propone inicialmente este proyecto, abre una perspectiva importante para la consecución de tales objetivos.

Bibliografía citada

Herrera, R.A.; Ferrer, R.L.; Ruiz, L.; Fernández, F.; Medina, N.; Furrázola, E.; Orozco, M.O.; Cueto, J.R.; García, M.J.; Expósito, L.; Pouyú, E.; Ojeda, L.; Valdés, A.R.; Rivera, R.; y Sánchez, C. 1996 b. Empleo de hongos micorrizógenos para mejorar la producción sostenible de biomasa en cultivos tropicales. Memorias de la Conferencia Mundial sobre el empleo de la Biomasa para la Energía, el Desarrollo y el Medio Ambiente (en imprenta).

Govannetti, M.; Mosse, B. 1979. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist* (84), 489-500.

Schenck, N. C.; Pérez, Y. 1988. Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. Second Edition, 240 p.

Rubio, R.; Uribe, R.; Borie, F.; Moraga, E.; Contreras A. 1994. Micorrizas VA en agricultura. Velocidad de colonización en lechuga y tomate y su incidencia sobre el desarrollo del cultivo. *Agricultura Técnica* 54: 7-14.

Borie, F.; Rubio, R.; Moraga, E.; Morales A. 1996. Roca fosfórica y la doble simbiosis de hongos micorrizógenos VA y *Rhizobium trifoli* en trebol rosado. *Agricultura Técnica* 56: 237-243.

Rubio, R.; Cepeda, M.; Borie, F.; Contreras A. 1997. Efecto de hongos micorrizógenos VA en el crecimiento de algunas hortalizas en almácigo y posterior trasplante. *Agricultura Técnica* 57: 161-168.

Borie, F.; Rubio, R., Rouanet, J.L.; García, J. C. 1997. Efecto del manejo agronómico sobre los hongos micorrizógenos VA y actividad fosfatásica en suelos de origen volcánico. *Ciencia e Investigación Agraria* 24:35-45.

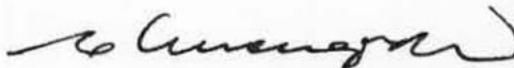
Mendoza, J. y Borie, F. 1998. Effect of *Glomus etunicatum* inoculation on Aluminum, Phosphorus, Calcium and magnesium Uptake of two barley genotypes with different aluminum tolerance. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29: 681-695.

Borie, F. y Rubio, R. 1999. Effects of arbuscular mycorrhizae and liming on growth and mineral acquisition of Al-tolerant and Aluminum –sensitive Barley cultivars. J. Plant Nutrition 22:121-137.

13. Conclusiones Finales

- La Consultoría se desarrolló correctamente cumpliendo con el programa previsto y en el período indicado.
- Se analizaron y evaluaron las metodologías de prospección y aislamiento de hongos MA, realizando algunos ajustes para una mejor ejecución.
- Pudo realizarse una revisión de todo el material colectado por los proponentes llegando a la descripción e identificación de 11 especies diferentes de hongos MA para las zonas y los cultivos prospectados.
- La relación con el grupo proponente y la vinculación con otros sectores como estudiantes, asesores y productores permitió difundir los logros de Cuba y otros países en el uso de la micorrización de plantas y las posibilidades de aplicación en Chile de esta tecnología.
- A partir de la Consultoría quedó abierta la posibilidad de establecer colaboraciones y convenios de trabajo.

Fecha: 01-04-02



Nombre y Firma coordinador de la ejecución: Eduardo Salgado Varas

AÑO 2001

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN DE LA CONSULTORÍA

FECHA: Charla N° 1. “ Micorrizas Arbusculares, investigación y aplicación práctica en Cuba”. 28-01-02

Nombre	Actividad	Institución o Empresa	Teléfono	Firma
Marco Cisternas Vega	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía		
Eduardo Gratacós Naranjo	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía		
Eugenio López Laport	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274550	
Eduardo Salgado Varas	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274518	
Erika Briceño	Ingeniero Agrónomo, Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía		
Freddy Saavedra	Ingeniero Agrónomo Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274525	
Begoña Parra	Ingeniero Agrónomo Investigación y Asesorías	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274515	
Madelin Gárciga	Ingeniero Fitosanitario Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274511	
Sandra Gandolfo	Ingeniero Agrónomo Cooperación Técnica	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274553	
Alvaro González	Ingeniero Agrónomo	Revista E. y Avance Agrícola		

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN DE LA CONSULTORÍA

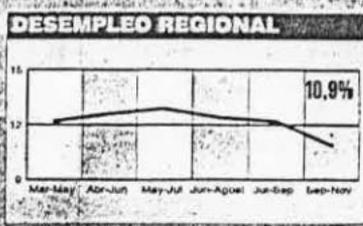
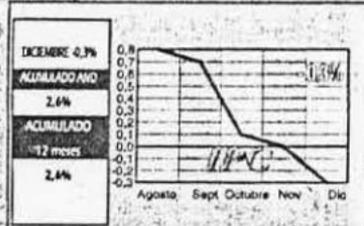
FECHA: Charla N° 2. Experiencia Cubana en el uso de la micorrización y su proyección en Chile. 31-01-02

Nombre	Actividad	Institución o Empresa	Teléfono	Firma
Marco Cisternas Vega	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274508	
Eduardo Gratacós Naranjo	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía		
Eugenio López Laport	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274550	
Eduardo Salgado Varas	Profesor	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274518	
Erika Briceño	Ingeniero Agrónomo, Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274523	
Freddy Saavedra	Ingeniero Agrónomo Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274525	
Begoña Parra	Ingeniero Agrónomo Investigación y Asesorías	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274515	
Madelin Gárciga	Ingeniero Fitosanitario Investigación	Universidad Católica Valparaíso. Facultad de Agronomía	32-274511	
Paul Furnois	Ingeniero. Agrónomo	Viveros CGD		
Alvaro González	Ingeniero Agrónomo	Revista E. y Avance Agrícola		
Juan Pablo Toledo	Ingeniero Agrónomo	Estación Experimental. La Palma		
René Barros	Ingeniero Agrónomo	Asesor		
Ricardo Chalub	Ingeniero Agrónomo	Vivero San José		
Robinson Arce	Productor. Ing. Agrónomo			

Teresa Alvarez		Facultad de Agronomía Laboratorio Fitopatología		
Marco Mattar	Ingeniero Agrónomo			
Paulina Bermúdez	Ingeniero Agrónomo			
Alejandra Lobos	Ingeniero Agrónomo	Vivero Pochochay		
Manuel Arredondo		Vivero Florence		
Mariela Flores	Ingeniero Agrónomo	Agrícola Quillota		
Jorge Escobar	Productor. Ing. Agrónomo	Criadero San José		

Debido a que los formularios para la elaboración del presente informe llegaron con posterioridad a la ejecución de la Consultoría no se tomó en cuenta la firma de los participantes, por otra parte un número importante de participantes no quedaron registrados, en su mayoría alumnos de Agronomía.

IST
 INSTITUTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO
 visítenos en www.ist.cl



VALOR DEL DOLAR 25/01/02

COMPRA	\$ 669
VENTA	\$ 669,50

PRECIO DEL COBRE 25/01/02

69,54 ctvs. de US\$ por libra
 Anterior: 69,22 ctvs. de US\$ por libra



Ministro de Agricultura, Jaime Campos.

Gobierno fijó su política agraria con jefes regionales

Con el propósito de fijar las acciones y tareas ministeriales durante el año 2002, el ministro y el subsecretario de Agricultura, Jaime Campos y Arturo Barrera, respectivamente, convocaron a los trece secretarios regionales ministeriales (seremis), y a los Directores Nacionales del SAG, CONAF, INDAP, CNR, ODEPA, FIA e INIA, a una sesión de trabajo.

De acuerdo al secretario de Estado, el marco conceptual de trabajo estará vinculado a la Política de Estado de la Agricultura para el período 2010-2010, documento que fue previamente consensuado con el sector privado y dado a conocer en el marco del Día del Agricultor, celebrado por la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), el pasado 19 de Noviembre, en el recinto FISA - Maipú.

En esta reunión, el ministro Jaime Campos hizo entrega de dicho documento a los 13 seremis de Agricultura, de los cuales ocho de ellos fueron recientemente designados. Estos últimos son: Luis Mansilla, III Región; Pedro Hernández, IV Región; Leticia Olavarría, V

Región; César Rodríguez, VIII Región; David Jouannet, IX Región; Cristián Pualuan, XI Región; Juan José Romero, XII Región y Héctor Mella, Región Metropolitana.

Los seremis ratificados son: Ricardo Porcel, I Región; Alejandro Pizarro, II Región; Felipe Vergara, VI Región; María Rebeca Bulnes, VII Región y Eduardo Meersohn, X Región.

La Política de Estado 2000-2010, según Campos, "es una suerte de carta de navegación para enfrentar de manera conjunta con los gremios agrícolas e instituciones públicas y privadas, ligadas al mundo agrario, los desafíos sectoriales que se nos presenten en esta década".

Este instrumento hace hincapié en tres elementos globales: Ordenamiento de la Política de Estado sobre la base de la competitividad y rentabilidad del sector en un marco de apertura y desarrollo de mercados; el Desarrollo Rural y la Regulación del sistema agroalimentario; y a las Regulaciones e Instrumentos que darán cuerpo a la política sectorial.

Microempresas agrícolas presentaron sus productos en Viña

Nueve empresas campesinas de la V Región apoyados por INDAP, cumplieron una exitosa participación en el evento AGROPYME 2002, que se desarrolló desde el 17 de enero en el recinto del Estero Marga Marga de Viña del Mar.

Además de vender sus productos, destacaron que esta fue una excelente oportunidad para que los viñamarinos pudieran conocer sus producciones, muchas veces desconocida en la propia región.

Se trata de empresas productoras de quesos (Monteverde y Sopractal), vinos (Los Perales), flores (Agrotulpanes), hierbas medicinales (Promembla), condimentos (Soc. Adepú), y los stands correspondientes a los talleres del convenio INDAP-PRODEMU (Chiharu y Las Alondras), y del programa PRODESAL (Las Palmeritas), pertenecientes a ciudades de toda la Región como Nogales, Casablanca, Quilpué, Quillota, Olmué, San Felipe y La Calera.

Verónica Urrea, productora de las hierbas medicinales PROMEMBLA del sector de Lomas de la Vega (Olmué), señala que "para nosotros esta es una gran oportunidad de mostrar nuestros productos y que en la misma zona se conozca lo que nosotros hacemos. Sería bastante bueno que siguieran trayendo la parte agrícola. Por ejemplo, hacer una Expo Mundo Rural como se hace en Santiago y trasladarla acá porque Viña tiene más apogeo en este tipo de cosas".

Otra empresa que realiza un balance positivo es SOPROCAL, de Casablanca. "Estamos contentos porque hemos podido vender y mostrar nuestros productos que ni en nuestro propio pueblo (Casablanca) son conocidos. Aquí la gente dice: pero cómo, esto es de Casablanca y nunca lo habíamos visto, no los conocíamos", señaló Doralisa Santis, de la empresa productora de quesos de vaca.

Otra alternativa interesante de producción la ofreció el taller Chihahue, constituido por un grupo de mujeres de La Calera capacitadas gracias al convenio INDAP-PRODEMU, que mostraron su



producción de hongos ostra a \$500 (100 gramos) y expusieron el proceso de producción y crecimiento con los propios hongos. "Hay mucho interés por conocer ese proceso porque es algo novedoso, la gente cree que incluso es artificial", señaló América Castizaga, de Chihahue.

TURISMO RURAL

Por otra parte, INDAP V Región se hizo presente en AGROPYME 2002 con un stand en el que los asistentes pudieron informarse de los distintos programas e instrumentos que este servicio ofrece en apoyo de la pequeña y mediana agricultura regional.

Especial interés entre los visitantes tomó la información alusiva al Turismo Rural, que en nuestra Quinta Región ofrece dos alternativas: la localidad de El Totoral (cercana a Algarrobo) donde se puede disfrutar de misas a la chilena, degustar dulces artesanales y visitar su museo histórico, y Pullalufé (La Ligua), donde los visitantes pueden realizar excursiones, cabalgatas y alojar en las cabinas implementadas para estos fines.

Aumenta valor exportado de carne avícola

En un 75,5% se incrementó el valor de la exportación de carne de ave, entre enero y octubre de 2001, comparado con similar período de 2000, según informó Carlos Furche, Director de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa).

En los primeros diez meses de 2001 se vendió al exterior US\$ 29.603.071, cifra superior a la registrada en el mismo intervalo de 2000 en que se embarcó US\$ 16.872.243.

En relación al volumen enviado de carne de ave, entre enero y octubre de 2001, éste registró 21.529 toneladas, cifra 57,8% superior a la anotada en el mismo lapso de 2000 en que se exportó 13.643 toneladas.

Los principales países de destino de los envíos de carne de ave, por su participación, fueron México (45,4%), Reino Unido (16,2%), China (10,4%), Alemania (4,9%) y Polinesia Francesa (4,3%).

Estudian uso de hongos para mejorar producción de paltos

La Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso ejecuta el proyecto "Incorporación de Micorrizas Arbusculares en Viveros de Citricos y Paltos" con el propósito de fortalecer los sistemas radiculares de las plantas y por esa vía optimizar la absorción de nutrientes y de agua".

Así lo explicó el ingeniero agrónomo, Eduardo Salgado, jefe de la investigación que es apoyada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura.

Las micorrizas son hongos que viven asociados a las raíces de las plantas y que les permiten desarrollar raíces más grandes y eficientes. Por esa vía mejoran las condiciones biológicas de los cultivos y se hacen más resistentes a algunas enfermedades.

El proyecto considera la recolección de micorrizas que existen en Chile en forma nativa, su posterior clasificación, propagación y conservación, y luego su aplicación en plantas de cítricos y paltos que se crían en viveros.

En el marco de este proyecto visita Chile el especialista cubano en clasificación de micorrizas, Eduardo Furrázola. El profesional señaló que en Cuba se ha experimentado el uso de estos hongos en plantaciones de tomate, pepino de ensalada, ajo y frejoles, y que en todos los casos se han obtenidos óptimos resultados.