

CONTENIDO DEL INFORME TÉCNICO

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

1. Antecedentes Generales de la Propuesta

Nombre: **Hongos micorrízicos comestibles. Importancia y aplicaciones potenciales en el sector silvoagícola nacional**

Código: **FP-V-2003-1-A-027**

Entidad Responsable Postulante Individual: **Universidad Católica del Maule**

Coordinador: **Rómulo Santelices Moya**

Lugar de Formación (País, Región, Ciudad, Localidad): **Victoria, British Columbia, Canadá**

Tipo o modalidad de Formación: **Taller Internacional (Workshop)**

Fecha de realización: **17 al 20 de agosto de 2003**

Participantes: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Nombre	Institución/Empresa	Cargo/Actividad	Tipo Productor (si corresponde)
Rómulo Santelices Moya	Universidad Católica del Maule	Académico	

Problema a Resolver:

En Chile existe un creciente interés para desarrollar el cultivo de hongos como una alternativa productiva y de negocio para el sector silvoagropecuario. En general, dentro de los más valorados se destacan los hongos micorrízicos comestibles, particularmente las especies de los géneros *Cantharellus*, *Boletus*, *Tricholoma*, *Tuber*, y *Lactarius*. El cultivo de estos hongos ofrece buenas perspectivas de desarrollo, principalmente en zonas marginales para la agricultura tradicional, donde esta ya no es rentable. Sin embargo, existe el problema de acceso a la información y conocimientos tecnológicos necesarios que permitan adaptar e incorporar estos cultivos al sistema productivo nacional. La presente propuesta pretende ayudar a llenar un vacío sobre el tema en nuestro país, permitiendo conocer los últimos avances y resultados de investigación obtenidos a nivel internacional, particularmente con aquellas especies de mayor valor en el mercado internacional. Por otra parte se podrá establecer contactos e interactuar con grupos de investigación relevantes en el tema a nivel mundial, lo que permitirá conocer las

líneas de trabajo actuales y a la vez vislumbrar las potenciales aplicaciones para el sector silvoagropecuario nacional.

Por otra parte, se podrá fortalecer las capacidades internas del grupo de investigación ligado al tema Truficultura en la Universidad Católica del Maule, permitiendo mejorar la gestión actual y a la vez potenciar el desarrollo de nuevas líneas de I+D que puedan ser desarrolladas a futuro en Chile.

Objetivos de la Propuesta

Objetivo General

- Fortalecer el nivel del conocimiento actual sobre hongos micorrícicos comestibles y sus potenciales aplicaciones para el sector silvoagropecuario nacional

Objetivos Específicos

- Capturar los principales avances y resultados de la investigación a nivel mundial sobre ecología, fisiología y cultivo de hongos micorrícicos comestibles de interés para el sector silvoagropecuario
- Mejorar las capacidades del grupo de investigación ligado al tema en la Universidad Católica del Maule.
- Identificar nuevas líneas de investigación sobre el tema y sus posibles aplicaciones en Chile.
- Transferir los conocimientos adquiridos a Investigadores, productores, profesionales y técnicos del sector silvoagropecuario nacional

2. Antecedentes Generales:

La mitad de las especies de hongos comestibles en el mundo pertenecen al grupo de ectomicorrizas, el cual tiene mercados de suma importancia a nivel mundial que se llegan a dimensionar en billones de dólares.

Las producciones silvestres de estos hongos a nivel mundial han disminuido, particularmente durante los últimos 100 años, debido a la modificación de sus hábitats naturales, sobreexplotación, contaminación ambiental y posiblemente los cambios climáticos.

En la actualidad, sólo algunos hongos ectomicorrícicos comestibles de importancia comercial han sido cultivados y, por tanto, el mercado es abastecido principalmente por las cosechas de producciones silvestres en el hemisferio norte durante los meses del año en los cuales fructifican naturalmente. Los hongos ectomicorrícicos comestibles son estacionales, se consumen preferentemente en fresco y no se preservan bien. Muy pocas especies del hemisferio norte con valor comercial se producen en Chile y se han introducido en forma accidental (Ej. *Lactarius* y *Suillus*).

Si bien los hongos silvestres comestibles representan la mayor parte de las exportaciones nacionales, la calidad del producto (setas), la productividad y los volúmenes para exportación están gobernados por factores que escapan a los proveedores, factores climáticos, factores fenológicos y fisiológicos de la especie arbórea, poco conocimiento de la ecología y fisiología de hongos y el manejo dado al bosque lo que lleva a la generación de setas de tamaños menores, de aspectos poco apetecibles (deformes), menor cantidad de cuerpos fructíferos a recolectar, etc.

Por tales razones se hace imprescindible mejorar el estado actual del conocimiento sobre este tipo de hongos en Chile, con miras a mejorar su calidad y productividad. Además, existe una gran oportunidad para introducir nuevas especies en Chile, desarrollar los métodos de cultivo y producir alimentos de gran valor, creando nuevos mercados en nuestro país y más importante, satisfacer la demanda en los mercados contra-temporada del hemisferio norte.

En este marco, las especies de hongos micorrícicos que pueden ser más interesantes para Chile son aquellas del género *Tuber* y *Tricholoma*, y en menor grado *Lactarius*, *Suillus* y *Boletus*.

Sin duda que las especie de hongos micorrícicos más interesante son *T. magnatum* (trufa blanca), *T. melanosporum* (trufa negra), *T. brumale* (trufa negra), y *T. aestivum* (trufa de verano). De todos ellos, considerando las posibilidades de cultivo y mercado, sin duda que el más atractivo para Chile es *T. Melanosporum*; de hecho, esta especie está siendo cultivada exitosamente fuera de su área de distribución natural y uno de los lugares que resalta es Nueva Zelanda, país con condiciones edafoclimáticas similares a la zona central de Chile.

Otro género con especies casi tan interesantes como *Tuber* es *Tricholoma*. *T. matsutake* es un hongo muy apreciado en Japón y los esfuerzos por cultivarlo fuera de su área de distribución natural aún son estériles. Sin embargo, las especies *T. magnivelare* y *T. caligatum* son tan apreciadas en Japón como *T. matsutake*, lo que sin duda es una buena alternativa para incursionar con estas especies en el mercado japonés.



Otras especies que ya tienen un mercado asegurado, principalmente en Europa pero con precios muy inferiores al que se alcanza con las especies antes analizadas, son *Lactarius deliciosus*, *Suillus luteous* y *Boletus edulis*.

3. Itinerario Realizado: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Fecha	Actividad	Objetivo	Lugar
15/08/2003	Salida Vuelo Santiago-Victoria (Canadá)	Viaje	Santiago (Chile)
16/08/2003	Llegada Vuelo Santiago-Victoria (Canadá) Acomodación en Hotel	Viaje Descanso	Victoria (Canadá)
17/08/2003	Asistencia a Sesión 1: Presentaciones técnicas sobre hongos matsutake, chanterelles y trufas.	Capturar información técnica e interactuar con investigadores	MacLaurin Building Room A144, David Lam Auditorium, Universidad de Victoria, Victoria.
18/08/2003	Asistencia a Sesión 2: Presentación de papers técnicos.	Capturar información técnica e interactuar con investigadores Presentar paper sobre las experiencias de truficultura en Chile	MacLaurin Building Room A144, David Lam Auditorium, Universidad de Victoria, Victoria.
19/08/2003	Asistencia a Sesión 3: Presentación de papers técnicos.	Capturar información técnica e interactuar con investigadores	MacLaurin Building Room A144, David Lam Auditorium, Universidad de Victoria, Victoria.
20/08/2003	Salida vuelo de regreso a Chile	Viaje	Victoria
21/08/2003	Llegada Vuelo Victoria/Santiago	Viaje	Santiago, Chile. Talca.
24/10/2003	Charla difusión público general	Difundir los resultados de la actividad de formación	Universidad Católica del Maule, Talca.
29/10/2003	Charla difusión propietarios proyecto truficultura	Difundir los resultados de la actividad de formación	Universidad Católica del Maule, Talca.

Señalar las razones por las cuales algunas de las actividades programadas no se realizaron o se modificaron.



4. Resultados Obtenidos:

Objetivo: Capturar los principales avances y resultados de la investigación a nivel mundial sobre ecología, fisiología y cultivo de hongos micorrícicos comestibles de interés para el sector silvoagropecuario

El objetivo se cumplió satisfactoriamente y los principales resultados se refieren a las especies potencialmente más interesantes para nuestro país. Estas son *Tuber melanosporum*, *T. uncinatum*, *T. magnatum*, y *Tricholoma matsutake*.

Tuber melanosporum

Uno de los hongos micorrícicos comestibles más conocidos es la trufa negra del Périgord, *Tuber melanosporum*. Se distribuye naturalmente en los bosques del sur de Francia, norte de Italia y noreste de España y se asocia con las raíces de algunos encinos y avellano europeo. Al igual que todas las trufas, la trufa negra produce sus cuerpos frutales bajo la superficie del suelo y generalmente son localizados con la ayuda de un perro entrenado para tales efectos. Los cuerpos frutales son de color negro, esféricos y cubiertos con proyecciones que tienen forma de diamante, que se asemeja a una palta de color oscuro. Son considerados uno de los mejores hongos comestibles y tienen un lugar de privilegio en la gastronomía internacional junto al azafrán, caviar, paté de foie gras y el más fino de los vinos. Tiene un olor muy penetrante que es característico.

A finales del siglo 19 se cosechaban entre 1000 y 2000 toneladas de trufa negra. Subsecuentemente, la cosecha ha declinado fuertemente a tal punto que ahora una cosecha considerada buena rinde sólo 150 toneladas y una pobre quizás menos de 50 toneladas.

Los precios varían fuertemente y en Francia e Italia las trufas pueden conseguirse a precios tan pequeños como US\$300/kg. Sin embargo, la trufa negra tiene un precio que por lo bajo llega a los US\$500 y si se piensa en exportar fuera de temporada, como es el caso de Chile, las proyecciones de precios se elevan al doble.

Los requerimientos óptimos para el cultivo de la trufa son:

- Veranos calurosos e inviernos fríos,
- Suelos con buen drenaje, con pH alto (mínimo de 7,5 y óptimo de 7,9), con una estructura definida y bien aireados, con una profundidad de al menos 40 cm y ojalá de una base caliza. Sin embargo, de las ocho plantaciones de trufas que hay fuera de Europa, siete de ellas están en suelos con un pH naturalmente ácido (5,9 a 7), el que ha sido elevado mediante enmiendas de cal,
- Riego,
- Ausencia de otros árboles que tengan asociados a sus raíces hongos que pudieran ser competidores.

Una de las primeras plantaciones establecidas fuera de la zona de distribución natural se realizó en Nueva Zelanda en 1987 y para tal efecto se utilizó plantas micorrizadas artificialmente. Desde esa fecha hasta ahora, se han establecido más de 70 plantaciones entre los 35° y 45° S.

Las primeras trufas fueron cosechadas en Nueva Zelanda cinco años después de establecida la plantación (de sólo media hectárea) y la producción alcanzó en el año 2000 más de 20 kg/ha.

Tuber uncinatum

Tuber uncinatum o *T. aestivum*, conocida corrientemente como trufa de verano por la época en la cual es cosechada o de Burgundy por su origen (Francia), se consume ampliamente en Italia, en algunas partes de Francia y fue popular en la Victoria Inglesa. Se distingue fácilmente de la trufa negra del Périgord por su interior café-coloreado y la red de crestas que cubren la superficie de sus esporas.

Es enlatada o enfrascada por compañías tales como Urbani en Italia, y los productos en conserva se encuentran disponibles en tiendas al detalle a lo largo del mundo. Aunque el aroma y sabor de la trufa de verano no es tan poderoso como aquellos de la del Périgord, es mucho más barata y permite usarla en cantidades mayores, lo que es una ventaja para su masificación. Los precios de la venta al por mayor varían de estación en estación pero es usual que lleguen de los US\$230 a los US\$450 por kilogramo.

La metodología para el cultivo de la trufa de Burgundy es muy similar a aquella usada para la trufa negra del Périgord, aunque hay diferencias que sin embargo son sutiles. Estas diferencias dejan de tener importancia, ya que la amplia gama de sitios en donde se puede desarrollar la trufa negra del Périgord son similares a la de verano. Sin embargo, estas mínimas diferencias pueden llegar a tener importancia si ambas especies llegasen a ser competidoras.

Tuber magnatum

La trufa blanca italiana (*Tuber magnatum*) se encuentra principalmente debajo de 600 m de altitud en el norte de Italia y a 900 m en Italia Central. También se encuentra en Istria, Croacia, y en pequeñas áreas de Francia sur-oriental y en el Cantón de Ticino de Suiza.

Las temperaturas medias de enero en su área de distribución son de -2 a 8°C y las temperaturas medias de julio son de 18 a 26°C. La precipitación media anual varía de 500 a 2000 mm a lo largo del año y se distribuye más o menos uniformemente, aunque en verano tiende a haber tormentas. Debido a altas temperaturas e insolación de verano, la evapotranspiración es alta y lleva a los climas sub-húmedos con índices de aridez de 15 a 60.

En Italia la trufa blanca se encuentra en bosques con doseles más cerrados, así como también en áreas con vegetación relativamente rala alrededor de los cursos de quebradas. Como plantas huésped se tiene a las especies *Alnus cordata*, *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia*, *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Tilia spp.* y *Quercus spp.* Los huéspedes más productivos son *Populus spp.*, *Salix spp.* y *Tilia spp.* El precio de venta que se alcanza con *T. magnatum* es de US\$ 9000/kg y es el más caro de todas las trufas.

La trufa blanca italiana puede cosecharse de agosto hasta el fines de diciembre, pero en agosto y a comienzos de septiembre los cuerpos frutales normalmente son severamente infectados por larvas de insecto como *Suillia univittata*. Al contrario de la trufa negra del Périgord, la trufa blanca italiana se usa cruda o agregada a los platos después de cocinar, como por ejemplo para sazonar pasta o ensaladas, y así retener su delicado y volátil aroma. Como la trufa negra del Périgord es usada normalmente en platos cocinados y se cosecha entre diciembre y febrero hay una pequeña competencia en el mercado entre las dos especies.

Como los precios de venta son muy altos, en Italia el mercado no entrega mucha información y muchas de las ventas se efectúan en el mercado negro, para así evitar el pago de impuestos.



Sin embargo, en el año 2000 en el Festival de la Trufa de Alba, los precios superaron los US\$ 13000 por kilogramo, siendo más demandadas las de mayor tamaño.

Tricholoma matsutake

Matsutake es un conjunto de hongos que los japoneses han considerado por muchos cientos de años una delicadeza. Ellos crecen en una relación simbiótica en las raíces de varias especies de árboles de madera blanda tales como *Pinus spp.*

Inicialmente los cuerpos fructíferos están en forma fálica y subterránea, antes de que emerjan a través de la superficie del suelo y se abra en la forma normal de un hongo. Las principales especies son *Tricholoma matsutake*, que crece en Japón, Corea, el Taiwán, China, Bhután y Suecia, *T. magnivelare* (el matsutake blanco norteamericano) de Canadá y Estados Unidos, y *T. caligatum* (Matsutake europeo) que se encuentra en Europa del sur y África Norte, en particular Argelia y Marruecos.

La producción de matsutake ha caído dramáticamente en Japón desde principios del último siglo cuando el consumo era alrededor 12.000 toneladas por año. Actualmente el consumo es de aproximadamente 3.000 toneladas por año, de las cuales Japón produce 1000 toneladas en un año bueno. La diferencia es aportada principalmente por China, Marruecos, América del Norte, y Corea de sur y del norte.

Los japoneses prefieren *T. matsutake* de origen japonés de grado 1 (estado de botón del común de los hongos) y su precio es el más alto, llegando a ser del orden de más de 40 veces superior al alcanzado con el grado 4 (completamente abierto).

Aunque países como Marruecos y Canadá pudieron exportar considerablemente más matsutake que lo que hacen actualmente (se ha estimado que Columbia británica sólo pudo exportar 600 toneladas de matsutake anualmente a Japón). El matsutake fresco es invaluable fuera de temporada y no se ha encontrado en ningún país del Hemisferio Sur. En consecuencia, se presenta una buena posibilidad de incursionar en el mercado japonés.

En Japón el matsutake se encuentra asociado principalmente con *Pinus densifolia* (pino rojo japonés), pero también puede encontrarse con *P. thunbergii*, *P. pumila*, *Tsuga sieboldii*, *T. diversifolia* y *Picea glehnii*. Por otra parte, en Asia puede encontrarse con *Pinus karaiensis*, *P. taiwanensis*, *Abies mariesii* y otras especies de coníferas. En América del Norte *Tricholoma magnivelare* crece con *Tsuga plicata*, *T. heterophylla*, *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus contorta*. En Europa *Tricholoma caligatum* se encuentra asociado con *Cedrus libanotica* y otras especies de coníferas.

Las diferentes especies pueden encontrarse entre 200 y 1500 m sobre el nivel del mar, en sitios llanos a pendientes soleadas de sobre 30°C y donde hay una precipitación anual de 750 - 1000 mm. Idealmente el dosel debe permitir alguna entrada de luz al suelo del bosque para prevenir la excesiva humedad. La litera debe ser aproximadamente 30 mm de profundidad y el sotobosque relativamente ralo. En Corea, Canadá y Japón, los suelos donde se produce el matsutake soportan suelos arenosos con buen drenaje, con pH 4,5 a 5,5; 2,3% de materia orgánica; 0,11% de nitrógeno total y 20 g/g de fósforo disponible.

Al diferencia de la trufa negra, los cuerpos fructíferos de matsutake nunca se han producido en plantaciones establecidas artificialmente con árboles micorrizados. Sólo se ha llegado a producir plantas infectadas con el hongo, las que posteriormente fallan en la etapa de vivero o



en la plantación. En este sentido, una interesante línea de investigación podría ser el estudio tendiente al establecimiento de plantaciones con plantas de *Pinus radiata* infectadas con matsutake.

Los precios en fresco para matsutake varían en el mercado japonés del orden de US\$100 a 300 el kilo.

Objetivo: Mejorar las capacidades del grupo de investigación ligado al tema en la Universidad Católica del Maule.

El objetivo se cumplió satisfactoriamente, ya que el grupo de investigadores de la Universidad amplió el espectro de contactos en el ámbito de los hongos micorrícicos comestibles y se logró recopilar nueva información relacionada con el tema.

Objetivo: Identificar nuevas líneas de investigación sobre el tema y sus posibles aplicaciones en Chile.

El objetivo se cumplió a cabalidad, ya que con la información recogida y los contactos establecidos hay una buena posibilidad de generar nuevos proyectos relacionados con hongos micorrícicos comestibles, particularmente con aquellas especies del género *Tuber*.

Objetivo: Transferir los conocimientos adquiridos a Investigadores, productores, profesionales y técnicos del sector silvoagropecuario nacional

El objetivo se cumplió satisfactoriamente a través de la realización de dos charlas de difusión de los resultados del workshop. La primera para un grupo masivo donde se destacó la presencia de productores, investigadores, profesionales relacionados con el sector silvoagícola y estudiantes universitarios de las dos universidades regionales pertenecientes al consejo de rectores.

5. Aplicabilidad:

El mercado mundial de hongos comestibles, ha manifestado un franco crecimiento durante los últimos años, debido principalmente al aumento del consumo en países del hemisferio norte (Ej. Europa, USA y Japón) y además una mayor oferta proveniente de especies cultivadas.

El crecimiento del mercado y los recientes acuerdos comerciales suscritos por Chile, otorgan un escenario atractivo para el desarrollo local de la industria de hongos comestibles, sin embargo, la exportación nacional se concentra actualmente sólo en algunas especies ectomicorrícicas con relativo bajo valor comercial (Ej. *Suillus luteous*), que provienen de la recolección silvestre. Estas producciones hoy en día han manifestado problemas de calidad y rendimientos, asociados a factores climáticos, prácticas inadecuadas de cosecha y poscosecha, falta de manejo de los bosques y el escaso conocimiento sobre la autoecología de estos hongos, lo cual limita los esfuerzos para mejorar su producción.

Por otra parte, la producción nacional de hongos comestibles cultivados, está basada en pocas especies saprófitas, principalmente el champiñón común (*Agaricus bisporus*) y otros hongos en menor grado (Ej: hongos shiitake y ostra), cuyas técnicas de cultivo están ampliamente desarrolladas a nivel mundial. Algunas de estas especies alcanzan buenos precios en los mercados internacionales, sin embargo, existen dudas sobre la competitividad de esta industria en Chile, debido a los bajos rendimientos obtenidos, altos costos de producción en operaciones a relativa pequeña escala, escasez de demanda interna, y además la competencia con las producciones de China y otros países en desarrollo.

Dentro de las opciones para diversificar la industria de hongos comestibles en Chile, se destaca la introducción de hongos ectomicorrícicos de mayor valor comercial para incorporarlos en plantaciones forestales. Dentro estos hongos, alternativas de gran interés para nuestro país son las trufas (*Tuber* spp.), Matsutake (*Tricholoma* spp.) y *Boletus edulis*,. Estas especies alcanzan altos precios de mercado y además pueden ser introducidos en plantaciones con especies forestales, otorgando la posibilidad de percibir ingresos anticipados y complementarios en plantaciones forestales de largo plazo.

Actualmente, las tecnologías de cultivo de hongos micorrícicos se basan en primer lugar en la obtención de plantas micorrizadas en forma controlada, sin embargo, estas técnicas generalmente son celosamente protegidas como secretos comerciales. Aunque el desarrollo de estas técnicas, ha incentivado el establecimiento de varios miles de hectáreas de plantaciones con este tipo de hongos, tanto en Europa como Norteamérica, no se ha logrado revertir las tendencias de descenso en la producción. Esta situación se debe a que las mismas plantas cultivadas con distintos métodos y en diferentes ambientes, pueden comportarse en forma diametralmente opuesta. Por otro lado, la competencia de hongos ectomicorrícicos nativos, ya sea durante los procesos de micorrización en vivero, como también el posterior cultivo en campo, ha generado rendimientos variables en las plantaciones.

Chile presenta un claro potencial para el cultivo de estas especies, ya que, por las condiciones ecológicas y situación geográfica, los hongos ectomicorrícicos que puedan competir con nuevas especies introducidas están ausentes o escasamente representados en grandes áreas del país. Esta condición, representa además una ventaja comercial al permitir generar una oferta en fresco, durante los períodos contra-temporada en los mercados del hemisferio norte, opción que ofrece grandes perspectivas para el desarrollo de nuevas industrias en nuestro país, y además, generar alternativas de diversificación agroforestal de alto impacto para el sector productivo.

Cabe destacar, que el primer paso crítico para establecer y desarrollar el cultivo de hongos micorrícicos en Chile, es la adaptación y desarrollo de tecnologías de micorrización controlada. Este punto es de vital importancia ya que la entrada en producción las plantaciones puede tardar varios años, por lo cual se debe asegurar la calidad en el proceso de inoculación en vivero, donde es factible que se contamine la producción con especies no deseadas. Debido a esto, es de vital importancia desarrollar un proceso de inoculación y producción en vivero, que sea capaz de evitar estas contaminaciones, protegiendo la integridad del rubro, ya que cualquier producto con una inadecuada calidad podría ser antieconómico para los productores.

Existen actualmente las tecnologías disponibles para estos procesos, sin embargo la mayoría de las técnicas permanecen bajo secreto comercial en algunos países, principalmente bajo patentes de algunas empresas privadas y viveros especializados en el hemisferio norte.

Al igual que el desarrollo de un proceso de inoculación, para establecer y desarrollar el cultivo de estos hongos, resulta de gran importancia seleccionar las zonas más adecuadas, de acuerdo a las exigencias ecológicas tanto del hongo como de las especies simbiotas. Esto requiere de un estudio detallado de las condiciones climáticas y edáficas encontradas en Chile, ajustando las áreas de cultivo a las condiciones encontradas en los lugares de origen del hemisferio norte.

Nuestro país presenta una flora única, con sólo algunas especies que forman ectomicorizas, principalmente especies del género *Nothofagus* y algunas otras especies nativas. La expansión de plantaciones industriales como el pino radiata y Eucaliptos, podría aumentar la incidencia de hongos ectomicorrícicos, los cuales pueden competir con nuevas especies introducidas, pero aún hay muchas áreas donde la flora fúngica es escasa o nula, principalmente en los suelos utilizados por la agricultura tradicional. La elección exacta de las áreas con potencial para desarrollar estos cultivos en Chile requerirá de estudios edafoclimáticos más detallados.

Los diferentes requerimientos de desarrollo, de las especies forestales que forman ectomicorizas, proporcionan una oportunidad para seleccionar especies huésped adaptadas a condiciones locales de crecimiento, manteniéndose dentro de los parámetros ecológicos exigidos por las especies de hongos a estudiar. En cuanto a este punto, cabe destacar que en Chile existen varias especies forestales que se asocian a hongos de interés comercial y se encuentran adaptadas a nuestras condiciones ecológicas, como por ejemplo *Quercus sp.*, *Pinus radiata*, *Populus sp.*, *Corylus avellana*, etc. esto nos podría asegurar la disponibilidad de material vegetal para la producción de planta micorrizada con ecotipos locales.

El desarrollo de técnicas de cultivo en plantaciones forestales o agroforestales, es un factor fundamental para desarrollar estos nuevos cultivos en Chile, lo cual podría asegurar en cierta forma el éxito de las plantaciones. La mayoría de las técnicas que han sido desarrolladas principalmente en Europa, están disponibles hoy en día, y su factibilidad de adopción en nuestro país es alta. Sin embargo, es primordial un proceso de adaptación donde deben ensayarse las distintas técnicas en función de distintos factores, como las condiciones ecológicas encontradas y las especies simbiotas a utilizar. Este proceso de adaptación debe realizarse con el mayor rigor científico y técnico, lo cual debe ser proyectado a largo plazo para poder establecer con éxito las bases tecnológicas para una futura producción en Chile.

Será imprescindible en nuestro país el apoyo financiero por parte del gobierno, principalmente en las primeras etapas de desarrollo, además se requerirá de apoyo por parte de Instituciones

privadas, Investigadores, productores y profesionales, actuando de manera coordinada para canalizar los esfuerzos, con miras al establecimiento exitoso de una nueva industria rural.

6. Contactos Establecidos: presentación de acuerdo al siguiente cuadro:

Institución/Empr esa	Persona de Contacto	Cargo/Actividad	Fono/Fax	Dirección	E-mail
New World Truffieres	Dr. Charles Lefevre	Presidente Micólogo	Tel 1 541 513 4176 Fax 1 541 343 6554	PO Box 5802 Eugene, OR 97405 USA	ckl@efn.org
Crop and Food Research	Dr. Ian Hall	Micólogo	Tel 64 3 489 0673 Fax 64 3 489 0674	Private Bag 50 034 Mosgiel 9007 New Zealand	halli@crop.cri.nz
Crop and Food Research	Dr. Yun Wang	Micólogo	Tel 64 3 489 0673 Fax 64 3 489 0674	Private Bag 50 034 Mosgiel 9007 New Zealand	wangy@crop.cri.nz
Micología Forestal y Aplicada	Marcos Morcillo	Director técnico	Tel/Fax 93 815 54 55	Rala. Arnau de Vllanova, 6 local D 08800Vllanova i la Geltrú, Barcelona, España	micofora@terra.es

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

De acuerdo a los objetivos planteados, se considera de gran importancia para el desarrollo de estos cultivos en Chile establecer convenios de cooperación con instituciones extranjeras que trabajen en estas líneas, además de realizar esfuerzos cooperativos con investigadores y profesionales de otros países para intercambiar experiencias y a la vez obtener información actualizada de los avances en el rubro. Otro punto de interés es la participación de productores, investigadores, profesionales y técnicos en giras tecnológicas, congresos y ferias relativas a este rubro.

Uno de los aspectos principales que queda por abordar para el desarrollo de estas líneas en Chile es conseguir la participación directa de productores en un proyecto I+D cooperativo, donde se canalicen todos los esfuerzos y sinergias posibles para incorporar las tecnologías al ámbito productivo. De gran importancia es realizar estudios detallados para determinar las mejores áreas de cultivo en Chile en relación a los requerimientos autoecológicos de estos hongos y las especies simbiotes, además del desarrollo de técnicas de cultivo adaptadas a condiciones locales de crecimiento.

8. Resultados adicionales: capacidades adquiridas por el grupo o entidad responsable, como por ejemplo, formación de una organización, incorporación (compra) de alguna maquinaria, desarrollo de un proyecto, firma de un convenio, etc.

Se pudo conocer las posibilidades de cultivo de otras trufas de importancia comercial (*Tuber magnatum* y *T. aestivum*), donde el manejo productivo de plantaciones permite compatibilizar la producción de trufas con la de madera de calidad. (Ej. *Quercus* spp., *Cedrus* spp, etc.). Además no existen experiencias en Chile sobre las tecnologías de producción de planta micorrizada para estas especies, lo cual otorga una gran oportunidad para el desarrollo de nuevos proyectos de I+D en Chile.

9. Material Recopilado:

Tipo de Material	Nº Correlativo (si es necesario)	Caracterización (título)
Disco compacto		Contiene el libro de resúmenes del workshop y las presentaciones realizadas en Canadá y Chile (Powerpoint)

10. Aspectos Administrativos

10.1. Organización previa a la actividad de formación

a. Conformación del grupo

___ muy dificultosa ___x___ sin problemas ___ algunas dificultades

(Indicar los motivos en caso de dificultades)

b. Apoyo de la Entidad Responsable

___x___ bueno ___ regular ___ malo

A pesar del escaso tiempo que se dispuso para organizar el viaje, la Universidad católica del Maule a través de sus autoridades hicieron un gran esfuerzo para que la actividad se pudiera llevar a cabo.

c. Información recibida durante la actividad de formación

___ amplia y detallada ___x___ aceptable ___ deficiente

d. Trámites de viaje (visa, pasajes, otros)

___x___ bueno ___ regular ___ malo

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

10.2. Organización durante la actividad (indicar con cruces)

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción en país o región de destino	x		
Transporte aeropuerto/hotel y viceversa	x		
Reserva en hoteles	x		
Cumplimiento del programa y horarios	x		

En caso de existir un ítem Malo o Regular, señalar los problemas enfrentados durante el desarrollo de la actividad de formación, la forma como fueron abordados y las sugerencias que puedan aportar a mejorar los aspectos organizacionales de las actividades de formación a futuro.

11. Conclusiones Finales

Las condiciones ecológicas de algunas áreas en Chile son ideales para la introducción y desarrollo del cultivo de hongos micorrícicos, donde las condiciones climáticas son muy similares a las zonas naturales de producción en el hemisferio norte. Por otra parte, Chile presenta una flora única con sólo unas pocas especies formando ectomicorrizas, principalmente especies del género *Nothofagus* y algunas otras especies nativas. La expansión de plantaciones industriales como el pino radiata y eucaliptos, podría aumentar la incidencia de hongos ectomicorrícicos, los cuales pueden competir con nuevas especies introducidas, sin embargo existen vastas áreas donde estos hongos están ausentes o escasamente representados, principalmente en suelos utilizados por la agricultura tradicional o la ganadería.

La caída de la producción y los elevados precios han incentivado fuertemente la investigación en el cultivo de hongos comestibles micorrícicos a nivel mundial. El cultivo de estos hongos a nivel mundial sólo se está desarrollando recientemente a partir del desarrollo de técnicas de micorrización controlada en vivero lo cual otorga una interesante alternativa de diversificación y complemento de ingresos para sectores rurales, especialmente ingresos complementarios en plantaciones forestales, donde los productos de madera se obtienen a muy largo plazo.

Por otra parte, existe una excelente oportunidad comercial para la producción de hongos micorrícicos de valor en Chile, ya que se podrá generar una oferta en fresco, durante los periodos contra temporada de los mercados del hemisferio norte.

11. Conclusiones Individuales:

La experiencia de interactuar con los investigadores que están efectuando los principales estudios en el ámbito de los hongos micorrícicos comestibles fue de mucho valor. En este sentido, comprobar de ellos mismos que los resultados obtenidos hasta ahora en el proyecto de truficultura, que lleva a cabo la Universidad Católica del Maule en forma conjunta con la Fundación para la Innovación Agraria, son muy buenos ratifica que la investigación efectuada va por buen camino. Por otra parte, escuchar directamente que la trufa negra es uno de los hongos más valorados a nivel mundial y que las condiciones que tenemos en Chile pueden convertirlo en un atractivo producto de exportación, hacen ver más claramente las potencialidades que se tiene en el proyecto. Por otra parte, constatar que, a pesar de obtener buenos resultados hasta ahora en la fase de infección y cultivo en vivero, la fase siguiente en el terreno es todavía más delicada.

Conocer directamente a las personas que están trabajando con trufa en países fuera de su distribución natural y compartir las experiencias en torno al tema, fue una experiencia de gran valor. En este sentido, la manifestación de interés por parte del Dr. Charles Lefevre de interactuar con nosotros también es algo de valor. En este mismo sentido, se destaca el biólogo Marcos Morcillo de España.

Si bien es cierto que las trufas son los hongos más valorados, también hay otros que podrían ser de mucho interés para Chile lo que es interesante para desarrollar nuevas líneas de investigación.

Fecha: 28.11.2003

Nombre y Firma coordinador de la ejecución:



RÓMULO SANTELICES MOYA

AÑO 2003