



FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA

# **INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN**

---

## I. ANTECEDENTES GENERALES

### Nombre del Proyecto:

“Desarrollo de las bases tecnológicas para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Chile, como alternativa productiva y comercial para los pequeños y medianos productores del sector silvoagropecuario”

### Código:

FIA-PI-C-2001-1-A-085

### Región:

VII Maule

### Fecha de aprobación o adjudicación:

Septiembre 2001

### Forma de Ingreso al FIA:

Concurso N° xxxx del año 2001

### Agente Ejecutor:

Nombre : Universidad Católica del Maule  
Dirección : Avda. San Miguel N° 3605 Ciudad y Región: Talca, VII  
Región  
RUT :  
Teléfono : Fax y e-mail:  
Cuenta Bancaria:

### AGENTES ASOCIADOS:

- **Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo** (CEAM)  
Dirección: Parque Tecnológico, C/Charles R. Darwin, 14. E-46980 (Paterna)  
Valencia, España.
  - **Yves Paul Steinmetz**, domiciliado en Parcela F, Villa  
Esmeralda Sur de la ciudad de Talca.
  - **Luis Gilberto Molina Torres**, domiciliado en Hijuela N° 2,  
Chequenlemu, Los Niches Comuna de Curicó.
-

- 
- **Ruby Correa Pozo,** domiciliada en Fundo Santa Elena de Chequén S/N, San Clemente.
  - **Sociedad Agrícola Rio Chepu** Ltda, representada por Don Juan Guillermo Valenzuela Bosinovic, ambos domiciliados en Fundo Chainal S/N Malalhue, Lanco.
  - **Salmones Colbún** Ltda. representada por Don José Arturo Iracheta Cartes, ambos domiciliados en 2 Sur 665 Depto. 1009 Talca.
  - **Donald Filshill Moretón,** domiciliado en Presidente Riesco 4210, Depto. 9 Las Condes, Santiago.
  - **Jaqueline Kleinsteuber Wilson,** domiciliada en calle Errázuriz N° 731 Coyhaique.
  - **Sociedad Agrícola Rio Puelo** Ltda representada por Don Manuel Palma Villarroel, ambos domiciliados en Parcela Piwuchen S/N, sector La Poza, La Unión.
  - **Carlos Iribarne Oñate,** domiciliado en Fundo San Isidro S/N, La Unión.

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre : Francisco Javier Pérez Muñoz  
Profesión : Ingeniero Forestal

**Costo Total:****Aporte del FIA:****Período de Ejecución:**

Diciembre 2001 a Diciembre 2005

---

## II. RESUMEN EJECUTIVO

Las trufas son hongos comestibles muy apetecidos por la alta gastronomía alrededor del mundo. En particular, la trufa negra del Perigord (*Tuber melanosporum* Vitt.), que es calificada junto al azafrán, caviar y foie gras como uno de los productos más apreciados dentro de la gastronomía internacional.



Foto 1: Trufas recolectadas en España

El cultivo y comercialización de la trufa (*T. melanosporum* Vitt.) hasta hoy ha sido logrado por unos pocos países en el hemisferio norte (Francia, Italia, España). Últimamente ha sido introducido en Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, donde su producción va en sus primeros pasos. Además se conocen trabajos en Israel y Sudáfrica.

*T. melanosporum* Vitt. está clasificado como un hongo ectomicorrícico, el cual vive y se desarrolla en las raicillas de sus árboles hospederos. Esta asociación es una relación mutuamente beneficiosa, ya que ocurren claros procesos de intercambio entre el hongo y su árbol huésped, lo cual se denomina simbiosis.

La trufa negra es uno de los pocos hongos ectomicorrícicos posible de cultivarse en forma artificial. Los primeros resultados se obtuvieron en la década de los 70 después de 15 años de investigación por grupos en Francia e Italia y luego en España. Posteriormente, parte de la tecnología Europea ha sido transferida a Estados Unidos y Australia, donde ya existen cultivos en producción. Sin embargo, la mayoría se han manejado como secretos comerciales, muchas veces bajo la protección de patentes industriales.

Consecuentemente a finales de los 80 comenzaron las investigaciones en Nueva Zelanda, donde se ha trabajado partiendo desde los principios básicos para desarrollar métodos de inoculación de plantas en vivero y formular los esquemas de manejo para las truferas, lo cual ya ha tenido resultados productivos.

Las producciones de trufa, en la actualidad tienen en Europa dos orígenes bien diferenciados. Por una parte las que proceden de áreas silvestres y por otra las plantaciones artificiales, las que vienen realizándose desde hace unos 25 años con planta micorrizada, muchas de las cuales están en plena producción.

En Europa es muy difícil evaluar la producción total, ya que existe poca transparencia en algunos mercados locales y un cierto secretismo que suele rodear al sector. Por ejemplo, estimaciones de la producción española dicen que estaría comprendida entre los 7.000 y 126.000 Kg anuales con una media de 40.240 Kg, donde casi el 90% de la producción es exportada a Francia.

En las plantaciones europeas, la producción no suele comenzar antes de los 6-10 años, dependiendo principalmente de la especie establecida. Los datos referentes a producciones por hectárea son muy variables y a la vez no se pueden asegurar en un 100% los resultados como sucede en los cultivos tradicionales. Existen plantaciones con riego, con producciones regulares y constantes próximas a 100 kg/ha/año y por el contrario otras que apenas superan los 10 kg/ha. En plantaciones sin riego la variabilidad aún es mayor, donde en los mejores años pueden superarse los 120 kg/ha y los peores no llegan a 2kg/ha. En general los datos de producción media más utilizados se sitúan entre los 30 y 50 kg/ha/año.



Foto 2: Plantación trufera en Soria, España.

Aunque en Europa, las plantaciones truferas, ya ocupan un lugar importante dentro del cultivo, es preocupante la reducción que presenta cada año la producción natural; las causas, resultan en la conjunción de factores humanos, tecnológicos y climáticos. Por lo que la tendencia del cultivo de trufas va en alza, con tendencia al cultivo artificial.

Los precios pagados a truficultores en Europa, año tras año, varían debido a la disponibilidad y calidad del producto ofrecido. Para España, Los precios aproximados del kilogramo de trufa fresca los últimos años han sido los siguientes:

Años 70:	6 30	US\$/kg
Años 80:	30 129	US\$/kg
Años 90 95:	162	US\$/kg
Campaña 95 96:	189	US\$/kg
Campaña 96 97:	54 162	US\$/kg
Campaña 97 98:	43 162	US\$/kg
Campaña 98 99:	162 460	US\$/kg
Campaña 99 2000:	230 390	€ kg
Campaña 2000 2001	325 500	€ kg
Campaña 2001 2002	350 600	€ kg
Campaña 2002 2003	500 800	€ kg
Campaña 2004 2005	550 900	€ kg
Campaña 2005 2006	600 1000	€ kg

Por otro lado en Francia, los precios que alcanza el producto suele estar al menos un 50% más que en España, donde la temporada 2005, los precios pagados a truficultores han alcanzado los US\$ 600-700 /kg.

La presencia y diversidad de hongos de ectomicorriza que puedan competir con especies introducidas es más limitada en el hemisferio sur, por tanto se parte de una situación ventajosa a la hora de introducir la trufa en Chile. Esta misma situación geográfica se presenta como una ventaja comercial al permitir ofrecer el producto en fresco, contratemporada en Europa, donde una oferta desde Chile podría lograr precios entre 400 y 900 US\$/Kg, dependiendo de la disponibilidad y calidad.

El primer paso crítico para desarrollar el cultivo en Chile, es la adaptación y desarrollo de tecnologías para implementar un sistema efectivo de producción de planta micorrizada con *T. melanosporum*. Este aspecto es de

vital importancia ya que la entrada en producción de una plantación podría tardar alrededor de 8 años. Por esta razón se debe asegurar la calidad en el proceso de micorrización en invernadero, donde pueden ocurrir contaminaciones con hongos competidores sin interés comercial, que afectarían el proceso y por ende el resultado final.

A pesar de la dificultades que presenta el proceso, existe una buena oportunidad para desarrollar el cultivo y producción de trufa negra en Chile, basado en la tecnología disponible, la factibilidad de adopción en nuestro país y el desarrollo de esquemas de control que aseguren la calidad de la producción.

Nuestro país tiene la oportunidad para ofrecer el producto en fresco, contra temporada en Europa, donde el producto estaría disponible aproximadamente desde Mayo a Agosto. Una producción en Chile sería complementaria y no afectaría al mercado tradicional en Europa, el cual normalmente funciona desde Diciembre a Marzo.



Foto 3: Invernadero instalado para la producción de planta micorrizada en Chile

En este marco, el presente proyecto ha desarrollado las tecnologías adecuadas para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Chile. Con su ejecución y adecuada transferencia al sector productivo, otorgando una opción de interés y a la vez niveles de sustentabilidad que pueden superar a las prácticas convencionales de la agricultura.

En una primera etapa del proyecto, se implementaron las tecnologías para la producción de planta micorrizada con el hongo, en invernadero, junto con los protocolos y estándares requeridos para el control de calidad de las plantas.

Estas acciones se han logrado con resultados positivos y permiten sentar las bases que protejan la integridad de un futuro cultivo en Chile, ya que la adquisición de plantas con una calidad inadecuada podría ser antieconómico para los agricultores.

En la producción de plantas de los años 2003 y 2004, se lograron porcentajes de micorrización con *T. melanosporum* superiores a 40%, obteniendo una planta de buena calidad fisiológica y con óptimos niveles de micorrización, para ser establecida en terreno.

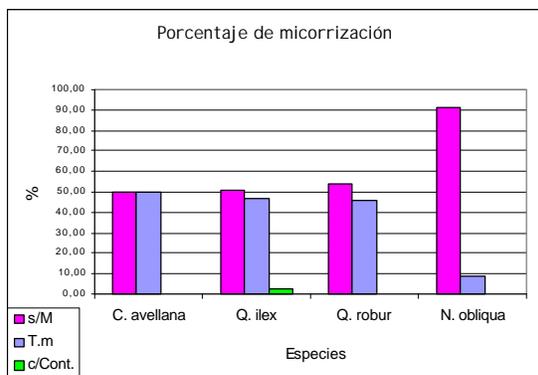


Gráfico 1: Producción año 2003, sustrato base tierra

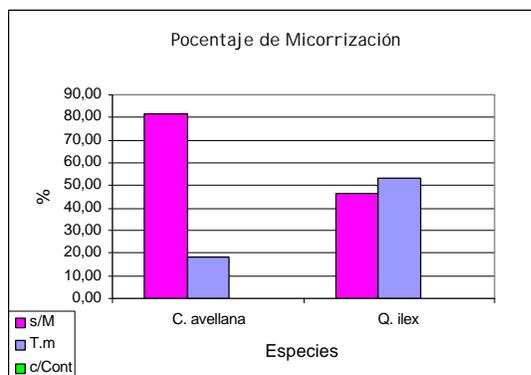


Gráfico 2: Producción año 2005, sustrato base turba

Se establecieron nueve plantaciones experimentales, bajo diferentes condiciones ambientales y de cultivo, evaluadas periódicamente, monitoreando la evolución del proceso productivo, lo cual fue ejecutado por los profesionales del proyecto en conjunto con los agricultores que participan de éste.

Las labores de cultivo toman mayor importancia al considerar la condición de cultivo indirecto en la que es enmarcada la truficultura.

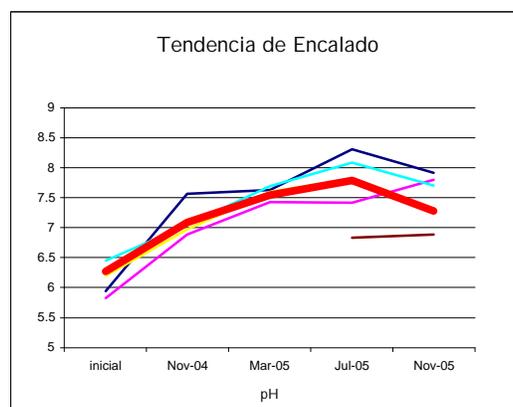


Gráfico 3: Tendencia de encalado

Los resultados obtenidos son promisorios y permiten obtener indicadores que reflejan la evolución y comportamiento del cultivo hasta el inicio de la producción en Chile.

Se monitoreo periódicamente el pH de cada unidad experimental. Esto con la finalidad de evaluar el comportamiento de este parámetro, a modo de aportar información para una mejor toma de decisiones en la planificación a corto y mediano plazo. En el siguiente gráfico se presenta la tendencia promedio que presenta el pH en los predios evaluados, considerando valores que van del pH inicial a la última medición, realizada en noviembre del presente año.

Una de las principales labores de manejo de una trufera, corresponde al análisis de micorrización de terreno, el cual mediante un método de muestreo se obtienen raíces que son evaluadas en laboratorio.

Cada planta fue muestreada según sus puntos cardinales, obteniendo cuatro muestras por planta.

La evaluación consistió principalmente en un análisis cualitativo y cuantitativo de las raicillas obtenidas de las muestras, identificando micorrizas de *T. melanosporum* u otras micorrizas.

El análisis fue realizado en el laboratorio de micorrizas de la Universidad Católica del Maule, y los resultados se presentan a continuación.



Foto 4: calicatas orientada en los puntos cardinales.

La tabla 1 muestra el rango presentado por la especie para cada serie evaluada, en un total de 9 predios, exceptuando la especie *Nothofagus obliqua*, la cual se presenta solo en dos predios evaluados. Mientras que la tabla 2 reúne a los predios evaluados en tres rangos de micorrización.

La evaluación micorrícica manifiesta un buen desarrollo de *T. melanosporum* en la simbiosis con las especies establecidas, los análisis muestran micorrizas bien definida, que se presentan formando aglomerados. Esto reflejado en los porcentajes de micorrización que arrojan resultados promisorios y son un buen indicador del establecimiento del hongo en terreno.

La presencia de micorrizas no deseadas es relevante a fin de establecer futuras prácticas de cultivo, considerando la competitividad de las especies invasoras. No obstante, en el presente, en los predios que se presentan inferior a un 2 %, no se muestran como un factor crítico en el desarrollo de *T. melanosporum*.

*Nothofagus obliqua* se presenta con un óptimo desarrollo fisiológico y niveles de micorrización comparables con los fitosimbiontes naturales de *T. melanosporum*, resultados que seducen y orientan a esta especie como un potencial productor de este hongo para terrenos de la zona centro-sur de nuestro país.

Tabla 1: Rangos de micorrización por especie

Ápices	Rango	Especie			
		C. avellana	Q. ilex	Q. robur	N. obliqua
% mico T.m	Min	7	15	9	32
	Max	62	56	63	37
% mico Co	Min	0	0	1	11
	Max	58	31	51	15
% sin mico	Min	34	42	35	48
	Max	73	65	59	57

Las series corresponden a:  
**sin mico.**- Ápices sin micorrizas.  
**mico Co.**- Ápices micorrizados con otras micorrizas.  
**mico T.m.**- Ápices micorrizados con *Tuber melanosporum*

Tabla 2: rangos de micorrización por predios

	Indicador de Micorrización		
	% T.m > 30% % Cont.< 2%	% T.m > 30% Cont. <30 > 2%	% Cont. > 30%
Predios	Santa Adela, Mt.	Baguales, XI	Hijuela N°2, VII
	Rinconada de Maitenes, VII	Santa Elena, VII	Santa Elisa, VII
	El Canelo, VII	San Isidro, X	
		Chainal, X	
		Huallalupe, X	

Las series

corresponden a:

T.m > 30%.- Ápices micorrizados con *Tuber melanosporum* superior a un 30%

Cont.< 2%.- Ápices micorrizados con otras micorrizas inferior a un 2%

Cont. <30 > 2%.- Ápices micorrizados con otras micorrizas inferior a un 30% y superior a un 2%

Cont. > 30%.- Ápices micorrizados con otras micorrizas superior a un 30%

### III. CUERPO DEL INFORME

1. Cumplimiento de los objetivos del proyecto: descripción del cumplimiento de los objetivos en función de los resultados e impactos obtenidos.

- Desarrollar e implementar tecnologías adecuadas para el cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* vitt.) en Chile, como alternativa productiva y comercial para los pequeños y medianos productores del sector silvoagropecuario.

En términos generales podemos decir que el cultivo de la trufa negra en Chile es una realidad.

- Desarrollar e implementar las técnicas de inoculación y cultivo en vivero para la producción de plantas de encina (*Quercus ilex*), encino común (*Quercus robur*) y avellano europeo (*Corylus avellana*) micorrizadas con *Tuber melanosporum* Vitt., ensayando además la inoculación en especies del género *Nothofagus*.

Las técnicas de inoculación y cultivo de plantas micorrizadas fueron desarrolladas con éxito, incluso en *Nothofagus obliqua*, presentando resultados alentadores. Esto nos permite asegurar que en Chile ya existe la tecnología para la producción de planta micorrizada con estándares internacionales.

- Desarrollar e implementar protocolos para el control del proceso de inoculación y calidad de plantas micorrizadas con *Tuber melanosporum* en vivero, evaluando los niveles de micorrización y así evitar la contaminación con especies del género *Tuber* sin valor comercial.

Los protocolos de cultivo y control de calidad de las plantas micorrizadas implementados resultaron ser efectivos, esto queda demostrado con la baja tasa de infección por otros hongos de micorriza.

---

El certero control de calidad de plantas micorrizadas no aseguro llevar a terreno plantas con altos índices de micorrización con *T. melanosporum*.

- Evaluar la evolución de la micorrización con *Tuber melanosporum* Vitt. en 3 unidades experimentales establecidas bajo diferentes condiciones ambientales y de cultivo.

La evolución de la micorrización en campo alentadora, ya que en la totalidad de los ensayos y plantas muestreadas se encontraron micorrizas de *T. melanosporum*.

Podemos aseverar que entre mas medidas de control de entrada de hongos de micorriza mejores son los resultados de las evaluaciones de índices de infección con *T. melanosporum*.

- Evaluar el potencial de desarrollo de *Tuber melanosporum*, Vitt. como un cultivo en Chile, en relación a los requerimientos ecológicos del hongo, especies simbiotes y perspectivas comerciales.

Podemos decir que las áreas con mayor potencial para el cultivo de *T. melanosporum* se encuentran entre la región metropolitana y la octava región, haciendo énfasis en las condiciones climáticas, ya que estas son inmodificables por hombre. Más al sur, un área optima estará en directa relación con el drenaje del suelo, ya que los niveles de pluviométrica están por sobre los limites permitidos para este cultivo.

En el área con mayor potencial para el cultivo de *T. melanosporum* la principal limitante, en forma natural, son los niveles carbonato de calcio en el suelo. Están por debajo de los requerimientos para este cultivo. Lo que podemos asegurar es que las enmiendas calizas elevan los índices de carbonato de calcio en el suelo, haciendo posible el cultivo de la trufa.

- Difundir y transferir las tecnologías a productores, instituciones, profesionales y técnicos del sector, poniendo a disposición de los organismos competentes los protocolos para el control de calidad de planta micorrizada.

Los protocolos de control de calidad de la planta micorrizada en vivero y en plantaciones desarrollados en este proyecto, nos permiten asegurar que la certificación de plantas micorrizadas con trufa negra y la cuantificación micorrícica en trufas en Chile es posible.

---

---

## RESUMEN EJECUTIVO DE GESTIÓN

Las actividades programadas para la ejecución del proyecto son las siguientes:

1er periodo de Ejecución:

- Construcción y habilitación de invernadero (sistema productivo)
- Gira técnica a zonas truferas y centros de investigación en España
- Obtención del material genético base
- Prospección y preselección de predios para establecimiento de ensayos

2do periodo de ejecución:

- Preparación, internación y conservación del material fúngico
- Germinación y cultivo de plantas en ambiente controlado
- Programa de inoculación controlada con *Tuber melanosporum*
- Prospección y preselección de predios para establecimiento de ensayos
- Actividades de difusión del proyecto (Charla divulgativa y Página web)

3er periodo de ejecución:

- Seguimiento y control del cultivo de planta inoculada en invernadero
- Controles de micorrización preliminares (cualitativo y cuantitativo) en las plantas inoculadas.
- Selección final de sitios para parcelas experimentales
- Preparación de sitio unidades experimentales
- Actividades de difusión del proyecto (Sitio web del proyecto y Publicación Técnica)

4to período de ejecución:

- Control de calidad de la planta inoculada en invernadero (inoculación 2002)
- Aclimatación y preacondicionamiento de plantas para su establecimiento en campo.
- Selección de plantas para su establecimiento en campo
- Producción de un nuevo stock de planta micorrizada (Inoculación 2003)
- Establecimiento de plantaciones experimentales en campo
- Actividades de Difusión (Charla divulgativa y Día de campo)

5to período de ejecución:

- Seguimiento de las plantaciones establecidas del proyecto
  - Evaluación de ensayos de enraizamiento de estacas de avellano europeo
  - Producción de un nuevo stock de planta micorrizada (temporada 2004/2005)
  - Establecimiento de plantaciones experimentales en campo (Temporada 2004)
  - Actividades de difusión del proyecto
-

6to período de ejecución:

- Seguimiento de las plantaciones establecidas del proyecto
- Producción de un nuevo stock de planta micorrizada (temporada 2004-2005)
- Establecimiento de plantaciones experimentales en campo (Temporada 2004)
- Actividades de difusión del proyecto (Día de campo, Charla y Publicación científico-técnica)

7to período de ejecución:

- Manejo y seguimiento de las plantaciones establecidas del proyecto
  - Establecimiento de plantaciones experimentales en campo (Temporada 2005)
  - Evaluación potencial de cultivo de trufa en Chile
  - Actividades de difusión del proyecto (Día de campo y charla de finalización)
-

---

## GESTIÓN TÉCNICA

### 1.- PRIMER PERIODO DE EJECUCIÓN

#### 1.1. CONSTRUCCIÓN Y HABILITACIÓN DE INVERNADERO (sistema productivo)

Para conseguir la implementación de un invernadero adecuado, se contó con el apoyo de los colaboradores españoles del proyecto, además de los conocimientos y experiencia de los profesionales encargados.

El invernadero y equipamiento se adquirieron a la empresa comercial Proamco Ltda. La empresa se encargó de enviar al personal técnico para realizar las instalaciones estructurales y equipamiento interior, mientras tanto personal técnico de la universidad se encargó de las instalaciones adicionales externas, tanto eléctricas como de suministro de agua para riego y gas para calefacción.

Las instalaciones se retrasaron por un mes, respecto a lo programado, en función del pago de la primera cuota del proyecto, lo cual fue gestionado y concretado en enero 2002.



Foto 1. Invernadero instalado en dependencias de la Universidad Católica del Maule

Las instalaciones del invernadero fueron completadas con éxito en mayo del 2002, sin embargo se presentaron problemas en el suministro de energía al invernadero producto de fallas en las instalaciones existentes de la Universidad. Estos problemas se corrigieron en coordinación con el personal de mantención de la institución, y el sistema quedo operando en forma óptima.

---

## 1.2. GIRA TÉCNICA A ZONAS TRUFERAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

La gira realizada, resultó ser un gran aporte para los investigadores y el desarrollo futuro del proyecto. Se logró complementar y profundizar los conocimientos capturados en el programa de consultores calificados financiado previamente por FIA y realizado por el equipo del proyecto en enero del 2001 (Propuesta Código: B-00-16).

Los logros mas importantes obtenidos en la gira fueron los siguientes:

- Conocimiento de las técnicas y operaciones para la producción y control de calidad de planta micorrizada con trufa negra en España.
- Conocimiento de experiencias de campo y principales aspectos de producción en plantaciones truferas españolas.
- Conocimiento de las condiciones ecológicas, aspectos de producción y manejo en montes naturales productores de trufa.
- Obtención de trufa (*Tuber melanosporum* Vitt.) de alta calidad como material base para la introducción y propagación en Chile.
- Establecimiento de contactos con científicos, técnicos y productores con experiencia en el tema.

## 1.3. OBTENCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO BASE (fúngico y vegetal)

La adquisición del material fúngico (trufas), fue coordinada por los colaboradores españoles del proyecto, quienes reservaron el producto a un truficultor confiable y serio de Castellón, España. La colecta, selección y preparación del producto fue realizada durante la gira a España en enero 2002, lo cual tuvo resultados muy satisfactorios, obteniendo un material fúngico de alta calidad para su uso en el programa de inoculación.



Foto 2. Material fúngico obtenido en España

La adquisición del material vegetal (semillas), fue realizado en Chile, con el suministro de INIA Quillamapu y el Centro de Semillas y Árboles Forestales de la Universidad de Chile (CESAF), quienes proporcionaron semillas de las especies avellano europeo (*Corylus avellana*), encina (*Quercus ilex*) y roble (*Nothofagus obliqua*). Las semillas de encina común (*Quercus robur*),

fueron colectadas directamente por personal del proyecto y resultaron ser de la calidad esperada.

#### 1.4. PROSPECCIÓN Y PRESELECCIÓN DE PREDIOS PARA ESTABLECIMIENTO DE ENSAYOS

La preselección de los predios para instalar las parcelas experimentales, se gestionó mediante contactos personales con agricultores y propietarios interesados en el proyecto. No fue necesaria la búsqueda exploratoria de predios, ya que una cantidad suficiente de productores se contacto con la universidad para evaluar la posibilidad de incorporar sus terrenos al proyecto.

Las gestiones para incorporar al proyecto a propietarios agrícolas, se realizaron eficazmente. En una primera etapa de preselección se disponían 9 predios con características apropiadas para establecer las parcelas experimentales, sin embargo las prospecciones y evaluaciones continuaron hasta obtener un pool de 12 predios (enero 2003).

En relación a lo programado en el proyecto, estas actividades se extendieron por más tiempo, sin perjudicar el logro de los resultados, ya que se disponía hasta principios del 2003 para la selección y preparación final de los terrenos, considerando que las parcelas experimentales se establecerían en la Primavera del 2003.

## 2.- SEGUNDO PERIODO DE EJECUCIÓN

### 2.1. PREPARACIÓN, INTERNACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL FÚNGICO

Adquirido el material fúngico en España, este fue conservado en cámara a 4 °C por un período de 6 meses hasta el momento de preparación del inóculo y su internación a Chile.

La formulación y preparación del inóculo fue un aspecto crítico del proyecto, ya que se debió asegurar la calidad y pureza del material y así evitar contaminaciones indeseadas que podrían comprometer los resultados del proyecto.

Los trabajos de recolección, selección, análisis y preparación del material fueron realizados en España por parte del personal que colabora en el proyecto, con lo cual se obtuvo un inóculo de alta calidad para su internación a Chile y su uso en el programa de inoculación.

---



Fotos 3 y 4. Preparación y control de calidad del inóculo fúngico

El material fue internado a Chile con éxito a principios de octubre del 2002 y fue conservado en cámara con temperatura controlada hasta el inicio del programa de inoculación (21 de octubre 2002).

## 2.2. GERMINACIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS EN AMBIENTE CONTROLADO



Fotos 5 y 6. Plantas obtenidas a partir de semillas mediante cultivo controlado en invernadero.

El proyecto consideró la micorrización controlada con *T. melanosporum* para las especies *Q. ilex*, *Q. robur* y *C. avellana*, las cuales son simbiotes naturales de la trufa. Además se realizaron ensayos de inoculación en dos especies nativas del género *Nothofagus*, aspecto de gran interés científico para el proyecto por las implicancias de sus resultados.

A octubre del 2002 se disponía de un stock de 3.000 plantas preparadas para el proceso de inoculación. Estas plantas fueron producidas bajo condiciones de estricta higiene y seguridad para evitar contaminaciones y así favorecer la micorrización con el hongo de interés.

Las técnicas de cultivo utilizadas, se basaron en metodologías usadas en Europa. Sin embargo, se realizaron modificaciones relativas al tipo de sustrato utilizado en la germinación, pre-tratamientos de semillas y condiciones de cultivo, lo cual arrojó buenos resultados.



Foto 7. Control de calidad de plantas previo a inoculación

### 2.3. PROGRAMA DE INOCULACIÓN CONTROLADA CON *Tuber melanosporum*

El equipo de investigación del proyecto se planteó desarrollar una metodología eficaz de micorrización de plantas con *T. melanosporum*, con una reducción de costos que haga accesible el producto al sector productivo nacional y permita sentar las bases para un cultivo en Chile.

Para esto se implementaron metodologías basadas en experiencias europeas, con algunas modificaciones referentes al tipo de sustrato empleado, técnica de inoculación y condiciones de cultivo en invernadero, lo que arrojó resultados satisfactorios.

El programa de inoculación comenzó el 21 de octubre del 2002 y se extendió hasta el 25 de noviembre, ya que se instalaron ensayos, con el fin de determinar a futuro las condiciones óptimas de operación para la producción de planta micorrizada con *T. melanosporum*.



Fotos 8 y 9. Proceso de inoculación y transplante



Fotos 10 y 11. Proceso de inoculación y transplante

#### 2.4. PROSPECCIÓN Y PRESELECCIÓN DE PREDIOS

La preselección de los predios para instalar las parcelas experimentales, se gestionó mediante contactos personales con agricultores y propietarios interesados en el proyecto. No fue necesaria la búsqueda exploratoria de predios, ya que una cantidad suficiente de productores se contactó con la universidad para evaluar la posibilidad de incorporar sus terrenos al proyecto.

Las gestiones para incorporar al proyecto a propietarios agrícolas, se realizaron convenientemente. En una primera instancia se disponían de 9 predios con características apropiadas para establecer las parcelas experimentales, sin embargo, las prospecciones y evaluaciones continuaron hasta obtener un pool de 12 predios (enero 2003).

En relación a lo programado en el proyecto, estas actividades fueron extendidas por más tiempo, sin perjudicar el logro de los resultados, ya que se disponía hasta principios del 2003 para la selección y preparación final de los terrenos, considerando que las parcelas experimentales fueron establecidas en la Primavera del 2003.

---

## 2.5. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Estas actividades se realizaron de acuerdo a lo estipulado en el proyecto, con algunos cambios al calendario. En una primera instancia, solo fue realizada una charla divulgativa, mostrando los avances y resultados preliminares en la ejecución del proyecto. Dicha charla fue realizada en octubre del 2002, cumpliendo con el objetivo esperado.

Otra actividad considerada para el primer año de ejecución era la confección de una página web del proyecto, lo cual fue terminada y publicada previa aprobación de FIA.

El día 31 de octubre del 2002 se realizó una charla en la cual se invitó a diferentes actores del sector productivo, académico e institucional, con el objetivo de difundir los principales aspectos del proyecto durante su ejecución y resultados logrados a esa fecha.

En esa oportunidad se entregó un boletín divulgativo que contenía un resumen ejecutivo del proyecto, además se realizaron presentaciones con apoyo multimedia para difundir los avances logrados a esa fecha.

Se contó con la participación del Vicerrector Académico de la UCM, José Manuel Ortiz, en representación de FIA y el experto en Truficultura del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), de Valencia, España, Santiago Reyna. Como invitados asistieron representantes del sector productivo regional, de empresas del sector, académicos e investigadores de diversas Universidades y profesionales y técnicos del sector institucional.

## 3.- TERCER PERIODO DE EJECUCIÓN

### 3.1. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CULTIVO DE PLANTA INOCULADA EN INVERNADERO

Se efectuaron controles periódicos del proceso de cultivo en invernadero. Esto considero el muestreo periódico de los cepellones para controlar la humedad y a la vez realizar un seguimiento visual de la formación de raíces en las plantas, también se mantuvo un control riguroso del riego, lo que considera el reposo de agua durante 48 horas previo a su aplicación y el control de las dosis de riego por cada aplicación.

Para prevenir el exceso de temperaturas durante el verano, se implementó un sistema de sombreado, el cual consistió en una malla raschel de 65%. Este sistema permitió un normal desarrollo de las plantas durante los meses de verano, ya que se mantuvo controlada la temperatura y la humedad al interior del invernadero y a la vez mantener el programa de riego fijado.

Posterior a la inoculación, el riego se programo en dosis únicas con una frecuencia que consideraba una aplicación cada 4 días. La duración de cada riego fue de 12 minutos, por lo cual, las dosis se mantuvieron entre 13 y 15 lt/m<sup>2</sup>.

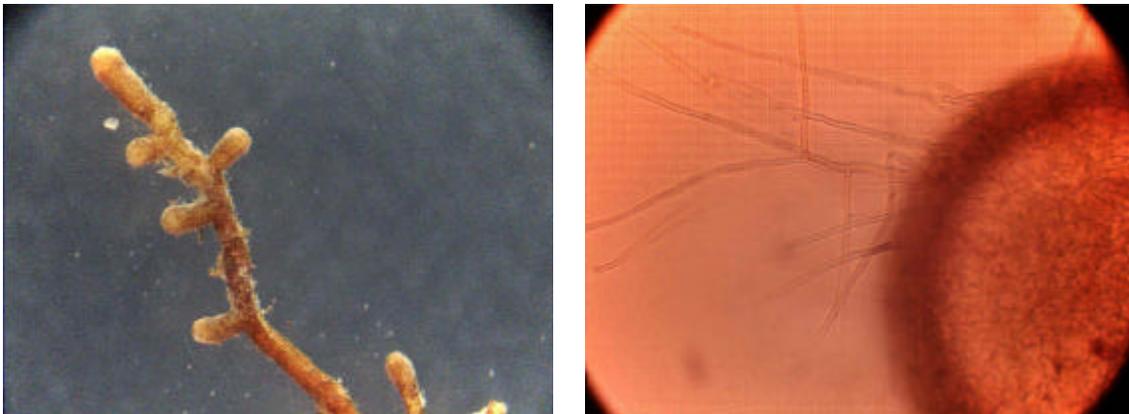
### 3.2. CONTROLES DE MICORRIZACIÓN PRELIMINARES (CUALITATIVO Y CUANTITATIVO) EN LAS PLANTAS INOCULADAS.

---

Se realizó una evaluación preliminar de la micorrización, 6 meses después de las inoculaciones, con lo cual se confirmó la presencia de *T. melanosporum* en casi el 100% de las plantas analizadas. Estos resultados fueron muy prometedores, ya que para evaluar la micorrización, es recomendable un período de incubación de entre 8 a 10 meses posterior a la inoculación.

En cuanto a los niveles de micorrización obtenidos después de 6 meses de incubación, los datos analizados indicaron que *T. melanosporum* presentó un desarrollo consistente en las raíces de las plantas tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp.) como también la especie nativa *Nothofagus obliqua*, obteniéndose altos niveles de micorrización con *T. Melanosporum* y grados de contaminación significativamente bajos.

Para cuantificar los niveles de micorrización, se utilizó una metodología de muestreo y análisis desarrollada por Reyna, 1999. Para la identificación de micorrizas, se analizaron las características anatomorfológicas de la especie, comprobándose que se trata de ectomicorrizas de *T. melanosporum*. La información obtenida en análisis microscópicos fue contrastada con trabajos publicados en bibliografía especializada (Zambonelli, et al 1993; Rausher, Agerer, y Chevalier, 1995; Etayo y de Miguel, 1998; Reyna, 1999). Por otra parte, se contó con el apoyo de un especialista en ectomicorrizas (Dr. Goetz Palfner.), quién prestó apoyo en los trabajos de identificación taxonómica.



Fotos 12 y 13. Morfotipo característico de ectomicorrizas de *Tuber melanosporum*. (Magnificación 30X y 400X respectivamente).

### 3.3. SELECCIÓN FINAL DE SITIOS PARA PARCELAS EXPERIMENTALES

A partir de prospecciones y evaluaciones de los diferentes predios disponibles preseleccionados, se eligieron 5 sitios adecuados para establecer las plantaciones experimentales del proyecto. Sin embargo, el año 2003 se establecieron plantaciones en 2 predios, dejando los restantes para otoño del año 2004 y así evaluar la época de plantación. Para seleccionar estos sitios, se evaluó la información obtenida de análisis de suelo y además características de exposición, pendiente e historial de cultivos. Esta información fue analizada y contrastada con los requerimientos de suelo para la trufa.

Los sitios se encuentran ubicados en fundo Santa Elisa de Parral (perteneciente a la Universidad Católica del Maule), y en el sector de Los Niches (Curicó).

---

Se trabajó en la formulación de los convenios de colaboración con los agricultores, para la correcta ejecución del proyecto en su etapa de campo. La decisión final sobre la selección fue discutida con FIA para su aprobación.

### 3.4. PREPARACIÓN DE SITIO UNIDADES EXPERIMENTALES

La preparación de suelo previo a la plantación consistió básicamente en la rotura del perfil, aplicación de enmienda con cal y arado. Estos trabajos se realizaron convenientemente para uno de los predios disponibles, el cual pertenece a la Universidad Católica del Maule y se encuentra ubicado en Parral (Fundo Santa Elisa).

Los predios de propiedad privada seleccionados, fueron preparados para la plantación, mas tarde, ya que, por las condiciones climáticas imperantes se tuvo que retrasar los trabajos, hasta que los suelos tuvieran un contenido de humedad adecuado, permitiendo de esta manera roturar el suelo e incorporar la cal. Estos trabajos se realizaron los días 17 y 18 de julio del 2003.

### 3.5. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

La página web del proyecto fue publicada a modo de prueba, dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule. Esta página se encontró disponible en la siguiente dirección:

<http://2.ucm.cl/cagrarias/Informac/Fperez/truficultura/index.htm>

Por otra parte se elaboró una publicación técnica denominada "Perspectivas para el cultivo de trufa negra en Chile", la cual aborda aspectos técnicos y económicos para el establecimiento de un cultivo de trufas. Esta publicación se presenta como anexo N° 1 al presente informe.

## 4.- CUARTO PERIODO DE EJECUCIÓN

### 4.1. CONTROL DE CALIDAD DE LA PLANTA INOCULADA EN INVERNADERO (INOCULACIÓN 2002)

Se realizó una segunda evaluación de la micorrización, 10-11 meses después de la inoculación, con lo cual se confirmó la presencia y desarrollo de *T. melanosporum* en el 100% de las plantas analizadas, permitiendo además realizar un seguimiento de los niveles de micorrización en el tiempo.

En cuanto a los análisis de micorrización, los datos obtenidos indicaron que *T. melanosporum* presentó un adecuado desarrollo en las raíces de las plantas tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp y *Corylus avellana*.) como para la especie nativa *Nothofagus obliqua*, obteniéndose buenos niveles de micorrización con *T. melanosporum* y grados de contaminación significativamente bajos (**Información contenida en anexo N°2**).

---

## 4.2. ACLIMATACIÓN Y PREACONDICIONAMIENTO DE PLANTAS PARA SU ESTABLECIMIENTO EN CAMPO

Las plantas micorrizadas obtenidas mediante la inoculación y cultivo en invernadero, fueron sometidas a un proceso de aclimatación al aire libre en vivero. Este proceso se realizó con el objetivo de preacondicionar las plantas para una mejor adaptación fisiológica a las condiciones de stress post transplante en campo. Para tales efectos se acondicionó un sector especial aledaño al invernadero donde se instalaron mesones levantados del suelo, sombrero y sistema de riego, previo a la instalación de las plantas. Las plantas fueron mantenidas en condiciones de vivero al aire libre hasta el momento de su establecimiento en campo, disminuyendo la cantidad de riego aplicado, mediante aportes hídricos irregulares.



Foto 14. Aclimatación de planta micorrizada para su establecimiento en campo

## 4.3. SELECCIÓN DE PLANTAS PARA ESTABLECIMIENTO EN CAMPO

Para el establecimiento de las primeras unidades experimentales de campo, se realizó una selección del material vegetal en base a las características morfológicas (Altura y DAC), aspecto y condiciones fitosanitarias del stock de vivero, tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp. y *C. avellana*) y nativas (*N. obliqua*). Además se consideró como principal factor en la selección, los resultados de micorrización obtenidos en los diferentes lotes de producción (Lotes según especie). De acuerdo a los resultados de micorrización obtenidos, *N. glauca* fue la única especie donde se obtuvo resultados inadecuados (bajos niveles de micorrización), con lo cual se descartó la posibilidad de establecer esta especie en las unidades experimentales de campo.

## 4.4. PRODUCCIÓN DE PLANTA MICORRIZADA (Temporada 2003/2004)

### 4.4.1 Propagación de plantas en invernadero

De acuerdo a los resultados de micorrización obtenidos en los trabajos anteriores, se seleccionó para la segunda temporada de inoculación, las especies *Q. ilex*, *C. avellana* y *N. obliqua*. De estas especies se adquirieron las semillas necesarias para la propagación de un stock suficiente de plantas con el objetivo de generar una mayor cantidad de material vegetal micorrizado y así poder extender las unidades de campo.

Por otra parte se diseñaron ensayos de propagación vegetativa, mediante enraizamiento de estacas de la especie avellano europeo (*C. avellana*), en camas especiales bajo condiciones de invernadero. Esto permitió obtener un mejor método de propagación de esta especie, ya que las tasas de germinación son bajas, permitiendo además seleccionar cultivares de interés, homogeneizar la calidad del material vegetal y ensayar la micorrización con trufa (*T. melanosporum*) en plantas obtenidas a partir de estacas enraizadas.

A octubre del 2003 se disponía de un stock de 2.800 plantas producidas desde semillas, preparadas para el proceso de inoculación 2003/2004. Estas plantas fueron propagadas bajo estrictos controles de higiene y seguridad para evitar contaminaciones y así favorecer la micorrización con *Tuber melanosporum*.



Fotos 15 y 16. Plantas obtenidas a partir de semillas mediante cultivo en sustrato inerte bajo condiciones de invernadero.

#### 4.4.2. Importación inóculo de trufa negra

Los trabajos de recolección, selección, análisis y preparación del material fúngico (Trufas) fueron realizados en España por parte del personal que colabora en el proyecto, con lo cual se obtuvo un inóculo de alta calidad para su internación a Chile y su uso en el proceso de inoculación durante la segunda temporada de producción de planta (2003/2004).

El material fue internado con éxito a Chile y se utilizó inmediatamente en el proceso de inoculación.

#### 4.4.3. Proceso de inoculación y transplante (Temporada 2003/2004).

Como parte de la I+D del proyecto, se introdujeron algunas adaptaciones con respecto a las técnicas de inoculación y cultivo utilizadas anteriormente. Estas adaptaciones consistieron en el desarrollo de mezclas de sustratos inertes basados en turba, además del uso de fertilizantes de liberación controlada, con el objetivo de desarrollar un medio de crecimiento estándar que sea más homogéneo y repetible para su uso en micorrización controlada con trufa.

Por otra parte, en conjunto con los colaboradores españoles del proyecto se realizaron modificaciones en la formulación del inóculo de trufa, principalmente en lo referente a la concentración del producto, disminuyendo la cantidad de coadyuvante (Talco inerte) a utilizar en la mezcla del inóculo.

La aplicación del inóculo a las plantas se ejecutó en diciembre del 2003, debido a que se dejó crecer las plantas en invernadero hasta que estas presenten un desarrollo radical adecuado para el proceso.

El inóculo empleado en este proceso consistió en una mezcla homogénea de trufa (*T. melanosporum*) seca y molida a la que se agregó un coadyuvante (Talco inerte) en proporción 1:1. En total se preparó una cantidad de 1.000 g. de la mezcla.

#### 4.5. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO

##### 4.5.1. Gestiones de selección predios y establecimiento.

De los sitios elegidos, se establecieron dos plantaciones, una en Parral y la segunda en el sector de Chequenlemu, Los Niches. El sitio de Maitenes (San Clemente) fue establecido en abril del 2004.

Por otra parte, se gestionó la participación de 10 propietarios más, los cuales fueron incorporados al proyecto en su etapa de campo, incluyendo además algunos predios en otras zonas del país (Ej: Panguipulli, X Región). Estos predios disponibles fueron evaluados en cuanto a sus características de suelo y clima, para el establecimiento de plantaciones truferas, además se consideraron la capacidad de gestión técnica y financiera de los propietarios para llevar a cabo el manejo posterior de las plantaciones.

Para la concreción de los acuerdos de participación, se efectuaron negociaciones individuales con cada uno de los propietarios, con el objetivo de delimitar las condiciones de participación y financiamiento compartido del proyecto en su etapa de campo.

Como resultado de estas gestiones se redactó un convenio marco, el cuál respaldó los aportes de cada participante y además permitió garantizar el cumplimiento adecuado de las actividades del proyecto en su etapa de campo.

##### 4.5.2. Trabajos de plantaciones

Los trabajos de plantación de las primeras 2 parcelas demostrativas del proyecto se realizaron con éxito a fines de octubre del 2003.

---

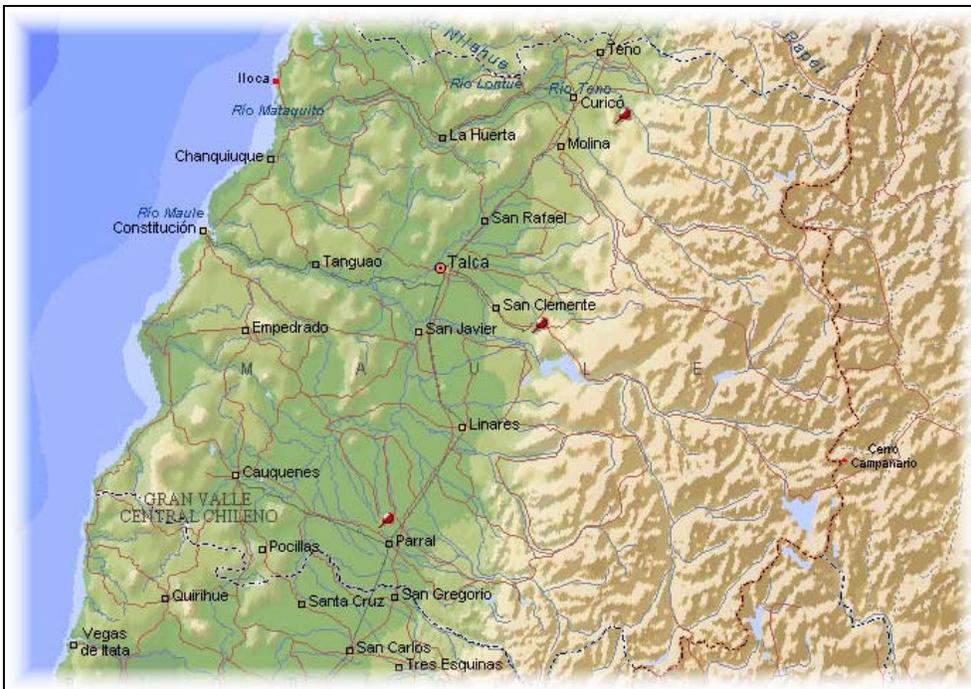


Foto 17. Mapa de ubicación de los primeros sitios donde se instalaron las parcelas demostrativas del proyecto



Fotos 18 y 19. Detalle de sitios e instalación de las plantas micorrizadas en campo.

#### 4.6. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Para generar un mejor acceso a la información relativa al proyecto, la página web del proyecto fue actualizada periódicamente. Esta página web se encontró disponible dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule y se podía acceder a ella, a través de la siguiente dirección:

<http://www.ucm.cl>

---

Se elaboró una publicación en inglés, denominada "Introduction and cultivation of *Tuber melanosporum* Vitt. in Chile", la cuál fue presentada en el 3<sup>rd</sup> International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms. Victoria, British Columbia, Canada, August 16-22, 2003. B.C. Ministry of Forest, Royal Roads University (eds.) 2003. **(Publicación contenida en anexo N°3)**.

En diciembre 2003 se realizó una charla en la cual se invitó a diferentes actores del sector productivo, académico e institucional, con el objetivo de difundir los principales avances del proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha **(Anexos 4)**.

## 5.- QUINTO PERIODO DE EJECUCIÓN

### 5.1.- SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS DEL PROYECTO

#### 5.1.1. Monitoreo de pH

Los predios establecidos en la temporada 2003 fueron monitoreados en su pH con el fin de poder ver la fluctuación de este en el tiempo y así poder tener una buena base de información para la toma de decisiones en el futuro, es decir, cuando corregir nuevamente el pH.

#### 5.1.2. Pre - evaluación de la micorrización en campo

Se realizó una pre-muestra en dos predios, con el fin de poder determinar el momento ideal para realizar los muestreos definitivos.

#### 5.1.3. Análisis de laboratorio (análisis de micorrizas)

En todas las muestras analizadas se encontraron micorrizas de *T. melanosporum* en distintos niveles de concentración.

### 5.2. EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Avellano europeo*

El ensayo se evaluó cuantitativa y cualitativamente, a fines de octubre del 2004, por lo cual los resultados finales se presentan en el siguiente periodo.

### 5.3. PRODUCCIÓN DE PLANTA MICORRIZADA (Temporada 2004/2005)

#### 5.3.1. Obtención y preparación material vegetal (semillas)

De acuerdo a los resultados de micorrización obtenidos en los trabajos anteriores, se seleccionó para la tercera temporada de inoculación, las especies *Q. ilex* y *C. avellana*. De estas especies se adquirieron las semillas necesarias para la propagación de un stock suficiente de plantas con el objetivo de generar una mayor cantidad de material vegetal micorrizado y así poder extender las unidades de campo.

#### 5.3.2. Germinación y cultivo de plantas en ambiente controlado

---

---

A octubre del 2004 se esperaba tener un stock de a lo menos 1000 plantas producidas desde semillas, preparadas para el proceso de inoculación 2004/2005. Estas plantas fueron propagadas bajo estrictos controles de higiene y seguridad para evitar contaminaciones y así favorecer la micorrización con *T. melanosporum*.

#### 5.4. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO

##### 5.4.1. Selección y preparación de sitios plantaciones 2004

En este periodo se seleccionaron 3 nuevos sitios a plantar, 2 ubicados en Duao (cerca de Talca) y 1 en Fundo huallero (Panguipulli), en terrenos de productores privados.

Estos sitios fueron seleccionados a partir de evaluaciones de las características de suelo y además de exposición, pendiente e historial de cultivos. Esta información fue analizada y contrastada con los requerimientos de suelo para la trufa.

En estos 3 sitios se establecieron las plantaciones. Además se estableció el sitio de Maitenes (San Clemente).

Por otra parte se gestiono la participación de 4 propietarios más, los cuales fueron incorporados al proyecto en su etapa de campo. Estos predios disponibles se han evaluado en cuanto a sus características de suelo y clima, para el establecimiento de plantaciones truferas, se considero la capacidad de gestión técnica y financiera de los propietarios para llevar a cabo el manejo posterior de las plantaciones.

Para la concreción de los acuerdos de participación, se efectuaron negociaciones individuales con cada uno de los propietarios, con el objetivo de delimitar las condiciones de participación y financiamiento compartido del proyecto en su etapa de campo.

Como resultado de estas gestiones se firmaron los acuerdos de participación de cada propietario, el cuál respaldó los aportes de cada participante y permitió garantizar el cumplimiento adecuado de las actividades del proyecto en su etapa de campo.

##### 5.4.2. Trabajos de plantación

Los trabajos de plantación de las 3 parcelas demostrativas seleccionadas se realizaron con éxito a mediados del 2004.

#### 5.5. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

La página web del proyecto fue actualizada periódicamente; con noticias de truficultura, resultados del proyecto, actividades de difusión y más información que permitió acercar la truficultura a productores y agentes interesados. Información que fue apoyada por imágenes y fotografías. Esta página web se encuentra disponible dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule y puede accederse a través de la siguiente dirección:

<http://www.ucm.cl>

---

---

## 6.- SEXTO PERIODO DE EJECUCIÓN

### 6.1. SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS DEL PROYECTO

#### 6.1.1. Monitoreo de pH

Los predios con plantaciones experimentales establecidas fueron monitoreados en su pH, con análisis en las fechas de Noviembre 04 y Marzo 05, tal seguimiento permitió un conocimiento general de las variaciones presentadas por los predios, con el fin de realizar evaluaciones del comportamiento de este parámetro, aportando información para una mejor toma de decisiones en la planificación a corto y mediano plazo.

#### 6.1.2. Evaluación de la micorrización en campo

Las muestras de raíces de plantaciones se obtuvieron de la evaluación de la micorrización en campo (primavera 2004), y permiten un análisis general de la evolución de la trufera establecida.

#### 6.1.3. Análisis de laboratorio

Se realizó una evaluación en dos predios establecidos en la temporada 2003, lo que permitió obtener mejores técnicas de análisis e información que permiten tener un conocimiento general de la presencia de formaciones micorrícicas en el suelo.

Todas las especies evaluadas en terreno, para ambos predios, presentaron micorrizas de *T. melanosporum*, sin embargo, micorrizas contaminantes fueron un acompañante indiscutido en la mayor parte de las especies.

### 6.2. PRODUCCIÓN E INOCULACIÓN DE PLANTA (Temporada 2003-2004)

#### 6.2.1. Evaluación de ensayos de enraizamiento de estacas de Avellano europeo

La evaluación de ambos ensayos realizados dio positiva, cuantitativa y cualitativamente, con diferencias significativas que se presentaron en los resultados finales.

#### 6.2.2. Inoculación de plántulas con *T. melanosporum*

Como resultado de las experiencias anteriores se desarrolló un sustrato que reunía todas las condiciones necesarias para el buen desarrollo del micelio de *T. melanosporum*. Estas adaptaciones consistieron en el desarrollo de mezclas de sustratos basados en tierra calcárea, además del uso de fertilizantes de liberación controlada (Osmocote®) y sustratos inorgánicos, con el objetivo de desarrollar un medio de crecimiento que sea repetible en micorrización controlada con *T. melanosporum*.

La aplicación del inóculo se ejecutó en diciembre 2004, debido a que se dejó crecer las plantas en invernadero hasta que estas presentaron un desarrollo radical adecuado para el proceso.

El inóculo empleado en este proceso consistió en una mezcla homogénea de trufa (*T. melanosporum*) seca y molida a la que se agregó un coadyuvante (Talco inerte).

#### 6.2.3. Seguimiento y evaluaciones plantas inoculadas (temporada 2004)

---

---

Un alto número de muestras analizadas, de las plantas de vivero, presentaron micorrizas de *T. melanosporum*, en distintos niveles de concentración.

El muestreo de raíces en vivero se realizó con el fin de determinar la calidad de plantas producidas, según sus niveles de micorrización con *T. melanosporum*.

### 6.3. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO (Temporada 2004)

#### 6.3.1. Selección y preparación de sitios plantaciones primavera 2004

En este periodo se seleccionaron 4 sitios a plantar, 2 ubicados en cercanías de La Unión, 1 en Lanco 1 en Coyhaique, en terrenos de productores privados.

Estos sitios fueron seleccionados a partir de evaluaciones de las características de suelo y además de exposición, pendiente e historial de cultivos. Esta información fue analizada y contrastada con los requerimientos de suelo para *T. melanosporum*.

Estos predios tienen la particularidad de tener un suelo alcalino, con un pH por sobre los 7,6 puntos, con roca madre caliza, igual como los suelos en donde crece naturalmente *T. Melanosporum*.

Para la concreción de los acuerdos de participación, se efectuaron negociaciones individuales con el propietario, con el objetivo de delimitar las condiciones de participación y financiamiento compartido del proyecto en su etapa de campo.

#### 6.3.2. Trabajos de plantación (primavera 2004)

Los trabajos de plantación de las 3 parcelas demostrativas seleccionadas fue realizado con éxito a mediados de septiembre de 2004.

### 6.4. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

El día de campo planificado para este periodo fue postergado para la primera semana de mayo, con el objetivo de poder recopilar muestras de raíces de la plantación que se visitaría, Predio "El Canelo" sector de Duao, y de esta manera tener información global del estado de la trufera.

Como resultado de la gestión del coordinador alterno, Rómulo Santelices, se pudo asistir a las 11° jornadas Técnicas Forestales y Ambientales que se realizaron en El Dorado, Misiones Argentina el 7, 8 y 9 de octubre de 2004.

Se elaboro una publicación científico técnica, la cual fue aceptada para ser publicada en el segundo congreso de ciencias forestales desarrollado en la Universidad Austral de Chile en los días 10, 11 y 12 de noviembre de 2004.

En conjunto con el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule se desarrollo una actualización en conjunto del sitio WEB, con el objetivo de entregar de mejor forma los avances del proyecto, resultados obtenidos y nuevas fotografías tomadas en trabajos

---

---

recientes, de manera de mostrar una información real y dinámica, motivando el interés y conocimiento del público objetivo.

## 7.- SEPTIMO PERIODO DE EJECUCIÓN

### 7.1. MANEJO Y SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS DEL PROYECTO

#### 7.1.1. Monitoreo de pH

En este periodo se continuo con el monitoreo de pH de los predios establecidos, con análisis en las fechas de Julio y Noviembre del año 2005, tal seguimiento permitió un conocimiento general de las variaciones presentadas.

Con las medidas obtenidas, más el pH inicial del predio, se construyo una tabla que permitió graficar la tendencia de encalado. Con el fin de realizar evaluaciones del comportamiento de este parámetro, aportando información para una mejor toma de decisiones en la planificación a corto y mediano plazo.

#### 7.1.2. Muestreo de las raíces en plantaciones

Las muestras de raíces de plantaciones se obtuvieron de la evaluación de la micorrización en campo y permiten un análisis general de la evolución de la trufera establecida.

Las tomas de muestras se repartieron entre los meses de Abril, Julio, Septiembre, Noviembre y Diciembre del 2005, dependiendo de las condiciones climáticas de la región y las condiciones edáficas del predio. Estas condiciones fueron también restrictivas para una segunda evaluación en algunos predios.

#### 7.1.3. Análisis de la micorrización

Todas las muestras obtenidas fueron evaluadas dentro de un periodo de cinco días desde la toma en terreno, lo cual permitió un análisis mas preciso, con una muestra en fresco. Esta información permitió tener un conocimiento general de la presencia de formaciones micorrícicas en el suelo.

Todas las especies evaluadas en terreno, para ambos predios, presentan micorrizas de *Tuber melanosporum*, sin embargo, micorrizas contaminantes son un acompañante indiscutido en la mayor parte de las especies, en distintos niveles según la especie y el predio.

#### 7.1.4. Labores de poda.

Se capacito a los encargados de las plantaciones en los trabajos de poda. La poda se ejecuto según las necesidades de cada planta.

### 7.2. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO (Temporada 2004)

- a) Selección y preparación de sitios plantaciones primavera 2005
-

---

En este periodo se selecciono 1 nuevo sitio a plantar, ubicados en cercanías de La Unión, en terrenos de uno de nuestros asociados.

Estos sitios fueron seleccionados a partir de evaluaciones de las características de suelo y además de exposición, pendiente e historial de cultivos. Esta información fue analizada y contrastada con los requerimientos de suelo para *T. melanosporum*.

Para la concreción de los acuerdos de participación, se han efectuado negociaciones individuales con el propietario, con el objetivo de delimitar las condiciones de participación y financiamiento compartido del proyecto en su etapa de campo.

b) Trabajos de plantación (primavera 2005)

El propietario fue instruido por personal del equipo técnico, el cual le entrego las herramientas necesarias para realizar la plantación.

### 7.3. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

#### 7.3.1. Día de campo

En Mayo del 2005 se realizó el día de campo, al cual se invitó a diferentes actores del sector productivo, académico e institucional, con el objetivo de difundir los principales avances del proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha. (anexo 7.1 invitación)

#### 7.3.2. Publicación científico técnica

Se presento una publicación en el 4º Workshop Internacional sobre Hongos Micorrícicos Comestibles, que se realizo en Murcia, España, entre el 29 de noviembre y el 2 de diciembre de 2005. El trabajo lleva por nombre "INITIAL DEVELOPMENT OF A TRUFFIÈRE IN CENTRAL CHILE" (Anexo 7.2). Este fue presentado en forma oral y escrito por el señor Santiago Reyna.

#### 7.3.3. Actualizar sitio WEB

En conjunto con el departamento de ciencias forestales de la Universidad Católica del Maule se ha desarrollado una actualización del sitio WEB, con el objetivo de entregar de mejor forma los avances del proyecto, resultados obtenidos y nuevas fotografías tomadas en trabajos recientes, de manera de mostrar una información real y dinámica, motivando el interés y conocimiento del publico objetivo. Esta nueva actualización estará disponible a fines de mayo 2005.

#### 7.3.4. Ceremonia de Finalización

En diciembre del 2005 se realizo la ceremonia de clausura del proyecto, la cual tuvo como principal base presentar los resultados logrados (anexo 7.3 invitación).

Se contó con la presencia de el Sr. Tomás García Huidobro, representante de FIA, Sr. Francisco Pérez, Director del proyecto, Dr. Gotees Palfner, Investigador, propietarios perteneciente al proyecto, representantes del sector productivo regional, de empresas del sector y académicos e investigadores de diversas Universidades.

---



---

## GESTIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

Al comparar con el presupuesto aprobado del proyecto y los flujos mensuales, el primer semestre de ejercicio se presentó con un saldo a favor del aporte FIA de **\$9.542.970**, lo cual puede explicarse por las siguientes razones:

El pago de la primera cuota por parte de FIA se realizó en enero del 2002, lo cual retrasó algunas compras programadas, generando un saldo acumulado, además no fue necesario la contratación de un técnico permanente durante el primer período (noviembre 01/abril 02).

El segundo período de ejercicio (mayo a octubre del 2002) se presenta con un saldo a favor del aporte FIA de **\$11.106.697**, ya que se reprogramaron gastos que fueron realizados entre noviembre 2002 y diciembre 2002. Estas recalendarizaciones de gastos no afectaron la ejecución normal del proyecto.

Durante el tercer período de ejercicio (noviembre 2002 a abril del 2003) se presentó un saldo a favor del aporte FIA de **\$3.374.221**. Este saldo se debió a algunas reprogramaciones de gastos, principalmente de insumos de campo, cuyas adquisiciones se realizaron dentro de este periodo. Estas reprogramaciones no afectaron el desarrollo normal del proyecto.

Durante el cuarto período de ejercicio (mayo 2003 a enero del 2004) se presentó un saldo a favor del aporte FIA de **\$1.160.027**. Este saldo se debió a algunas reprogramaciones de gastos, principalmente de insumos de campo, servicios y gastos de movilización y viáticos, cuyas adquisiciones se realizaron durante el período en curso. Estas reprogramaciones no afectaron el desarrollo normal del proyecto.

Durante el quinto período de ejercicio (febrero 2004 a agosto del 2004) se generó un saldo para el próximo periodo de **\$2.253.116**. En este periodo además se incorporaron 9 agentes asociados al proyecto en su etapa de campo, de los cuales se rindió dentro de este periodo gastos y aportes de solo 3 de estos, quienes llevaron mayores avances en el establecimiento de las plantaciones. El aporte del agente ejecutor en este periodo ascendió a **\$10.119.151** y el aporte de terceros fue de **\$4.891.540**.

Durante el sexto período de ejercicio (septiembre 2004 a marzo 2005) se generó un saldo para el próximo periodo de **\$ 6.650.948**. Este periodo se caracterizó por tener una fuerte inversión de los agentes asociados, ya que el capital invertido en el establecimiento de las plantaciones trufas es fuerte. Dicho aporte ascendió a **\$ 21.657.640**.

Durante el séptimo periodo (Abril 2005 a diciembre 2005) se generó un saldo para el próximo periodo de **\$ - 9.071.251**. Este periodo se caracterizó por la extensión del proyecto por dos meses. La causa de esta extensión se debió a las malas condiciones climáticas, con las cuales era imposible realizar la toma de muestras de micorrizas en terreno.

---

---

## **TEXTO PRINCIPAL**

### **I. SITUACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consideró en una primera etapa, la producción de planta micorrizada con *T. melanosporum* en ambiente controlado, lo cuál comenzó con la implementación y puesta en marcha del sistema productivo (invernadero). Por otra parte se considero para el primer año de ejecución, la evaluación y selección de propietarios que incorporaron sus predios al proyecto para establecer las parcelas experimentales.

A noviembre del 2001, se coordino con los proveedores contactados, la adquisición del material genético (semillas y trufas), equipamiento e insumos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, además se trabajó en la puesta a punto de los aspectos operacionales del proyecto.

En coordinación con los colaboradores españoles, se programaron las visitas y reuniones de trabajo para la gira a España, lo cual se realizó en enero del 2001.

En mayo del 2002, se dispuso de toda la implementación necesaria para iniciar el cultivo de plantas, tanto las instalaciones de invernadero como equipamiento e insumos.

Las operaciones en invernadero se iniciaron con la germinación y cultivo previo del material vegetal, lo cual tuvo como objetivo obtener un stock adecuado de plantas y una calidad óptima del material de cara a la micorrización con *Tuber melanosporum*, Vitt.

A principios del segundo semestre de ejecución se disponía de 6 predios con características adecuadas para establecer los ensayos de campo, los cuales fueron establecidos en primavera del 2003.

En noviembre del 2002 se inició la etapa de inoculación en invernadero, lo cual consideró su posterior control y seguimiento hasta la obtención de planta micorrizada. Este proceso estaba programado para finalizar en septiembre del 2003.

Al iniciar el tercer semestre de ejecución se disponía de 9 predios preseleccionados para el establecimiento de plantaciones experimentales, sin embargo, las evaluaciones continuaron durante este período.

Al iniciar el cuarto período de ejecución se disponía del primer análisis de micorrización de las plantas inoculadas el 2002, lo cual arrojó buenos resultados.

Por otra parte, al inicio del período se disponía de 5 predios adecuados para el establecimiento de plantaciones, de los cuales sólo 2 predios se encontraban preparados para su establecimiento.

Al iniciar el quinto período de ejecución se disponía del primer análisis de micorrización de las plantas establecidas el 2003, el cual arrojó buenos resultados preliminares.

Por otra parte, al inicio del período se disponía de 6 predios adecuados para el establecimiento de plantaciones, de los cuales sólo 3 predios se encontraban preparados para su establecimiento.

En este periodo se comenzó una de las etapas más críticas del proyecto, como lo es la evaluación de la evolución de las micorrizas de *T. melanosporum* en campo.

---

Al iniciar el sexto período de ejecución se disponía del primer análisis de micorrización de las plantas establecidas en terreno el 2003, lo cual arrojó buenos resultados preliminares.

Por otra parte, al inicio del período se dispone de 4 predios adecuados para el establecimiento de plantaciones, de los cuales sólo 3 predios se encontraban preparados para su establecimiento.

En el último período de ejecución del proyecto se finalizaron las evaluaciones en terreno, incorporando los 10 predios, de los cuales los análisis arrojaron micorrización de *T. Melanosporum* positiva para todas las especies establecidas, el monitoreo de pH realizado arrojó una tendencia de encalado que permitió conocimiento general de las variaciones presentadas por los predios.

Finalmente con la información recopilada se realizó una evaluación potencial del cultivo de trufa negra en Chile.

## **II. ACTIVIDADES Y TAREAS EJECUTADAS**

### **IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTA**

#### **1.1 Instalación de invernadero**

Se construyó y habilitó un invernadero tipo túnel con dimensiones de 8.3 m ancho x 15 m. largo y 4.2 m. altura.

Para el control de las condiciones del ambiente de cultivo, se instaló un sistema de ventilación y control de temperatura mediante dos unidades de enfriamiento y una caldera a gas de combustión indirecta para calefacción, además un sistema de riego automático por microaspersión.

El invernadero se instaló en dependencias del vivero de la Universidad Católica del Maule, ubicado en el Campus San Miguel, Talca, Chile.

La ejecución de las instalaciones fue realizada por personal de la empresa proveedora con la supervisión de profesionales del proyecto.

---



Fotos 20 y 21. Aspecto general de Invernadero (mayo 2002)

Como medida de higiene, se implementó una antecámara que lleva dentro un pediluvio de concreto para la desinfección a la entrada y salida del invernadero con uso de Hiclorito sódico (7%), además el piso de invernadero fue cubierto con una malla antimaleza (Covertex ®).

Se instaló malla antiáfidos 50 Mesh, en las bocas de los equipos cooling, ventana de extracción de aire y ventanas laterales del invernadero.

Por otra parte la calidad del agua de riego fue controlada estrictamente. Para esto se adecuó el suministro de agua clorada que se dejaba reposar en un estanque de almacenamiento para que pierda el cloro residual antes de ingresar al invernadero, además se instaló filtros para el agua de riego.

Todas estas medidas tenían como objetivo lograr condiciones de higiene y seguridad que permitieran el desarrollo adecuado del hongo de inoculación y disminuyan los riesgos de contaminaciones con otros hongos que puedan competir con *T. Melanosporum* dentro del ambiente de cultivo.

## PREPARACIÓN, INTERNACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL INÓCULO

### 2.1. Preparación del inóculo (ver informe anexo)

- Se adquirió un total 3 Kg de trufas *Tuber melanosporum*, las cuáles fueron recolectadas en España, en conjunto con los colaboradores españoles del proyecto.
- Las trufas fueron desinfectadas y posteriormente se analizó cada una en laboratorio para certificar la especie y calidad del material.
- Finalmente el material fue laminado, deshidratado y almacenado para su conservación hasta el momento de internación a Chile.
- Los trámites de internación fueron realizados con el SAG.

### 2.2. Internación del material

La internación del inóculo a Chile no presentó inconvenientes. El SAG exigió la información básica del material, en cuanto a especie, variedad, origen y aspectos fitosanitarios, no considerando cuarentena para la introducción. Los trámites realizados se describen a continuación:

---

El material se importó por vía aérea, ya en el país este se sometió a inspección fitosanitaria en el lugar de ingreso, donde se presentó la guía aérea, factura de compra y certificado fitosanitario oficial, emitido en el país de origen (España). Se debió cancelar un valor aduanero, y de bodegaje. Los trámites realizados en España fueron hechos por el CEAM. Ya inspeccionado el material en Chile, el SAG ratificó que el material cumple con todos los requisitos de internación y posteriormente se procedió a trasladar el inóculo al lugar de propagación (Universidad católica del Maule).

### 2.3. Conservación del inóculo

Ya adquirido el material en Chile (agosto 2002), se procedió a almacenarlo herméticamente en cámara a fría (4°C) para su conservación hasta el momento de inoculación (octubre/noviembre 2002). Estas acciones tienen el objetivo de prevenir contaminaciones y mantener la viabilidad del inóculo esporal.

## 1. ADQUISICIÓN Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS

### Encina (*Quercus ilex*, spp *ballota*)

Se adquirió un total de 6 kg de esta especie al proveedor CESAF, dependiente de la Universidad de Chile. La colecta se efectuó en mayo del 2002 por parte del personal técnico de la institución proveedora.

### Encino común (*Quercus robur*)

Esta especie fue colectada directamente por personal del proyecto entre los días 19 y 30 de abril del 2002, completando un total de 7 kg de semilla. La semilla colectada fue desinfectada y almacenada en cámara hasta el momento de la siembra (junio 2002).

### Avellano europeo (*Corylus avellana*)

Las semillas de avellano fueron proporcionadas por INIA Quilamapu. La colecta fue realizada en febrero-marzo, por parte del personal de INIA.

Posteriormente las semillas se almacenaron en cámara en dependencias de la institución proveedora hasta su traslado al lugar de propagación (Talca).

## GIRA TÉCNICA A ESPAÑA

### 4.1 Lugar (es) donde se desarrolló la Gira (Ciudad, Localidad, Región):

Valencia, Paterna, Quart de Poblet (Valencia), El Toro, Barracas (Castellón), Viver (Castellón), Zaragoza (Aragón), Valonsadero (Soria), Villaciervos, Navaleno (Soria), Pamplona, Olite (Navarra).

### 4.2 Ejecución y coordinación:

---



## 4.3 Itinerario desarrollado

<b>Día</b>	<b>Lugar</b>	<b>Actividad</b>	<b>Contactos</b>
16 ene	Avión	Viaje	
17 ene	Valencia	Instalación en hotel en Valencia	
18 ene	Valencia	Visita a CEAM y reunión de trabajo del proyecto.	a) M. Millan b) Ramón Vallejo c) Santiago Reyna D. d) Laura Folch C.
19 ene	Valencia Castellón Valencia	Visita a Plantaciones truferas, montes naturales productores de trufa en Castellón ( El Toro, Barracas), cosecha de trufas para internar a Chile. Reunión con presidente de truficultores de Castellón. Visita a vivero de producción de planta trufera en Viver (Castellón)	e) Eliseo Palomar, f) Jose Luis Carbó,
20 ene	Valencia	Día libre	
21 ene	Valencia Zaragoza Soria	Visita Centro Investigación ( SIA. Servicio de Investigación Agraria) en Zaragoza, Gobierno de Aragón. Reunión de trabajo con el Dr. Carlos Palazón, visita a plantación trufera experimental, laboratorios y viveros de producción de planta trufera	g) Carlos Palazón E. h) Juan Barriuso i) Antonio Delgado
22 ene	Soria Soria	Visita Centro de Investigación Forestal de Valonsadero en Soria. Reunión con investigadores y directora del Centro Dra. Ana Hernández. Visita a trabajos proyecto LIFE y truferas naturales, cosechas de trufas	j) Ana Hernandez
23 ene	Soria Villaciervos Pamplona	Visita plantación trufera de empresa Arotz-Catesa en Villaciervos (700 hectáreas) y viveros. Reunión con director Técnico de la explotación D. Pedro Carbajo.	k) Pedro Carbajo
24 ene	Pamplona pamplona	Reunión con equipo de trabajo de truficultura, Universidad de Navarra (Depto Botánica) e Instituto Técnico de Gestión Agrícola	l) Ana. M. de Miguel M Luisa Etayo Reimundo. Saez
25 ene	Pamplona Pamplona	Visita a plantaciones truferas en Navarra	A. de Miguel R. Saez
26 ene	Pamplona Valencia	Regreso a Valencia	
27 ene	Valencia	Día libre	
28 ene	Valencia	Visita banco de semillas y viveros forestales de Quart de Poblet, Valencia	m) Antoni Marzo
29 ene	Valencia	Reuniones de trabajo en Fundación CEAM	
30 ene	Valencia	Reuniones Conselleria de medioambiente de la Comunidad valenciana y Universidad Politécnica de Valencia. Reunión de trabajo con investigadores y técnicos del Gobierno Regional Valenciano.	n) Juan Uriol Luis Velasco F. Galiana
31 ene	Valencia	Trabajos del proyecto en CEAM : Metodologías de análisis de Micorrizas y Análisis del material de propagación a internar a Chile (Trufas)	S. Reyna D. L. Folch C.
1 feb	Valencia Chile	Regreso a Chile	

4.4. De acuerdo al programa ejecutado se establecieron los siguientes contactos:

- a) Director Ejecutivo Fundación CEAM, Valencia, España [millan@ceam.es](mailto:millan@ceam.es)
- b) Director Programa Investigación Forestal, Fundación CEAM [ramonv@ceam.es](mailto:ramonv@ceam.es)
- c) Investigador asociado al proyecto, Programa Truficultura, Fundación CEAM [santiago@ceam.es](mailto:santiago@ceam.es)
- d) Investigador y apoyo técnico Proyecto Truficultura, Fundación CEAM [laura@ceam.es](mailto:laura@ceam.es)
- e) Viverista, productor de planta micorrizada (Vivertruf), Presidente de Truficultores de Castellón, España.
- f) Viverista, productor de planta micorrizada, Viver, Castellón España
- g) Dr. Ingeniero Agrónomo, grupo de trabajo en truficultura, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Unidad de Sanidad Vegetal, Zaragoza, Gobierno de Aragón, España. [cpalazon@aragob.es](mailto:cpalazon@aragob.es)
- h) Técnico, grupo de trabajo truficultura, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Unidad de Sanidad Vegetal, Zaragoza, Gobierno de Aragón.
- i) Universidad de Zaragoza. Esc. Politécnica de Huesca, Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Huesca, España. [barriuso@posta.unizar.es](mailto:barriuso@posta.unizar.es)
- j) Directora Centro de Investigación Forestal de Valonsadero, Soria. [Valonsad@ctv.es](mailto:Valonsad@ctv.es)
- k) Gerente técnico empresa Arotz-Catesa, Navaleno, Soria [navaleno@arotz.es](mailto:navaleno@arotz.es)
- l) Dra. Grupo de trabajo de truficultura, Depto Botánica-Fac. Ciencias, Universidad de Navarra, Pamplona. [amiguel@unav.es](mailto:amiguel@unav.es)
- m) Banco de Semillas Forestales, Quart de poblet, Valencia. [banc.llavors@cma.m400.gva.es](mailto:banc.llavors@cma.m400.gva.es)
- n) Jefe del Servicio de Gestión Forestal, Conselleria de Medioambiente, Generalitat Valenciana. [juan.uriol@cma.m400.gva.es](mailto:juan.uriol@cma.m400.gva.es)

4.5. Resultados de actividades de la gira

- Se conocieron in situ las técnicas y operaciones para la producción y control de calidad de planta micorrizada con trufa negra en España.
- Se conocieron los resultados de experiencias de campo y principales aspectos de producción en plantaciones truferas españolas.
- Se conocieron condiciones ecológicas, aspectos de producción y manejo en montes naturales productores de trufa.
- Se obtuvo trufa de alta calidad como material base para la introducción y propagación en Chile.
- Se establecieron contactos con científicos, técnicos y productores que trabajan en truficultura.

## PROSPECCIÓN Y PRESELECCIÓN DE PREDIOS

5.1 Coordinación de las visitas y trabajos de terreno:

- Se contactó personalmente a los propietarios disponibles y se coordinaron las visitas a los predios.
- Se realizaron visitas a los predios para evaluar in situ las condiciones de éstos.
- De cada predio se seleccionaron a priori los sitios a evaluar, de acuerdo a la disponibilidad de terrenos por parte de los propietarios.
- En cada visita, se tomaron muestras de suelo de los sitios para su análisis en laboratorio, sin embargo algunas visitas a terreno constataron la necesidad de descartar

inmediatamente algunos predios, por sus características inadecuadas de suelo, topografía, vegetación existente e historial previo de cultivo.

## 5.2 Información de propietarios preseleccionados y valores de análisis de suelos:

Los análisis de suelo, los realizo el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca (Facultad de Agronomía), quiénes prestaron un servicio adecuado a los requerimientos del proyecto.

### 5.2.1 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Nelson Antonio Castro Vázquez  
 Profesión : Agricultor  
 RUT :  
 Nombre del predio : Parcela 34  
 Comuna y Localidad : San Víctor álamos, Linares  
 Dirección, Fono-Fax : Parcela 34 San Víctor álamos, fono: 09-7416117

#### Resultado del Análisis de Suelo

Nombre o razón social. : NELSON CASTRO V.

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH	Ca cmol/kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	C/N
43751	Parc. 34	5 B	0,39	10 M	144 M	9,10	6,26 mAC	7,85	0,159	1,04	0,308	13,56

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
43751	Parc. 34	38	47,3	14,7	Franco

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTROmAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

### 5.2.2 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Yves Paul Steinmetz  
 Profesión : Empresario agrícola  
 RUT : 48.024.621-7  
 Nombre del predio : Rinconada Maitenes  
 Comuna y Localidad : San Clemente, maitenes  
 Dirección, Fono-Fax : Villa Esmeralda Sur Parcela F, Talca Tel: 241089

#### Resultado del Análisis de Suelo

**Nombre o razón social. : YVES PAUL STEINMETZ ( SOC. AGRICOLA )**

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH
43752	1	1 B	0,12	8 B	113M	2,11	5,94 mAC

CÓDIGO	POTRERO	Ca cmol7kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	C/N
43752	1	5,75	0,199	1,49	0,222	10,16

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
43752	1	28	41,3	30,7	Franco Arcilloso

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

### 5.2.3 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Soc . Ana Maria Ibarra Cerda  
 Profesión : Agricultor  
 RUT : 77.686.320-3  
 Nombre del predio : Parcela 51  
 Comuna y Localidad : San Víctor Alamos, Linares  
 Dirección, Fono-Fax : Parcela 51, Fono: 09-7991425

Resultado del Análisis de Suelo

**Nombre o razón social. : SOC. AN MARIA IBARRA CERDA**

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	P ppm	M. O. %	pH	Ca cmol7kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	C/N
43750	Parc. 51	5 B	0,37	12 M	7,88	5,93 mAC	7,22	0,127	0,71	0,298	12,37

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
43750	Parc. 51	42	41,3	16,7	Franco

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

### 5.2.4 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Carlos Sanhueza  
 Profesión : Técnico Agrícola/Agricultor

RUT :  
 Nombre del predio : Parcela 1 San José, Colín.  
 Comuna y Localidad : Sector Colín, Comuna de Maule.  
 Dirección, Fono-Fax : 4 ½ Oriente B, N° 2410, Talca, Fono:225009

Resultado del Análisis de Suelo:  
 Nombre o razón social: Carlos Sanhueza

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	K ppm	P ppm	M. O. %
44636	Colin	3 B	0,094	118 M	19 A	1,45

CÓDIGO	POTRERO	pH	Ca Cmol/kg	Ca %	Mg Cmol/kg	Mg %	C/N
44636	Colin	6,67 NEU	6,73	0,199	2,22	0,216	8,94

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
44636	Colin	45,9	23,4	20,7	Franco Arcillo Arenoso

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO      mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R : CON RIESGO

### 5.2.5 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Javier Lira , Agrícola Rio Melado  
 Profesión : Ingeniero Agrónomo  
 RUT : 77.583.330-0  
 Nombre del predio : Rio Melado  
 Comuna y Localidad : Longaví, Lomas de la Tercera  
 Dirección, Fono-Fax : Casilla 335, Buin, Tel: 02-8243702, Fax: 02-8241899

**NOMBRE O RAZÓN SOCIAL : JAVIER LIRA**

Resultado del Análisis de Suelo:

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH
44192	1	1B	1,08	5 MB	119 M	3,99	6,58 NEU

CÓDIGO	POTRERO	CaO Cmol/kg	CaO %	Mg cmol/kg	Mg %	C/N
44192	1	3,32	0,124	1,30	0,210	6,12

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
44192	1	60,7	32	7,3	Franco arenoso

MA : MUY ALTO

A : ALTO

M : MEDIO

B : BAJO

MB : MUY BAJO

NEU : NEUTRO

mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO

S/R : SIN RIESGO

C/R: CON RIESGO

## 5.2.6 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Claudio Waddington

Profesión : Agricultor

RUT :

Nombre del predio : Parcela 14

Comuna y Localidad : Los Maitenes, Retiro

Dirección, Fono-Fax : Parcela 14 Fono: 73-551015

**NOMBRE O RAZÓN SOCIAL : CLAUDIO WADDINGTON**

Resultado del Análisis de Suelo:

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	N %	P ppm	K ppm	M. O. %
44193	PARC 14	1 B	0,15	4 MB	254 A	7,03

CÓDIGO	POTRERO	pH	Ca cmol/kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	C/N
44193	PARC 14	6,17 mAC	4,35	0,156	1,29	0,212	10,32

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
44193	PARC 14	48	36,7	15,3	Franco

MA : MUY ALTO

A : ALTO

M : MEDIO

B : BAJO

MB : MUY BAJO

NEU : NEUTRO

mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO

S/R : SIN RIESGO

C/R: CON RIESGO

### 5.2.7 Antecedentes del propietario / sitio

Nombre del agricultor : Alejandro Opázo Plaza  
 Profesión : Agricultor  
 Nombre del predio : Parcela 1 Pencahue  
 Comuna y Localidad : Sector Pencahue  
 Dirección, Fono-Fax : Fono:673170

Resultado del Análisis de Suelo:  
 Nombre o razón social: Alejandro Opazo

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	P ppm	N %	M. O. %	pH
45496	Pencahue	6 B	55 MA	0,90	2,26	6,68 NEU

CÓDIGO	POTRERO	Ca cmol/kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	R/C N	K ppm
45496	Pencahue	6,04	0,54	1,59	0,48	1,46	476 MA

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
45496	Pencahue	40	39,9	20,1	Franco

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO      mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

### 5.2.8 Antecedentes del propietario/sitio

Nombre del agricultor : Javier Fuenzalida  
 Profesión : Agricultor / EMPRESARIO  
 Nombre del predio : Agroindustrial Chimbarongo  
 Comuna y Localidad : San Juan de la Sierra, Chimbarongo  
 Dirección, Fono-Fax : San Juan de la Sierra, Tel: 72-716500  
 Fax: 72- 716502  
[agrochim@terra.cl](mailto:agrochim@terra.cl)

## Resultado del Análisis de Suelo:

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	P ppm	N %	M. O. %	pH
46514	San Juan de la Sierra	3 B	40 MA	0,24	5,35	6,59 NEU

CÓDIGO	POTRERO	Ca Cmol/kg	Ca %	Mg cmol/kg	Mg %	R/C N	K ppm
46514	San Juan de la Sierra	6,80	0,63	1,05	0,88	12,95	235 A

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
46514	San Juan de la Sierra	50	33,3	16,7	Franco

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO    mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

## 5.2.9 Antecedentes del propietario / sitio

Nombre del agricultor      : Leonardo Torres  
 Profesión                      : Agricultor  
 Nombre del predio            : Los Montes  
 Comuna y Localidad         : Vilches bajo, San Clemente

## Resultados análisis de suelo

CÓDIGO	POTRERO	N ppm	P ppm	K ppm	K cmol/Kg.	M. O. %	pH	C.E dS/m
47372	3	20 B	27 MA	299 MA	0,76 A	3,67	6,28 mAC	0,121 S/R

CÓDIGO	POTRERO	Ca cmol/kg	Zn ppm	Mg cmol/kg	R/C N	N %
47372	3	6,27 M	1,92 A	2,59 A	13,56	0,157

CÓDIGO	POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
47372	3	33,9	38,7	27,4	Franco

MA : MUY ALTO      A : ALTO      M : MEDIO      B : BAJO      MB : MUY BAJO  
 NEU : NEUTRO    mAC : MODERADAMENTE ÁCIDO      S/R : SIN RIESGO  
 C/R: CON RIESGO

## 6. GERMINACIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS EN AMBIENTE CONTROLADO

Semillas previamente desinfectadas de las especies *Q. ilex*, *Q. robur*, *C. avellana* y *Nothofagus sp.* fueron sembradas y germinadas en cajas plásticas ventiladas, rellenas con una mezcla de sustrato perlita / vermiculita (1:1), el cual se mantiene semihumedecido permanentemente mediante riego por micro aspersion. Las cajas fueron dispuestas levantadas del suelo sobre mesas de acero galvanizado al interior de invernadero.

Las características de los componentes del sustrato son las siguientes:

Perlita A-6: densidad (100 – 120kg/m<sup>3</sup>), cantidad (1 m<sup>3</sup>)

Vermiculita media: densidad (80 – 100 kg/m<sup>3</sup>), cantidad (1 m<sup>3</sup>)



Fotos 22 y 23. Germinación de plántulas dentro de invernadero

Las fechas de siembra variaron según la especie y disponibilidad de semilla. Las semillas de *Q. robur* y *Q. ilex* fueron sembradas entre el 22 y 30 de mayo del 2002, mientras que *C. avellana* y *Nothofagus sp.* se sembraron el 6 de junio del 2002.

El cultivo se realizó en un invernadero de 126 m<sup>2</sup> de superficie, con cubierta de polietileno transparente de 4 temporadas, con piso recubierto con una malla anti-malezas (Covertex®) de color negro. Las plantas se distribuyeron en cajas sobre 4 mesones de 6 m de largo a una altura media del suelo de 80 cm. El riego fue distribuido por micro aspersion de 360° y surtido por un controlador de riego. El agua utilizada en el proceso fue clorada y reposada por 48 horas en un estanque adicional.



Fotos 24 y 25. Aspecto general del cultivo en invernadero

Para controlar la calidad del material vegetal de cara a la inoculación con *T. melanosporum*, se tomaron periódicamente muestras al azar de plantas, analizando su sistema radical mediante equipos de microscopía y comprobando la ausencia de hongos contaminantes previo a la inoculación.



Fotos 26 y 27. Análisis de raicillas (Control de contaminaciones) . A la derecha se observan raicillas mediante lupa binocular donde se muestra la ausencia de ectomicorizas.

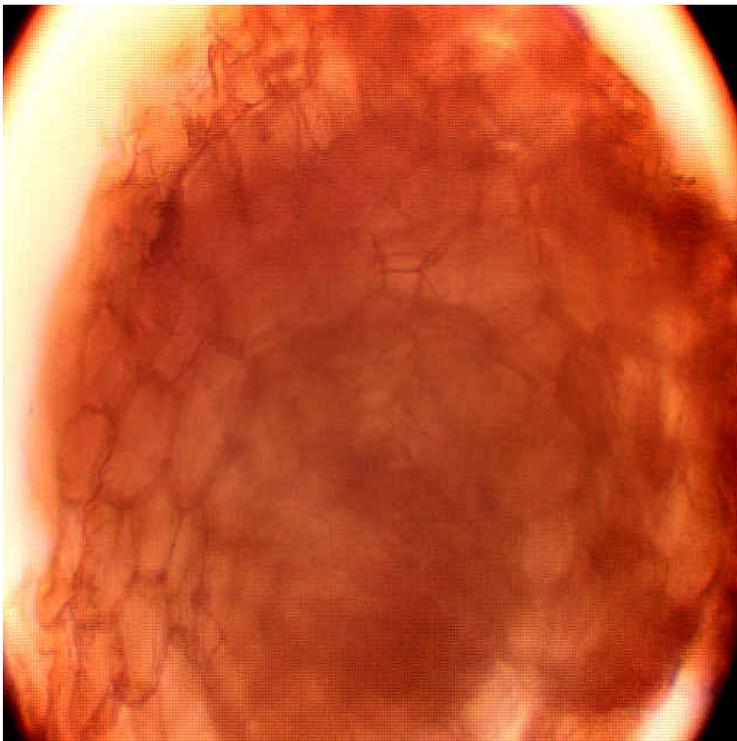


Foto 28. Corte transversal de raicilla de *Quercus robur*. Se observa la ausencia de manto y Red de Hartig, confirmando la ausencia de ectomicorizas (Magnificación 40X).



Foto 29. Aspecto general de raicillas de *Q. robur* libres de infección con hongos de ectomicorriza

## 7. PROCESO DE INOCULACIÓN CON *Tuber melanosporum* Vitt.

La producción artificial de planta micorrizada con *T. melanosporum*, es una de las bases sobre las que se sustenta la truficultura actual. Desde que a finales de los años 60, la labor conjunta entre la Universidad de Turín (Italia) y el INRA de Clermont-Ferrand (Francia), permitió el establecimiento de un método eficaz para la producción de plantas micorrizadas con dicho hongo, han sido muchos los años transcurridos sin que los detalles de dicha metodología se hayan divulgado. De hecho a lo largo de los años se han producido diversas modificaciones, referentes a los contenedores, al tipo de sustrato y al método de inoculación empleado, intentando una mayor seguridad y eficacia en la micorrización.

Las instalaciones necesarias no sólo requieren equipamiento como invernaderos, desinfectadora de suelos, control de temperatura, laboratorios con equipos de microscopía, estufas y cámaras de incubación, sino que deben extremar las medidas para evitar contaminaciones indeseables, que pueden arruinar toda una campaña.

El proceso de inoculación empleado en el proyecto se basó en experiencias europeas, introduciendo modificaciones y adaptaciones referentes al tipo de sustrato empleado, técnica de inoculación y condiciones del cultivo en invernadero.

El programa de inoculación comenzó el 21 de octubre del 2002 y se extendió hasta el 25 de noviembre, ya que se instalaron ensayos, con el fin de determinar a futuro las condiciones óptimas de operación para la producción de planta micorrizada con *Tuber melanosporum*.

El inóculo empleado en este proceso consistió en una mezcla homogénea de trufa (*Tuber melanosporum*) seca y molida a la que se agregó un coadyuvante (Talco inerte) en proporción 1:4. En total se preparó una cantidad de 3.000 g. de la mezcla.



Fotos 30 y 31. Proceso de inoculación y transplante

Todo el proceso de inoculación y transplante fue realizado al interior del invernadero y las plantas fueron mantenidas en cultivo dentro de este, hasta la etapa de establecimiento en campo (primavera 2003).

Los contenedores utilizados para el cultivo de las plantas inoculadas son de 3 tipos:

- Bandeja Quickpot ® 12 T/18: Este tipo de contenedor es una bandeja plástica importada que consta de 12 alveolos con volumen de 650 cc. cada uno. Es un contenedor de forma de pirámide truncada que presenta estrías laterales interiores para evitar el espiralamiento de la raíz y aperturas basales para producir autopoda radical.

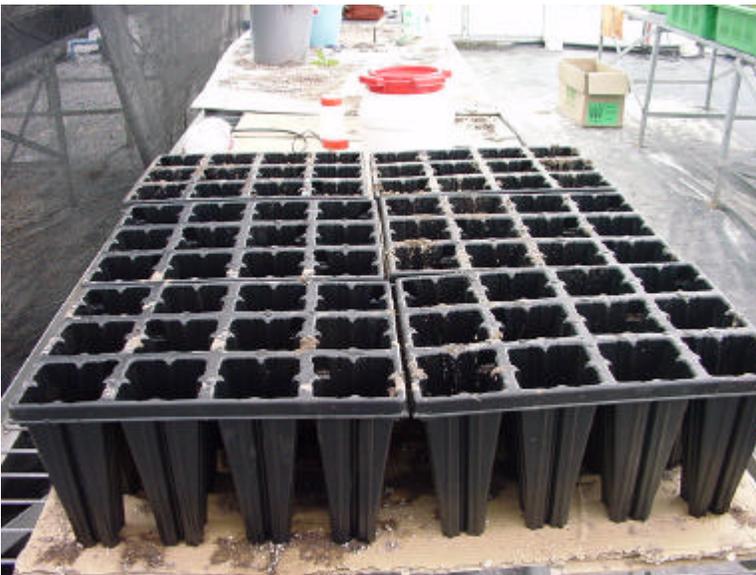


Foto 32. Envase Quickpot ®

- Contenedor Fullpot ® : Es un envase individual de 450 cc. de volumen, con forma rectangular que presenta estrías laterales antiespiralamiento que permite su apertura para monitoreo de raíces.
- Bolsa plástica (1650 cc.) Dimensiones 15 x 25 cm.: Esta envase se eligió como alternativa para cultivar planta restante de la especie *Q. robur*, debido a que parte de la producción de esta especie presentó un mayor volumen radicular, además con el objetivo de disminuir costos de producción y evaluar el comportamiento de la planta inoculada en este tipo de envase.

### CANTIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA INOCULADA:

Bandejas Quickpot (650 cc): Cada planta cultivada en este tipo de contenedor se inoculó con 1 gr de trufa + coadyuvante, excepto para los ensayos de concentración de inóculo.

Especie	Cantidad de plantas
<i>Quercus ilex</i>	384
<i>Quercus robur</i>	456
<i>Corylus avellana</i>	216
<b>Total</b>	<b>1056</b>

Contenedor Fullpot (450 cc): Cada planta cultivada en este tipo de contenedor se inoculó con 0,5 gr de trufa+coadyuvante, excepto los ensayos de concentración de inóculo.

Especie	Cantidad de plantas
<i>Quercus ilex</i>	550
<i>Quercus robur</i>	237
<i>Corylus avellana</i>	120
<i>Nothofagus glauca</i>	126
<i>Nothofagus obliqua</i>	100
<b>Total</b>	<b>1133</b>

Bolsa plástica 15x25 cm (1650 cc): Cada planta cultivada en este tipo de envase se inoculó con 1 g. de trufa + coadyuvante. Este tipo de envase se utilizó solo para *Q. robur*, donde se inoculó un total de 200 plantas.

De acuerdo a los datos anteriores se obtuvo un stock de producción de **2.385** plantas inoculadas con *T. melanosporum*, lo cual fue de acuerdo con los objetivos de producción del proyecto.

## 8. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CULTIVO DE PLANTA INOCULADA

Cambio de boquillas de riego y expansión de la 3ª línea de riego (21 y 29 Noviembre)



Foto 33. Sistema de riego



Se reemplazaron las boquillas por otras que regaban más homogéneamente y se expandió la tercera línea de riego en la cual se instalaron plantas inoculadas en bolsa (1,6 lt).

#### Organización de las plantas y ensayos (segunda semana Noviembre)

Se organizaron las plantas dentro del invernadero con el fin de homogenizar por especie y requerimientos de luz y riego.

1ª Línea: *Corylus avellana*

2ª Línea: *Quercus robur* en bandejas Quickpot de 650 cc por alvéolo

3ª Línea: Ensayo dosis de inoculo en *Quercus ilex*, bandejas Quickpot de 650 cc por alvéolo: *Quercus robur* en bolsa de 1,6 lt

4ª Línea: *Quercus ilex* en Contenedor Fullpot de 450 cc

#### Instalación de un estanque adicional reposador de agua clorada (25 Noviembre)

Se instalo un estanque de 1.000 cc, con el propósito de poder reposar el agua de la red agua potable para que pierda el cloro.



Foto 34. Deposito de agua

#### Sombreado



Foto 35. sombreado de invernadero

**Se construyo con el fin de reducir la incidencia solar y poder regular de mejor forma la temperatura al interior del invernadero en la temporada de verano.**

Las características principales de dicho sombreador fueron:

- Dimensión: 8,1 m x 17 m
- Malla raschell: 65 % cobertura
- Altura: 5,1 m
- Cortinas laterales plegables

Instalación: segunda semana de diciembre de 2002

Desinstalación: segunda semana de abril de 2003

#### Mortalidad de las plantas

Especie	Envase	Mortalidad Nº plantas
<i>Q. ilex</i>	450 cc	16
<i>Q. ilex</i>	650 cc	2
<i>Q. robur</i>	450 cc	0
<i>Q. robur</i>	650 cc	0
<i>C. avellana</i>	450 cc	0
<i>C. avellana</i>	650 cc	0

Algunas plantas de *Q. robur* presentaron defoliación, pero sin muerte.

Se efectuaron controles periódicos del proceso de cultivo en invernadero. Esto consideró el muestreo periódico de los cepellones para controlar la humedad y a la vez realizar un seguimiento visual de la formación de raíces en las plantas. También se mantuvo un control riguroso del riego, lo que consideró el reposo de agua durante 48 horas previo a su aplicación y el control de las dosis de riego por cada aplicación.



Foto 36. Control del cepellón de la planta

Posterior a la inoculación, el riego se programo en dosis únicas con una frecuencia que consideró una aplicación cada 4 días. La duración de cada riego fue de 12 minutos, por lo cual, las dosis se mantuvieron entre 13 y 15 lt/m<sup>2</sup>. en la superficie de cultivo.

## 9. CONTROL DE CALIDAD DE LA PLANTA INOCULADA EN INVERNADERO

### 9.1. Primer Control

Para lograr un control adecuado de la calidad de la planta inoculada con *T. melanosporum* se efectuó el análisis de micorrización a cada uno de los lotes de plantas, entendiendo por lote, el conjunto de plantas que tienen: una misma procedencia de la semilla, fecha de siembra, se inoculan con el mismo material y reciben las mismas prácticas de cultivo.

**Se realizó un análisis preliminar de micorrización de la planta inoculada con *T. melanosporum*, para las especies *Q. ilex*, *Q. robur* y *N. obliqua*, después de 6 meses de incubación en invernadero.**

En cuanto a los niveles de micorrización obtenidos después de 6 meses de incubación, los datos analizados indicaron que *T. melanosporum* presentó un desarrollo consistente en las raíces de las plantas tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp.) como también la especie nativa *N. obliqua*, obteniéndose altos niveles de micorrización con *T. Melanosporum* y grados de contaminación significativamente bajos.

Los procedimientos empleados para el análisis y los resultados son presentados en informe anexo N° 2.

## 9.2. Segundo Control (inoculación 2002)

Se realizó una segunda evaluación de la micorrización, 10-11 meses después de la inoculación, con lo cual se confirmó la presencia y desarrollo de *T. melanosporum* en el 100% de las plantas analizadas, permitiendo además realizar un seguimiento de los niveles de micorrización en el tiempo.

En cuanto a los análisis de micorrización, los datos obtenidos indican que *T. melanosporum* presentó un adecuado desarrollo en las raíces de las plantas tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp y *C. avellana*.) como también la especie nativa *N. obliqua*, obteniéndose buenos niveles de micorrización con *T. melanosporum* y grados de contaminación significativamente bajos.

Para cuantificar los niveles de micorrización, se utilizó una metodología de muestreo y análisis desarrollada por Reyna, 1999, que consistió en un muestreo volumétrico de los cepellones y posterior análisis mediante lupa binocular, realizando un conteo de las ectomicorrizas para estimar el N° de micorrizas de trufa por planta. Para la identificación de la especie de hongo, se analizaron las características morfoanatómicas de las ectomicorrizas, comprobándose que se trata de micorrizas de *T. melanosporum*. La información obtenida en análisis microscópicos fue contrastada con trabajos publicados en bibliografía especializada (Zambonelli, et al 1993; Rausher, Agerer, y Chevalier, 1995; Etayo y de Miguel, 1998; Reyna, 1999). **(Información contenida en anexo N°1).**



Foto 41. Micorrizas de *T. melanosporum*



Foto 42. Micorrizas de *T. melanosporum*

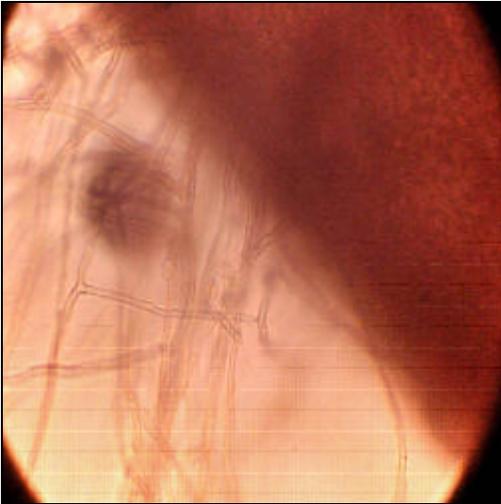


Foto 43. Cistidios de *T. melanosporum*



Foto 44. Cistidios de *T. melanosporum*

Fotos 41, 42, 43 y 44. rango de características morfoanatómicas de las micorrizas de *Tuber melanosporum* para las plantas inoculadas en invernadero.

## 10. SELECCIÓN DE SITIOS PARCELAS EXPERIMENTALES

Los sitios seleccionados se ubicaron en el fundo Santa Elisa de Parral (perteneciente a la Universidad Católica del Maule), y en los sectores de Los Niches (Curicó) y Maitenes (San Clemente), en terrenos de productores privados.

Se trabajó en la formulación de los convenios de colaboración con los agricultores, para la correcta ejecución del proyecto en su etapa de campo. La decisión final sobre la selección fue discutida con FIA para su aprobación.

Por otro lado, se dispuso de 2 predios adicionales, candidatos para establecer plantaciones experimentales en otoño del 2004.



Foto 37. Mapa que muestra la ubicación de los sitios (Puntero de color rojo)

#### Coordinación de las visitas y trabajos de terreno:

- Se realizaron visitas a los predios para evaluar in situ las condiciones de éstos.
- En cada visita, se tomaron muestras de suelo de los sitios para su análisis en laboratorio, además se analizaron las características de topografía, vegetación existente e historial previo de cultivo.

#### Información los sitios seleccionados:

Los análisis de suelo, se realizaron el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Talca (Facultad de Agronomía), quienes prestaron un servicio adecuado a los requerimientos del proyecto.

#### **FICHA DE ANTECEDENTES DE LA PARCELA/PROPIETARIO**

##### **Antecedentes del agricultor/propietario**

Nombre del agricultor: Luis Molina Torres

Profesión : Agricultor

RUT :  
 Ubicación : 35° 05' Sur 71° 0,5' Oeste  
 Nombre del predio : Chequenlemu  
 Comuna y Localidad : Curicó, (Chequenlemu, Sector Los Niches)  
 Dirección, Fono-Fax : Kilómetro 25.6 camino Curico-Chequenlemu

#### Antecedentes Técnicos

Tipo de potrero:  
 Secano  
 Riego  X  
 Cultivo anterior Alfalfa  
 ¿Qué hace con rastrojos o residuos  
 del cultivo anterior?  
 X Quema  
 No quema e incorpora animales  
 Incorpora residuos al suelo  
 Pendiente y orientación de parcela 2 % Pendiente, Orientación Norte

NOTAS: El propietario presenta una buena capacidad de gestión, tanto técnica como de recursos para aportar al proyecto.

#### FICHA DE ANTECEDENTES DE LA PARCELA/PROPIETARIO

##### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del Propietario : Universidad Católica del Maule  
 Giro : Educación  
 RUT : 71.918.300-K  
 Nombre del predio : Santa Elisa  
 Ubicación : 36 ° 8' Sur 71° 50' Oeste  
 Comuna y Localidad : Parral  
 Dirección, Fono-Fax : Avenida San Miguel 3605, Talca, Fono:71-203500

##### Antecedentes Técnicos

Tipo de potrero:  
 Secano  
 Riego  X  
 Cultivo anterior y Rendimiento: Barbecho  
 ¿Qué hace con rastrojos o residuos?  
 X Quema  
 No quema e incorpora animales  
 Incorpora residuos al suelo  
 Pendiente y orientación de parcela 8% Pendiente, Orientación Sureste

#### FICHA DE ANTECEDENTES DE LA PARCELA/PROPIETARIO

##### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor: Yves Paul Steinmetz  
 Profesión : Empresario agrícola

RUT : 48.024.621-7  
 Nombre del predio : Rinconada Maitenes  
 Ubicación : 35° 35' Sur 71° 25' Oeste  
 Comuna y Localidad : San Clemente, maitenes  
 Dirección, Fono-Fax : Villa Esmeralda Sur Parcela F, Talca Tel: 071-245089

#### Antecedentes Técnicos

Tipo de potrero:  
 Secano  
 Riego X  
 Cultivo anterior \_\_\_\_\_ Trigo \_\_\_\_\_  
 ¿Qué hace con rastrojos o residuos  
 del cultivo anterior?  
 X Quema  
 No quema e incorpora animales  
 Incorpora residuos al suelo

Pendiente y orientación de parcela 10 % Pendiente, Orientación Noreste

NOTAS: El propietario presenta una buena capacidad de gestión, tanto técnica como de recursos para aportar al proyecto.

#### OTROS CANDIDATOS PRESELECCIONADOS

##### FICHA DE ANTECEDENTES DE LA PARCELA/PROPIETARIO

#### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor : Javier Fuenzalida Briceño  
 Profesión : Agricultor / EMPRESARIO  
 Nombre del predio : Agroindustrial Chimbarongo  
 Ubicación : 34° 44' Sur 70° 58' oeste  
 Comuna y Localidad : San Fernando, San Juan de la Sierra  
 Dirección, Fono-Fax : San Juan de la Sierra, Tel: 72-716500  
 Fax: 72- 716502  
 e-mail : [agrochim@terra.cl](mailto:agrochim@terra.cl)

#### Antecedentes Técnicos

Tipo de potrero:  
 Secano  
 Riego X  
 Cultivo anterior y Rendimiento: \_\_\_\_\_ Barbecho \_\_\_\_\_

Pendiente y orientación de parcela \_\_\_\_\_ plano \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: BUENA CAPACIDAD DE GESTIÓN Y FINANCIERA

##### FICHA DE ANTECEDENTES DE LA PARCELA/PROPIETARIO

#### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor : Javier Lira , Agrícola Rio Melado  
 Profesión : Ingeniero Agrónomo

RUT	: <u>77.583.330-0</u>
Nombre del predio	: <u>Rio Melado</u>
Ubicación	: <u>36 ° 3' Sur 71° 38' Oeste</u>
Comuna y Localidad	: <u>Longaví, Lomas de la Tercera</u>
Dirección, Fono-Fax	: <u>Casilla 335, Buin, Tel: 02-8243702, Fax: 02-8241899</u>
<b>Antecedentes Técnicos</b>	
Tipo de potrero:	Secano
Riego	X
Cultivo anterior:	<u>Barbecho, antes cereal</u>
Pendiente y orientación de parcela	<u>3%</u>
OBSERVACIONES: BUENA CAPACIDAD DE GESTIÓN Y FINANCIERA	

## 11. PREPARACIÓN DE SITIO UNIDADES EXPERIMENTALES

La preparación de suelo previo a las plantaciones consistió básicamente en la rotura del perfil, aplicación de enmienda con cal y arado. Estos trabajos se realizaron convenientemente para uno de los predios disponibles, el cual pertenece a la Universidad Católica del Maule y se encuentra ubicado en Parral (Fundo santa Elisa).

Los predios de propiedad privada seleccionados, fueron preparado mas tarde para la plantación, ya que, por las condiciones climáticas imperantes se retrasaron los trabajos, hasta que los suelos tuviesen un contenido de humedad adecuado, permitiendo de esta manera roturar el suelo e incorporar la cal. Estos trabajos se coordinaron para el mes de julio del 2003.

**Para cumplir con dicho objetivo se planteó aumentar el pH de los suelos de las zonas seleccionadas para el establecimientos de los ensayos, ya que todos los sitios presentan pH inferiores a los requeridos, ver cuadro siguiente:**

Sector	Lugar	pH
<b>Pre-cordillera Curicó</b>	<b>Chequenlemu</b>	<b>6.12</b>
<b>Pre-cordillera Talca</b>	<b>Sanatorio-Maitenes</b>	<b>5.94</b>
<b>Parral</b>	<b>Parral</b>	<b>6.45</b>

### 11.1 Fundamentos empleados para Corregir el pH del suelo

#### Selección del material encalante

Los principales factores considerados en la elección del correctivo calcáreo son los siguientes:

- Poder relativo de neutralización
  - Valor de neutralización
  - Eficiencia relativa (Granulometría)

- Aporte de otros elementos

### Poder relativo de neutralización

Este valor va a depender de su valor de neutralización, el que esta estrechamente ligado a su composición química, y su eficiencia relativa que depende del grado de fineza del material encalante.

### Valor de neutralización

Este valor indica la capacidad potencial correctiva del material calcáreo. En la práctica el valor de neutralización se relaciona con la cantidad a ser aplicada. Con un alto valor de neutralización se requiere aplicar menor cantidad de enmienda calcárea.

A primera vista se puede inferir que cuando mayor es el valor de neutralización, expresado en equivalentes de  $\text{CaCO}_3$  de un correctivo, mejor es su calidad. Ver cuadro siguiente:

Valor de neutralización de algunas enmiendas calcáreas:

Enmienda Calcárea	Fórmula	Valor neutralización equivalente $\text{CaCO}_3$
Carbonato de calcio	$\text{CaCO}_3$	1,00
Carbonato de magnesio	$\text{MgCO}_3$	1,19
Dolomita	$\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$	1,09
Oxido de calcio (Cal virgen)	$\text{CaO}$	1,79
Oxido de magnesio	$\text{MgO}$	2,48
Hidróxido de calcio (Cal apagada)	$\text{Ca(OH)}_2$	1,36
Hidróxido de magnesio	$\text{Mg(OH)}_2$	1,72
Cal de conchas	$\text{CaCO}_3$	1,79

### Eficiencia relativa (Granulometría)

La eficiencia de los materiales encalantes va a depender del tamaño de las partículas, debido a que la velocidad de reacción esta directamente relacionada con el área superficial de contacto de la partícula con el suelo. Cuanto menor es el diámetro de la partícula mayor va a ser su velocidad de reacción. Este factor es sumamente importante para los materiales calcáreos ya que el tamaño de las partículas es determinante en la elección de una enmienda. El siguiente cuadro muestra los valores de eficiencia relativa, según la granulometría del material encalante.

Eficiencia relativa de las diferentes fracciones de los materiales encalantes.

Tamaño en mm	Nº Malla ASTM*	Eficiencia relativa
> 2	> 10	0
0,84 – 2,00	10 – 20	0,2

<b>0,30 – 0,84</b>	<b>20 – 50</b>	<b>0,6</b>
<b>&lt; 0,3</b>	<b>&lt; 50</b>	<b>1,0</b>

\* ASTM: American Society for Testing Materials.

### Aporte de otros Elementos

Desde el punto de vista nutricional un material calcáreo que contenga Mg (calcáreo Dolomítico) es más interesante para ser utilizado.

Una alta concentración de Ca y/o Mg puede inducir una deficiencia de K cuando sus valores en el suelo son bajos.

Por lo antes descrito el material seleccionado fue Carbonato de calcio, de nombre comercial Cal Soprocal, que presenta las siguientes características:

#### **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA - NUTRICIONAL"**

Contenido de CaCO <sub>3</sub> equivalente.....	91 %
Ca(OH) <sub>2</sub> (efecto inmediato).....	3.0 - 6.0 %
Azufre (S) expresado como yeso.....	1.5 - 2.0 %
Magnesio (Mg) expresado como MgO.....	0.8 - 1.8 %
Contenido de humedad máxima al envasar.....	0.5 %
<b>Índice de Alcalinidad (pH).....</b>	<b>12.4 %</b>

### **11.2 Cálculo de dosis de encalado para los predios seleccionados**

Se utilizó la planilla Planilla Encalado.xls, adjunta al informe, la cual se basa en la metodología descrita en el presente informe.

### **11.3 Rotura del suelo**

Esta es el primer trabajo a realizar y consiste en romper el suelo a lo menos unos 30 cm de profundidad, con el objetivo de facilitar la incorporación del material encalante en el perfil superficial del suelo. Esta labor se puede realizar con un arado de vertedera o bien con un arado de discos en buen estado



Foto 38. Rotura del suelo con arado de vertedera (Predio Sta elisa, Parral)

#### 11.4 Aplicación del material encalante

Como el resultado del calculo de dosis es una gran cantidad de material encalante, se complica la distribución de este ultimo cuando se hace en forma manual. Para dicho efecto, se aplica una zona muestra con el motivo de visualizar el resultado previo. Con tal ayuda se facilita la faena de aplicación, la cual se realiza al voleo, es decir, se distribuye el material a través de todo el área en forma manual. Otra forma de aplicación es mediante equipos encaladores, que consisten en un carro el cuál es traccionado por tractor. Estos carros tienen la capacidad de regular la apertura por donde se aplica la cal, logrando distribuciones homogéneas del material.



Foto 39. Aplicación de cal predio Sta Elisa, Parral.

### 11.5 Incorporación del material encalante

La incorporación de el material en el perfil de suelo se realizó con una rastra de disco.



Foto 40. Incorporación de la enmienda de cal con rastra de discos

## 12. ACLIMATACIÓN Y ENDURECIMIENTO DE PLANTAS PARA SU ESTABLECIMIENTO EN CAMPO

Este proceso se realizó con el objetivo de endurecer las plantas para una mejor adaptación fisiológica a las condiciones de stress post trasplante en campo. Para tales efectos se acondicionó un sector especial, aledaño al invernadero donde se instalaron mesones levantados del suelo, sombreado y sistema de riego, previo a la instalación de las plantas. Las plantas fueron mantenidas en condiciones de vivero al aire libre hasta el momento de su establecimiento en campo, disminuyendo la cantidad de riego aplicado, mediante aportes hídricos irregulares, además el uso de sombra (Ver tabla 1.).

Tabla 1. Condiciones de aclimatación de las plantas micorrizadas.

Condición	Inicial	Intermedia	Final	Plantaciones
Fecha	18-11-02	08-08-03	06-10-03	27-10-03 a la fecha
Lugar	Invernadero	exterior	exterior	Plantación
Sombra (%)	65	50	0	0
Riego	Diario	Día por medio	Irregular	Según necesidad



Fotos 45 y 46. Plantas instaladas en vivero exterior para su aclimatación y preacondicionamiento a condiciones de campo.

### 13. SELECCIÓN DE PLANTAS PARA SU ESTABLECIMIENTO EN CAMPO

Para el establecimiento de las primeras unidades experimentales de campo, se realizó una selección del material vegetal en base a las características morfológicas (Altura y DAC), aspecto y condiciones fitosanitarias del stock de vivero, tanto para las especies exóticas (*Quercus* sp. y *C. avellana*) y nativas (*N. obliqua*). Además se consideró como principal factor en la selección, los resultados de micorrización obtenidos en los diferentes lotes de producción (Lotes según especie y tipo de contenedor). De acuerdo a los resultados de micorrización obtenidos, *N. glauca* fue la única especie donde se obtuvo resultados inadecuados (bajos niveles de micorrización), con lo cual se descartó la posibilidad de establecer esta especie en las unidades experimentales de campo.

### 14. PRODUCCIÓN DE PLANTA MICORRIZADA (Temporada 2003/2004)

#### 14.1 Propagación de plantas en invernadero

De acuerdo a los resultados de micorrización obtenidos en los trabajos anteriores, se seleccionó para la segunda temporada de inoculación, las especies *Q. ilex*, *C. avellana* y *N. obliqua*. De estas especies se adquirieron las semillas necesarias para la propagación de un stock suficiente de plantas con el objetivo de generar una mayor cantidad de material vegetal micorrizado y así poder extender las unidades de campo.

Por otra parte se diseñaron ensayos de propagación vegetativa, mediante enraizamiento de estacas de la especie avellano europeo (*C. avellana*), en camas especiales bajo condiciones de invernadero. Con esto se esperó obtener un mejor método de propagación de esta especie, ya que las tasas de germinación son bajas, permitiendo además seleccionar cultivares de interés, homogeneizar la calidad del material vegetal y además ensayar la micorrización con trufa (*Tuber melanosporum*) en plantas obtenidas a partir de estacas enraizadas.

Para la propagación vegetativa de avellano (*C. avellana*), se acondicionó un invernadero existente en la Universidad, el cual fue sometido a un proceso de limpieza y desinfección mediante una solución de hipoclorito de sodio, la cual fue aplicada con pistola de presión a todo el interior del invernadero. Además se prepararon camas de sustrato inerte compuesto de una mezcla perlita / vermiculita y turba / perlita.

Estas camas contaron con un sistema de calentamiento (cama caliente) que reguló la temperatura del sustrato, además se instaló un sistema de riego Mist-a-Matic® para controlar el riego y la humedad del medio de enraizamiento y las estacas a enraizar.



Foto 47. Detalle de interior de invernadero acondicionado para propagación vegetativa de avellano.

En el mes de enero 2004, se estableció en este invernadero una unidad de propagación vegetativa mediante estacas, para la especie *C. avellana* variedad Barcelona. Se instalaron alrededor de 1500 estacas para enraizar, ensayando diferentes concentraciones de hormonas (Acido indolbutirico: 1000, 2000 y 3000 ppm). Los ensayos fueron dispuestos en bloques completamente al azar con 3 concentraciones de hormonas y 2 tipos de sustrato (3x2 tratamientos).

#### Adquisición de semillas

Encina (*Quercus ilex*, spp *ballota*):

Se adquirió un total de 10 kg de esta especie al proveedor CESAF, dependiente de la Universidad de Chile. La colecta se efectuó en mayo del 2003 por parte del personal técnico de la institución proveedora. La procedencia de la semilla corresponde a Santiago, Región Metropolitana.

La semilla fue adquirida y después de un tratamiento pregerminativo fue sembrada inmediatamente dentro de invernadero.

Avellano europeo (*Corylus avellana*):

Las semillas de avellano fueron proporcionadas por INIA Quilamapu. La procedencia de las semillas corresponde a Pelarco, VII Región, colectadas de huertos productivos de esta especie, *Corylus avellana*, cv. Barcelona. Esta semilla fue adquirida en junio 2003.

#### Siembra

Las semillas previamente desinfectadas de las especies *Q. ilex*, *C. avellana* y *N. obliqua* fueron sembradas y germinadas en cajas plásticas ventiladas, rellenas con una mezcla de sustrato perlita/vermiculita (3:1), el cual se mantuvo semihumedecido permanentemente mediante riego por micro aspersión. Las cajas fueron dispuestas levantadas del suelo sobre mesas de acero galvanizado al interior del invernadero.

Las características de los componentes del sustrato son las siguientes:

Perlita A-6: densidad (100 – 120kg/m<sup>3</sup>).

Vermiculita media: densidad (80 – 100 kg/m<sup>3</sup>).

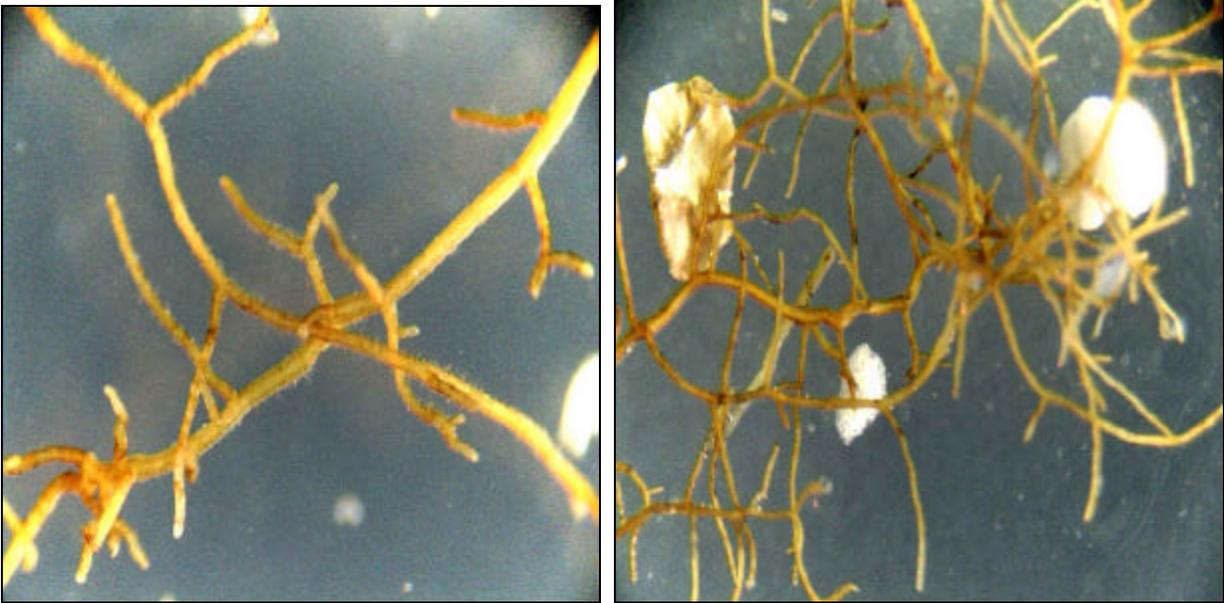


Fotos 48 y 49. Siembra y germinación de plántulas dentro de invernadero

Las fechas de siembra variaron según la especie y disponibilidad de semilla. Las semillas de *Q. ilex* y *N. obliqua* fueron sembradas en agosto del 2003, mientras que *C. avellana* fue sembrado en octubre del 2003, debido a que se aplicaron tratamientos pregerminativos que consistieron en un estratificado en frío durante 2 meses, más estratificado a (22-25°C) en cámara pregerminadora por una semana previo a la siembra en invernadero.

El posterior cultivo se realizó en el invernadero del proyecto con 126 m<sup>2</sup> de superficie, con cubierta de polietileno transparente de 4 temporadas, con piso recubierto con una malla anti-malezas (Covertex®) de color negro. Las plantas se distribuyeron en cajas sobre 4 mesones de 6 m de largo a una altura media del suelo de 80 cm. El riego fue distribuido por microaspersión de 360° y surtido por un controlador de riego. El agua utilizada en el proceso fue agua potable proveniente del sistema central de la Universidad.

Para controlar la calidad del material vegetal previo a la inoculación con *T. melanosporum*, se tomaron muestras periódicas de raíces, analizando mediante lupa binocular y así confirmar la ausencia de posibles micorrizas contaminantes previo a la inoculación.



Fotos 50 y 51. Análisis de raicillas (Control de contaminaciones) . Se observaron raicillas mediante lupa binocular para comprobar la ausencia de ectomicorrizas previo a la inoculación.

A noviembre del 2003 se disponía de un stock de 2.500 plantas producidas desde semillas, preparadas para el proceso de inoculación 2003/2004. Estas plantas fueron propagadas bajo estrictos controles de higiene y seguridad para evitar contaminaciones y así favorecer la micorrización con *T. melanosporum*.

#### 14.2. Adquisición y preparación del inóculo de trufa

##### Adquisición y preparación de trufas (Ver informe anexo N°2)

- Se adquirió un total 3,5 Kg de trufas *Tuber melanosporum*, las cuáles fueron recolectadas en España por los colaboradores españoles del proyecto.
- Las trufas fueron desinfectadas y posteriormente se analizó cada una en laboratorio para certificar la especie y calidad del material.
- Finalmente el material fue laminado, deshidratado, molido y conservado en cámara hasta el momento de su internación a Chile.

##### Trámites de Internación del Inóculo.

Los trámites de internación del inóculo no presentaron inconvenientes. El SAG exigió la información básica del material, en cuanto a especie, variedad, origen y aspectos fitosanitarios, no considerando cuarentena para la introducción. El permiso de importación del SAG fue obtenido con éxito en noviembre 2003 y la internación se realizó en diciembre.

#### 14.3 Proceso de inoculación

##### Preparación del sustrato

Como parte de la I+D del proyecto, se introdujeron algunas adaptaciones con respecto a las técnicas de inoculación y cultivo utilizadas anteriormente. Estas adaptaciones consistieron en el desarrollo de mezclas de sustratos inertes basados en turba, además del uso de fertilizantes de

liberación controlada (Osmocote ®), con el objetivo de desarrollar un medio de crecimiento estándar que sea más homogéneo y repetible para su uso en micorrización controlada con trufa.

La mezcla preparada para este objetivo consistió en la unión de los siguientes sustratos en la proporción indicada en tabla 2.

Tabla 2. Características del sustrato (productos y proporciones de la mezcla)

Substrato	Proporción v/v	pH aproximado
Turba Sunshine N°6	40 %	6,00
Vermiculita	40 %	8
Corteza compostada	20 %	6,4

Con el objetivo de ajustar el pH y niveles de calcio del medio de cultivo, se aplicó una enmienda de dos tipos, descritas a continuación:

Tabla 3. características de enmienda con calcio.

Enmienda	Proporción
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) granulometría fina (polvo)	20 Kg/m <sup>3</sup>
Carbonato de calcio granulometría gruesa (> 1mm)	5 % v/v

Como resultado se obtuvo una mezcla con condiciones óptimas de drenaje y aireación, con un pH resultante de 7,9, lo que es considerado óptimo para el desarrollo de *T. melanosporum*.

Tabla 4. Resultados de análisis químico nutricional del sustrato

N %	P %	K %	C %	M.O. %	pH (H <sub>2</sub> O)	C.E. dS/m	Ca %	Mg %	Ratio C/N
0,30	0,03	0,06	18,00	30,96	7,93	0,406	10,16	1,75	60

#### Desinfección del sustrato

Esta operación se efectuó mediante vaporización con un sistema de parrilla (caldera), por 3 horas. La particularidad de este sistema es la distribución homogénea de la temperatura, la cual es superior a los 100 °C. Este proceso fue contratado mediante el pago de servicio a un vivero especializado.

#### Inóculo

En conjunto con los colaboradores españoles del proyecto se decidió realizar algunas modificaciones en la formulación del inóculo de trufa, principalmente en lo referente a la concentración del producto, disminuyendo la cantidad de coadyuvante (Talco inerte) a utilizar en la mezcla con el inóculo seco.

La aplicación del inóculo a las plantas se realizó en diciembre del 2003, debido a que se dejó crecer las plantas en invernadero hasta que estas presentaron un desarrollo radical adecuado.

## 15. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO

### 15.2. Gestiones selección predios

Los primeros sitios a plantados se encuentran ubicados en fundo Santa Elisa de Parral (perteneciente a la Universidad Católica del Maule), y en los sectores de Los Niches (Curicó) y Maitenes (San Clemente), en terrenos de productores privados.

Estos sitios fueron seleccionados a partir de evaluaciones de las características de suelo y además de exposición, pendiente e historial de cultivos. Esta información fue analizada y contrastada con los requerimientos de suelo para la trufa.

De estos 3 sitios se establecieron primero dos plantaciones, una en Parral y la segunda en el sector de Chequenlemu, Los Niches. El sitio de Maitenes (San Clemente) fue establecido en abril 2004.

Por otra parte se gestiona la participación de 10 propietarios más, los cuales serían incorporados al proyecto en su etapa de campo, incluyendo además algunos predios en otras zonas del país (Ej: Panguipulli, X Región). Estos predios disponibles se fueron evaluados en cuanto a sus características de suelo y clima, para el establecimiento de plantaciones truferas, además se considero la capacidad de gestión técnica y financiera de los propietarios para llevar a cabo el manejo posterior de las plantaciones.

Para la concreción de los acuerdos de participación, se efectuaron negociaciones individuales con cada uno de los propietarios, con el objetivo de delimitar las condiciones de participación y financiamiento compartido del proyecto en su etapa de campo.

Como resultado de estas gestiones se redactó un convenio marco, el cuál respalda los aportes de cada participante y además permite garantizar el cumplimiento adecuado de las actividades del proyecto en su etapa de campo.

### 15.3. Características de los predios plantaciones 2003

#### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor: Luis Molina Torres  
 Profesión : Agricultor  
 RUT : 5.021.983-6  
 Nombre del predio : Chequenlemu  
 Comuna y Localidad : Curicó, (Chequenlemu, Sector Los Niches)

*Resultados de análisis de suelo.: abril de 2003.*

POTRERO	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH
CHEQUENLEMU	0,17	15	184	3,64	6,12

POTRERO	Ca ppm	Mg ppm	Mg %	K Cmol/Kg	C %	Relación C/N	CaCO <sub>3</sub> %
CHEQUENLEMU	9,60	2,01	0,53	0,47	2,12	12,47	2,00
POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural			
CHEQUENLEMU	42,1	35,3	22,6	Franco			

*Resultados de análisis de suelo post-encalado: octubre 2003*

POTRERO	N (disponible) ppm	P (olsen) ppm	K cmol(+)/K g	K (%)	pH
Chequenlemu	60	24	0,67	0.026	7,6

Ca cmol(+)/Kg	Ca (%)	Mg cmol(+)/K g	Mg (%)	CaCO <sub>3</sub> %
23,92	0.479	2,39	0.029	7,0

Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del Propietario : Universidad Católica del Maule  
 Giro : Educación  
 RUT : 71.918.300-K  
 Nombre del predio : Santa Elisa  
 Comuna y Localidad : Parral  
 Dirección, Fono-Fax : Avenida San Miguel 3605, Talca, Fono:71-203500

*Resultados análisis de suelo:*

Análisis N° 1: abril 2003

POTRERO	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH	C.E dS/m	
SANTA ELISA	0,13	35	386	4,10	6,45	0,077 S/R	
POTRERO	Ca ppm	Mg ppm	Mg %	K Cmol/Kg	C %	Relación C/N	CaCO <sub>3</sub> %
SANTA ELISA	1557	114	0,33	0,99	2,09	16,08	2 %
POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural			
SANTA ELISA	46,7	24,0	29,3	Franco Arcillo Arenoso			

*Resultado del Análisis de Suelos (Post-encalado):*

*Fecha: octubre 2003*

POTRERO	N ppm	P ppm	K cmol(+)/	K (%)	pH
---------	----------	----------	---------------	----------	----

			Kg		
Santa Elisa	11	40	1,08	0.042	7,5
POTRERO	Ca cmol(+)/K g	Ca (%)	Mg cmol(+)/Kg	Mg (%)	CaCO <sub>3</sub> %
Santa Elisa	14,83	0.297	1,32	0.016	5,15



Foto 52. Detalle de parcela predio Sta Elisa, Parral.

#### 15.4. Características predios disponibles plantaciones 2004

##### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor: Yves Paul Steinmetz  
 Profesión : Empresario agrícola  
 RUT : 48.024.621-7  
 Nombre del predio : Rinconada Maitenes  
 Comuna y Localidad : San Clemente, maitenes  
 Dirección, Fono-Fax : Villa Esmeralda Sur Parcela F, Talca Tel: 071-245089

*Análisis de suelo: abril 2003:*

POTRERO	N %	P ppm	K ppm	M. O. %	pH	C.E dS/m
MAITENES	0,14	13	162	2,80	5,94 mAC	0,098

POTRERO	Ca ppm	Mg ppm	Mg %	K Cmol/Kg	C %	Relación C/N	CaCO <sub>3</sub> %
MAITENES	6,11	1,15	0,24	0,41 A	1,63	11.6	2,12

POTRERO	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
MAITENES	32,1	39,3	28,6	Franco Arcilloso

*Análisis de suelo post-encalado: octubre 2003*

POTRERO	N (disponible) ppm	P (olsen) ppm	K (ppm)	pH
Maitenes	20	9	180	7,7 mAL

POTRERO	Ca cmol(+)/Kg	Ca (%)	Mg cmol(+)/Kg	Mg (%)	CaCO <sub>3</sub> %
Maitenes	14,78	0.296	1,44	0.017	5,25



Foto 53. Predio Maitenes, San Clemente, previo al encalado del suelo.

Este predio fue establecido en el 2004, la superficie disponible para la plantación es de 0,9 ha. El propietario presentó una buena capacidad de gestión tanto técnica como financiera, lo cual fue considerado para incorporarlo al proyecto.

#### Antecedentes del agricultor/propietario

Nombre del agricultor: Donald Filshill Moretón

RUT :

Nombre del predio : Fundo huallerope

Comuna y Localidad : Panguipulli

*Resultados de análisis de suelo: octubre 2003*

POTRERO	N mg/kg	P mg/kg	M. O. %	pH
1	26,6	4,2	15,5	6,1
2	15,4	2,5	15	6,2

POTRERO	Ca	Mg	K	Textura
---------	----	----	---	---------

	%	%	ppm	
1	0,05	0,007	180	Franco
2	0,122	0,006	90	Franco



Fotos 54 y 55. Detalle de parcelas disponibles en Panguipuli.

El propietario presentó una buena capacidad de gestión tanto técnica como financiera, lo cual fue considerado para incorporarlo al proyecto. Los trabajos de preparación de suelo se encontraron en ejecución por parte del propietario.

Para el establecimiento de los otros predios disponibles se realizaron evaluaciones finales y negociaciones con cada agricultor. Estas gestiones fueron concretadas en marzo del 2004, lo que dio un margen de tiempo para la preparación final de los sitios de cara a las plantaciones realizadas entre abril y junio del 2004.

#### 15.5. Trabajos de plantación

Los trabajos de plantación de las primeras 2 parcelas demostrativas del proyecto se realizaron con éxito a fines de octubre del 2003.

Las principales actividades de plantación consistieron en un control de malezas previo del sitio a plantar, preparación de casillas mediante barreno, colocación de las plantas, instalación de mulch plástico y riego.

Se realizó un desmalezado químico, ya que existía una gran abundancia de malezas, dentro de las cuales se destacaron:

Nombre común	Especie
Rábano	<i>Raphanus spp.</i>
Chamico	<i>Datura spp.</i>
Pasto cebolla	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv.
Siete venas	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Chepica	<i>Paspalum spp</i>
Cepacaballos	<i>Xanthium spinosum</i> L.

Por su agresividad y abundancia se decidió controlarlas con el ingrediente activo glifosato, ya que es el que presentó las mejores propiedades de control para dichas especies. La dosis de producto comercial Roundup utilizado fue de 3,5 litros/ha. La aplicación fue a superficie completa.

Las líneas de plantación se establecieron orientadas al norte y equidistantes entre hileras a 6m. En cada línea de plantación se marcó la posición de cada planta y su distanciamiento dependió de cada especie.

El marco de plantación se estableció en tres bolillo, con el propósito de que cada planta optimice su espacio disponible.

## 16. SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS DEL PROYECTO

### 16.1. Monitoreo de pH

Los predios con plantaciones experimentales establecidas fueron monitoreados en su pH, con análisis en las fechas de Noviembre 04, Marzo 05, Julio 05 y Noviembre 05, tal seguimiento permite un conocimiento general de las variaciones presentadas por los predios, con el fin de realizar evaluaciones del comportamiento de este parámetro, aportando información para una mejor toma de decisiones en la planificación a corto y mediano plazo.

Las muestras se analizan en el laboratorio de la Universidad Católica del Maule, con un pH metro portátil, y siguiendo las metodologías establecidas para un correcto análisis.



Foto 56. pH metro

## 16.2. Muestreo de las raíces en plantaciones

Las tomas de muestras se repartieron entre los meses de Octubre y Diciembre del 2004 y Abril, Julio, Septiembre, Noviembre y Diciembre del 2005, dependiendo de las condiciones climáticas de la región y las condiciones edáficas del predio. Estas condiciones fueron también restrictivas para una segunda evaluación en algunos predios. A continuación se presenta una tabla con los detalles.

PREDIO	MES	
	1º EVALUACIÓN	2º EVALUACIÓN
Sta. Elena de Chequén	Julio - 05	-
Hijuela Nº 2	Noviembre - 04	Septiembre - 05
El Canelo	Abril - 05	Noviembre - 05
Santa Adela	Julio - 05	Diciembre - 05
Rinconada de Maitenes	Abril - 05	-
Santa Elisa	Noviembre - 04	Noviembre - 05
Huallarupe	Noviembre - 05	-
San Isidro	Noviembre - 05	-
Chainal	Diciembre - 05	-
Alto Bahuales	Diciembre - 05	-

Este muestreo consistió en descubrir cuidadosamente las raíces y obtener muestras representativas de los puntos cardinales referidos a la planta. El número de muestras dependió del predio evaluado.



**Foto 57: Raíz de *Corylus avellana* descubierta en terreno.**

Las muestras obtenidas en terreno, son transportadas en neveras y congeladas en freezer a temperaturas bajo los 4° C, para su posterior análisis en laboratorio.



**Foto 58: Muestra a analizar en Laboratorio.**

### 16.3. Análisis de laboratorio (micorrizas)

En una primera etapa, se realizó una evaluación en dos predios establecidos en la temporada 2003, lo que permitió obtener mejores técnicas de análisis e información que permitieron tener un conocimiento general de la presencia de formaciones micorrícicas en el suelo.

En una segunda etapa, Todas las muestras obtenidas fueron evaluadas dentro de un periodo de cinco días desde la toma en terreno, lo cual permitió un análisis más preciso, con una muestra en fresco. Esta información permitió tener un conocimiento general de la presencia de formaciones micorrícicas en el suelo.

El análisis micorrícico fue realizado en laboratorio, siguiendo metodologías propuestas por Reyna, 1999. Donde para ambas especies, los resultados fueron positivos en la totalidad de los ensayos, sorprendiendo la respuesta obtenida en los ensayos control para ambas especies.

Todas las especies evaluadas en terreno, para ambos predios, presentan micorrizas de *T. melanosporum*, sin embargo, micorrizas contaminantes son un acompañante indiscutido en la mayor parte de las especies.



Foto 59: Micorrizas de *T. melanosporum* en *C. avellana*.

#### a) Labores de poda

Se dio atención a la poda de los árboles, ya que es conveniente desde los primeros años de la plantación comenzar con estas labores en la planta. Considerando que corresponde a una de las labores claves dentro del cultivo de la trufa cumpliendo objetivos como:

- Favorece el desarrollo de los árboles en los primeros años de desarrollo
- Permite una buena insolación en la base de los árboles y una circulación del aire en la plantación.
- Permite una mejor repartición del agua por riego en aspersión.
- Vigoriza el crecimiento del árbol.
- Evita que los rebrotes de cepa y raíz del árbol hospedante invadan el quemado.

### 17. PRODUCCIÓN E INOCULACIÓN DE PLANTA MICORRIZADA (Temporada 2003-2004)

#### 17.1 Evaluación de ensayos de enraizamiento de estacas de *C. avellana*

La evaluación del enraizamiento fue realizado mediante el sistema SAS, sistema que utilizando los promedios de las variables en estudio entrega un análisis estadístico completo.

#### 17.2 Inoculación de plántulas con *T. melanosporum*

Luego de dos temporadas de producción de plantas y con resultados exitosos, se desarrolló de las experiencias anteriores un nuevo sustrato y una nueva forma de inocular, además de la adición de fertilizantes de liberación controlada con aporte de micronutrientes, ya que es la principal deficiencia presentada por el cultivo.

La mezcla preparada para este objetivo consistió en la unión de los siguientes sustratos en la proporción indicada en tabla N° 1.

Tabla N° 5. Características del sustrato (productos y proporciones de la mezcla)

Substrato	Proporción v/v	pH aproximado
Tierra Caliza	40 %	7,6
Turba Sunshine N° 6	15 %	6,00
Vermiculita	15 %	8
Perlita	30 %	6,4

Con el objetivo de ajustar el pH y niveles de calcio del medio de cultivo, se aplicó una enmienda de dos tipos, descritas a continuación:

Enmienda	Proporción
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) granulometría fina (polvo)	20 Kg/m <sup>3</sup>

Al volumen total de sustrato preparado se le adicionaron 2 litros de fertilizante Osmocote plus (15-9-15) por metro cúbico. Como resultado se obtuvo una mezcla con condiciones óptimas de drenaje, aireación y fertilidad.

#### Desinfección del sustrato

Como el único medio con posibles contaminaciones (otras micorrizas) era la tierra caliza, esta fue desinfectada, con el fin de reducir posibles contaminaciones

#### Inóculo

Para este proceso se utilizó el mismo inóculo de las temporadas pasadas, es decir, con dos periodos de almacenamiento, 1 y 2 años.

#### Contenedores

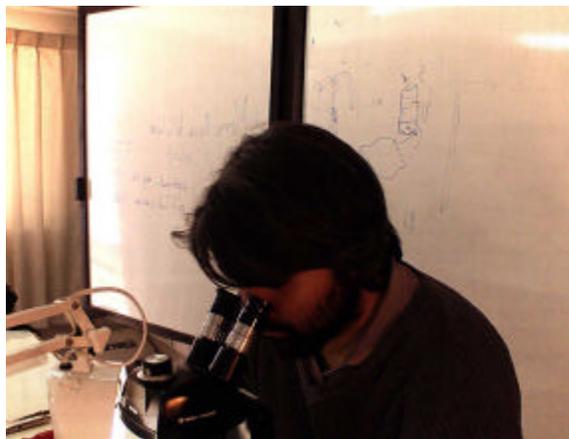
Los contenedores utilizados para el cultivo de las plantas inoculadas son de 2 tipos: Bandeja Quickpot® 12 T/18 y Contenedor Fullpot®



Foto 60 y 61 : Contenedor Quickpot® y Contenedor Fullpot®, respectivamente.

### 17.3. Seguimiento y evaluación de las plantas inoculadas

Se mantuvieron en proceso de monitoreo permanente, con el fin de optimizar el proceso de micorrización, controlando las dosis de riego y temperatura ambiental. Estas plantas fueron evaluadas en la primavera de 2004



*Foto 62: micorrizas de T. melanosporum en C. Avellana*      *Foto 63: Análisis de raicillas (Control de contaminaciones).*

***Se observaron raicillas mediante lupa binocular para comprobar la ausencia de ectomicorrizas previo a la inoculación.***

## 18. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EXPERIMENTALES EN CAMPO

Se seleccionaron 4 nuevas unidades experimentales, cada una ubicada en una zona geográficamente distintas.

Unid. Experimental	Descripción del sitio
La Unión	Terreno ubicado en la depresión intermedia, de pendientes ligeras, con buen drenaje y un historia de cultivo agrícola. Las temperaturas extremas están dentro de los rangos óptimos para el cultivo de <i>T. melanosporum</i> .
Lanco	Terreno ubicado en la pre cordillera de los andes de pendientes suaves, con buen drenaje y un historia de pradera. Las temperaturas extremas están dentro de los rangos óptimos para el cultivo de <i>T. melanosporum</i> .
Coyhaique	Terreno ubicado en plena cordillera de los andes con pendientes moderadas, con buen drenaje y un historia de pradera. Con vientos fuertes y temperaturas extremas levemente fuera de los rangos óptimos para el cultivo de <i>T. melanosporum</i> .

Características predios plantaciones primavera 2004

➤ Antecedentes del agricultor / propietario

Nombre del agricultor : Juan Guillermo Valenzuela B., Sociedad Agrícola Río Chepu Ltda.  
 RUT : 86.554.900-8  
 Nombre del predio : Fundo Chainal S/N Malalhue  
 Comuna y Localidad : Lanco

➤ Antecedentes del agricultor / propietario

Nombre del agricultor : Carlos Iribarne Oñate.  
 RUT :  
 Nombre del predio : Fundo San Isidro S/N  
 Comuna y Localidad : La Unión

➤ Antecedentes del agricultor / propietario

Nombre del agricultor : Jaqueline Kleinsteuber Wilson.  
 RUT :  
 Nombre del predio : Fundo Baguales, ubicado en el sector Alto Baguales.  
 Comuna y Localidad : Coyhaique

---

### 18.1. Trabajos de plantación

Los trabajos de plantación de las parcelas demostrativas del proyecto se realizaron con éxito en el mes de septiembre 2004.

Las principales actividades de plantación consistieron en un control de malezas previo del sitio a plantar, preparación de casillas manuales, colocación de las plantas e instalación de malla protectora.

**El control de malezas se realizó mecánicamente con una rastra de discos, previo a la plantación.**

**Las líneas de plantación se establecieron orientadas al norte. En cada línea de plantación se marcó la posición de cada planta y su distanciamiento dependió de cada especie.**

El marco de plantación se estableció en rectángulos, con el propósito de homogenizar la distribución de la plantación.

### 19. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

#### 19.1. Pagina web

Se elaboro una página web del proyecto, la cual fue publicada a modo de prueba, dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule. Esta página se encontró disponible en la siguiente dirección:

<http://2.ucm.cl/cagrarias/Informac/Fperez/truficultura/index.htm>

En conjunto con el departamento de ciencias forestales de la Universidad Católica del Maule se desarrollo la actualización del sitio WEB, con el objetivo de entregar de mejor forma los avances del proyecto, resultados obtenidos y nuevas fotografías tomadas en trabajos recientes, de manera de mostrar una información real y dinámica, motivando el interés y conocimiento del publico objetivo. Esta actualización estuvo disponible a mediados de mayo 2005.

Esta página web se encuentra disponible dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule y puede accederse a través de la siguiente dirección:

<http://www.ucm.cl>

#### 19.2. Publicaciones

Por otra parte, se elaboro una publicación técnica denominada “Perspectivas para el cultivo de trufa negra en Chile”, la cual aborda aspectos técnicos y económicos para el establecimiento de un cultivo de trufas. Esta publicación se presenta como anexo N° 1 al presente informe.

Se elaboró una publicación en inglés, denominada “Introduction and cultivation of Tuber melanosporum Vitt. in Chile”, la cuál fue presentada en el 3rd International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushrooms. Victoria, British Columbia, Canada, August 16-22, 2003. B.C. Ministry of Forest, Royald Roads University (eds.) 2003 (Ver anexo N°3).

---

---

Se publico un articulo científico técnico denominado “Cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) en Chile. Una alternativa productiva sustentable bajo un sistema de manejo agro silvícola”, el cual fue incluido en el segundo congreso de ciencias forestales desarrollado en la universidad austral de Chile en los días 10, 11 y 12 de noviembre de 2004 (Ver anexo N°6)..

### 19.3 Charlas divulgativas

En diciembre 2003 se realizó una charla en la cual se invitó a diferentes actores del sector productivo, académico e institucional, con el objetivo de difundir los principales avances del proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha. En esta oportunidad se entregó un boletín divulgativo que contiene un resumen ejecutivo del proyecto, además se realizaron presentaciones con apoyo multimedial para difundir los avances logrados a la fecha (Anexos 4, 5 y 6).

Se contó con la participación de un representante de la UCM, y el experto en Truficultura del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), de Valencia, España, Santiago Reyna. Como invitados asistieron representantes del sector productivo regional, de empresas del sector, académicos e investigadores de diversas Universidades.

Se expuso el tema “INTRODUCCIÓN Y CULTIVO DE *Tuber melanosporum* Vitt. EN CHILE” presentado en las 11° jornadas Técnicas Forestales y Ambientales que se realizaron en El Dorado, Misiones Argentina el 7, 8 y 9 de octubre de 2004 (Anexo 5).

### 19.4. Día de Campo

El día de campo se realizó el jueves 26 de Mayo, de 15:00 a 17:30 Hrs. en la ocasión se visito la trufera ubicada en la ruta Talca-Duao, fundo “El Canelo”. El tema central de la actividad fue informar los avances del proyecto, tanto en la producción de planta micorrizada como la evolución de la misma en campo. A esta actividad se invitó a diferentes actores del sector productivo, académico e institucional, con el objetivo de difundir los principales avances del proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha.

**En la oportunidad se entregó un boletín divulgativo que contenía un resumen ejecutivo de la información global del estado de la trufera y resultados obtenidos, además se realizaron presentaciones con apoyo de posters para difundir las actividades realizadas y avances logrados a la fecha (Anexos 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5).**

### 19.5. Ceremonia de Finalización

El miércoles 28 de diciembre del 2005, en la aula magna de la Universidad Católica del Maule se realizo la ceremonia de clausura del proyecto, la cual tuvo como principal base presentar los resultados logrados por el proyecto.

En la oportunidad se expuso un enfoque general del proyecto, presentada por el director del proyecto, Sr. Francisco Pérez, y una presentación de los resultados obtenidos, a cargo de Srs. Rómulo Santelices y Rafael Henríquez (Anexos 7.7 y 7.8).

En esta actividad se contó con la presencia de el Sr. Tomás García Huidobro, representante de FIA, Sr. Francisco Pérez, Director del proyecto, Dr. Gotees Palfner, Investigador, propietarios perteneciente al proyecto, representantes del sector productivo regional, de empresas del sector y académicos e investigadores de diversas Universidades.

---

---

### III. ANÁLISIS DE BRECHA (COMPARATIVO)

Para el período comprendido entre noviembre del 2001 y abril del 2002 se ejecutaron todas las actividades programadas, exceptuando las siguientes actividades, las cuales fueron recalendarizadas:

- Internación de material fúngico (trufas): Esta actividad se reprogramó para agosto del 2002 por razones técnicas. Esto no afectó el normal desarrollo del proyecto, ya que la inoculación fue planificada para octubre del 2002.
- Selección final de sitios para establecer las parcelas experimentales: esta actividad se reprogramó para Septiembre 2002, ya que el objetivo final era lograr un pool de 12 predios para seleccionar 6 finales, lo cual se concretaría con reuniones en conjunto con FIA y el establecimiento de convenios de cooperación con los agricultores. Esta reprogramación no afectó el desarrollo del proyecto, ya que las parcelas experimentales serían establecidas en la Primavera del 2003, sin embargo, tiene su efecto en la programación de actividades de preparación de las parcelas, lo cual se replanteo para inicios del 2003, sin que ello afectará la ejecución normal del proyecto

Para el período comprendido entre mayo y octubre del 2002, se ejecutaron todas las actividades programadas, exceptuando la selección final de predios para establecer los ensayos de cultivo en campo. En esta fecha se disponían de 9 sitios preseleccionados para tal fin, sin embargo la selección final de estos se concretó a principios del 2003. De acuerdo a la planificación de actividades la selección final de los predios se concretó en enero/febrero del 2003, estableciendo convenios de cooperación con los agricultores seleccionados.

En el período comprendido entre noviembre del 2002 y abril del 2003, se ejecutaron todas las actividades programadas.

Para el período comprendido entre febrero y agosto del 2004, se ejecutaron todas las actividades programadas, exceptuando la realización de día de campo. En la fecha se establecieron 6 plantaciones demostrativas del proyecto (Chequenlemu, Parral, Rinconada de Maitenes, huallerupe, El Canelo y Santa Elena de Chequen), además se dispuso de otros predios, los cuales fueron establecidos en la temporada 2004 (abril a octubre 2004).

Dentro del período entre agosto 2004 y abril 2005, fueron ejecutadas las actividades programadas, todas ellas con resultados positivos y satisfactorios, sin embargo, las actividades de difusión como día de campo, no fue realizada en la fecha programada, ya que se esperó tener resultados del avance del micelio y el estado de las micorrizas de *T. melanosporum* en campo.

Dentro del período comprendido entre abril y diciembre 2005, se continuó con las actividades de evaluación de la micorrización en campo, extendiéndose a todas las plantaciones establecidas, con resultados satisfactorios.

---

---

#### IV. ASPECTOS METODOLÓGICOS

##### DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS

##### PRODUCCIÓN DE PLANTAS MICORRIZADAS CON *T. melanosporum*.

###### 1. PRODUCCION AÑO 2002

###### 1.1. - Preparación de semillas para la siembra

**Las semillas de las tres especies (*Q. ilex*, *Q. robur* y *Corylus avellana*) fueron sometidas a un proceso de remojo en agua corriente durante 24 horas y posteriormente desinfectadas.**

**Como tratamiento general de desinfección se remojaron las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 20 minutos y posteriormente se lavaron con tres cambios de agua. Las semillas de *Q. robur*, después de desinfectadas, fueron almacenadas en cámara a 4º C. dentro de bolsas de polietileno cerradas durante 2 semanas. En la especie *Q. ilex*, debido a que tiene una fecha posterior de colecta, las semillas fueron desinfectadas e inmediatamente sembradas en bandejas dentro del invernadero.**

En el caso de *C. avellana*, las semillas fueron descascaradas manualmente para extraer la cubierta seminal. Luego fueron esterilizadas con hipoclorito de sodio al 5% durante 20 minutos. Después se lavaron con agua estéril (tres cambios) y posteriormente tratadas con una solución de ácido giberélico GA<sub>3</sub> de 100 ppm durante 24 horas.

###### 1.2.- Identificación y preparación de trufas (*Tuber melanosporum* Vitt.) (anexos 1.4 a 1.8)

Después de la colecta, las trufas fueron trasladadas a laboratorio (España). Se procedió a realizar su limpieza y desinfección, para ello se cepilló cada uno de los carpóforos cuidadosamente hasta eliminar por completo toda la tierra y piedras pequeñas adheridas al peridio (cubierta). Tras ello se aplicó el siguiente tratamiento: baño con una solución de hipoclorito de sodio al 5% para desinfectarlas.

Tras la limpieza y desinfección se preparó de cada trufa una muestra de esporas, sobre porta-objetos, para confirmar por medio de visualización de esporas la especie con la que se trataba. Estas preparaciones se observaron mediante microscopio compuesto a 40x y se identificó cada trufa como *Tuber melanosporum* Vitt., con la ayuda de bibliografía especializada y claves morfológicas.

###### 1.3 Germinación y cultivo inicial

**Para la germinación de las semillas y crecimiento inicial, se realizó la siembra directa en cajas plásticas de base perforada, sobre un sustrato de perlita/vermiculita en proporción 1:1. Estas cajas fueron dispuestas levantadas del suelo sobre mesas de acero galvanizado.**

El cultivo se realizó en invernadero de 126 m<sup>2</sup> de superficie, con cubierta de polietileno transparente de 4 temporadas, con piso recubierto con una malla anti-malezas (Covertex®) de color negro. Las plantas se distribuyen en cajas sobre 4 mesones de 6 m de largo a una altura media del suelo de 80 cm. El riego fue distribuido por microaspersión de 360º y surtido por un

---

controlador de riego. El agua utilizada en el proceso fue clorada y reposada por 48 horas en un estanque adicional.

**El invernadero se equipó con el sistema Cooling y una caldera a gas de combustión indirecta para controlar la temperatura interior. La temperatura dentro del invernadero se mantuvo entre 15 – 25 °C. hasta el momento de la inoculación.**

#### 1.4 Preparación del sustrato de cultivo

La mezcla preparada para este objetivo consistió en la unión de los siguientes sustratos en la proporción indicada:

Substrato	Porcentaje v/v	pH aproximado
Tierra calcárea	49 %	8,18
Vermiculita	11 %	8
Perlita	25 %	7,5
Turba rubia	15 %	6

La proporción Volumen(lt)/Peso(kg) del sustrato alcanzo el indicador de 8/7, lo que le confiere la propiedad de un sustrato semi-liviano.

Con el objetivo de lograr las condiciones de pH de medio de cultivo, requeridas por *T. melanosporum*, se aplicó una enmienda de dos tipos, descritas a continuación:

Enmienda	Proporción
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) granulometría fina (polvo)	3 % p/p
Carbonato de calcio granulometría gruesa(> 1mm)	5 % v/v

Como resultado se obtuvo una mezcla con condiciones óptimas de drenaje y con un pH de 8,00 al momento de inocular.

Para la desinfección de la mezcla de sustrato se utilizó un sistema de vaporización de parrilla, manteniendo la mezcla durante 1 hora y 30 minutos. La particularidad de este sistema es la distribución homogénea de la temperatura, la cual es superior a los 100 °C.

#### 1.5 Inoculación

##### Ensayos de dosis de inóculo

Objetivos experimentales: evaluar la respuesta en los niveles de micorrización con *T. melanosporum* bajo diferentes concentraciones de inóculo.

##### Diseño experimental

El diseño utilizado es el de bloques completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento, con una unidad experimental de 2 bandejas Quickpot que contienen 12 plantas cada una.

Entre cada bloque se deja una separación de 40 cm y cada unidad muestral tiene la misma orientación y disponibilidad de agua, con el propósito de evitar la influencia de factores externos.

Los bloques fueron dispuestos con respecto a la entrada de flujos de aire en el invernadero:

Bloque A: a 3 m de la entrada  
Bloque C: a 5 m de la entrada  
Bloque D: a 7 m de la entrada

Se realizó una asignación aleatoria en los bloques con los siguientes tratamientos:

T1: 2 gramos de inóculo (trufa+talco, 1:4)  
T2: 1 gramos de inóculo. (trufa + talco, 1:4)  
T3: 0,5 gramos de inóculo (trufa + talco, 1:4)  
T4: 0,1 gramos de inóculo (trufa + talco, 1:4)  
T5: Testigo con 1 gramo de talco y sin trufa  
T6: Testigo sin talco y sin trufa

Para determinar las diferencias entre tratamientos, las variables analizadas fueron: N° de micorrizas por planta, (Grado de micorrización %), altura total (H), diámetro a la altura del cuello (DAC), índice de biomasa ( $D^2H$ ) y sobrevivencia de las plantas (%), los que se sometieron a un análisis de varianza. En caso de existir diferencias significativas, las comparaciones entre medias se efectuaron por la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 5%.

**El procedimiento de inoculación utilizado es el de espolvoreo en seco, en donde se aplica sobre la raíz de las plantas la mezcla de inóculo (trufa+coayduvante) finamente molido, que se distribuye homogéneamente con la ayuda de un salero de luz mediana, acondicionado para la ocasión.**

**Mediante el uso de balanza de precisión se pesaron las dosis de inóculo a repartir en las raíces.**

---



Fotos 64 y 65. proceso de inoculación

## 2. PRODUCCIÓN AÑO 2003

### 2.1. Preparación de semilla para la siembra

En esta producción se trabajó con las especies *Q. ilex*, *C. avellana* y *N. obliqua*, el tratamiento pre-germinativo realizado es una estratificación fría/caliente, esta se realizo en turba húmeda por 2 meses a 4 °C y 7 días a 22-25 °C, respectivamente, sin retirar el pericarpio (cáscara).

Las semillas al ser retiradas del estratificado fueron embebidas en agua por 36 horas y luego sometidas a una prueba de flotación. En dicha prueba las semillas que flota fue retirada del proceso de siembra.

### 2.2. Identificación y preparación de trufas **(Protocolos descritos en Anexo 2)**

- Se adquirió un total 3,5 Kg de trufas *Tuber melanosporum*, las cuáles fueron recolectadas en España por los colaboradores españoles del proyecto.
- Las trufas fueron desinfectadas y posteriormente se analizó cada una en laboratorio para certificar la especie y calidad del material.
- Finalmente el material fue laminado, deshidratado, molido y conservado en cámara hasta el momento de su internación a Chile.

### 2.3. Germinación y cultivo

**Las semillas de las especies previamente desinfectadas fueron sembradas y germinadas en cajas plásticas ventiladas, rellenas con una mezcla de sustrato perlita/vermiculita (3:1), el cual se mantuvo semihumedecido permanentemente mediante riego por microaspersión. Las cajas fueron dispuestas levantadas del suelo sobre mesas de acero galvanizado al interior del invernadero.**

**Las características de los componentes del sustrato son las siguientes:**

**Perlita A-6: densidad (100 – 120kg/m<sup>3</sup>).**  
**Vermiculita media: densidad (80 – 100 kg/m<sup>3</sup>).**

**Las fechas de siembra variaron según la especie y disponibilidad de semilla. Las semillas de *Q ilex* y *N. obliqua* fueron sembradas en agosto del 2003, mientras que *C. avellana* fue sembrado en octubre del 2003, debido a que se aplicaron tratamientos pregerminativos de estratificado.**

Todo el proceso posterior se realizó en el invernadero del proyecto, con cubierta de polietileno transparente de 4 temporadas, con piso recubierto con una malla anti-malezas (Covertex®) de color negro. Las plantas fueron distribuidas en cajas sobre 4 mesones de 6 m de largo a una altura media del suelo de 80 cm. El riego fue distribuido por microaspersión de 360° y surtido por un controlador de riego. El agua utilizada en el proceso fue agua potable proveniente del sistema central de la Universidad.

Para controlar la calidad del material vegetal previo a la inoculación con *T. melanosporum*, se tomaron muestras periódicas de raíces, analizando mediante lupa binocular y así confirmando la ausencia de posibles micorrizas contaminantes previo a la inoculación.

### 2.5. Preparación del sustrato cultivo

La mezcla preparada para este objetivo consistió en la unión de los siguientes sustratos en la proporción indicada en tabla siguiente:

Características del sustrato (productos y proporciones de la mezcla)

Substrato	Proporción v/v	pH (H <sub>2</sub> O)
Turba Sunshine N°6 (Spagnum peat moss)	40 %	6,00
Vermiculita	40 %	8
Corteza de pino compostada	20 %	6,4

Con el objetivo de ajustar el pH y niveles de calcio del medio de cultivo, se aplicó una enmienda de dos tipos, descritas a continuación:

Características de enmienda con calcio.

Enmienda	Proporción
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) granulometría fina (polvo)	20 Kg/m <sup>3</sup>
Carbonato de calcio granulometría gruesa(> 1mm)	5 % v/v

Como resultado se obtuvo una mezcla con condiciones óptimas de drenaje y aireación, con un pH resultante de 7,9, lo que es considerado óptimo para el desarrollo de *T. melanosporum*.

La mezcla del sustrato se realizó en hormigonera y posteriormente se tomaron muestras aleatorias para ser analizadas en sus características químico nutricionales

Resultados de análisis químico nutricional del sustrato:

N %	P %	K %	C %	M.O. %	pH (H <sub>2</sub> O)	C.E. dS/m
0,30	0,03	0,06	18,00	30,96	7,93	0,406

Ca %	Mg %	Ratio C/N
10,16	1,75	60

## 2.6. Inoculación

### Ensayos de dosis de inoculo

Objetivos experimentales: Determinar la dosis óptima de inoculo y fertilizante para el proceso productivo de plantas micorrizadas.

Diseño experimental:

El diseño utilizado es el de bloques completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento, con una unidad experimental de 18 plantas en contenedores de monitoreo de 450 cc.

Entre cada bloque se dejó una separación de 40 cm y cada unidad muestral tuvo la misma orientación y disponibilidad de agua, con el propósito de evitar la influencia de factores externos.

Se definió una asignación aleatoria de los bloques con los siguientes tratamientos:

- T<sub>1</sub>: 3 gramos de fertilizante por litro de sustrato + 0,5 gramos de inoculo por planta.
- T<sub>2</sub>: 3 gramos de fertilizante por litro de sustrato + 1 gramos de inoculo por planta.
- T<sub>3</sub>: 2 gramos de fertilizante por litro de sustrato + 0,5 gramos de inoculo por planta.
- T<sub>4</sub>: 2 gramos de fertilizante por litro de sustrato + 1 gramos de inoculo por planta.
- T<sub>5</sub>: Testigo sin inocular con 2 gramos de fertilizante por litro de sustrato

Para determinar las diferencias entre tratamientos, las variables analizadas fueron: N° de micorrizas por planta, % de micorrización, altura total (H), diámetro a la altura del cuello (DAC), índice de biomasa (D<sup>2</sup>H) y sobrevivencia de las plantas (%), los que fueron sometidos a un

análisis de varianza. Las comparaciones entre medias se efectuaron por la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 5%.

**El procedimiento de inoculación utilizado es el de espolvoreo en seco, en donde se aplico sobre la raíz de las plantas la mezcla de inóculo (trufa+coayduvante) finamente molido, distribuyendose homogéneamente con la ayuda de un salero de luz mediana, acondicionado para la ocasión.**

**Mediante el uso de balanza de precisión se pesaron las dosis de inóculo a repartir en las raíces.**



Foto 73: Transplante a contenedores de cultivo



Foto 74: asignación en bloques

### 3. PRODUCCON AÑO 2004

#### Ensayo de inoculación de estacas enraizadas con *Tuber melanosporum*

La metodología de inoculación fue la misma utilizada en las temporadas pasadas.

Objetivos experimentales: Determinar tiempo optimo de almacenamiento del inoculo y tipo de contenedor a usar en la producción de plantas inoculadas provenientes de estacas.

#### Diseño experimental:

El diseño utilizado fue el de bloques completamente al azar, arreglo factorial, con 3 repeticiones por tratamiento, con una unidad experimental de 12 plantas.

Entre cada bloque se dejo una separación de 30 cm y cada unidad muestral tuvo la misma orientación y disponibilidad de agua, con el propósito de evitar la influencia de factores externos.

Se definió una asignación aleatoria de los bloques con los siguientes tratamientos:

- T<sub>1</sub>: Inoculo 2 temporadas + contenedor 450 cc.
- T<sub>2</sub>: Inoculo 2 temporadas + contenedor 650 cc.
- T<sub>3</sub>: Inoculo 1 temporadas + contenedor 450 cc.
- T<sub>4</sub>: Inoculo 1 temporadas + contenedor 650 cc.

Para determinar las diferencias entre tratamientos, las variables analizadas fueron: N° de micorrizas por planta, % de micorrización, altura total (H), diámetro a la altura del cuello (DAC), índice de biomasa ( $D^2H$ ) y sobrevivencia de las plantas (%), los que se sometieron a un análisis de varianza. Las comparaciones entre medias se efectuaron por la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 5%.

**El procedimiento de inoculación utilizado fue el de espolvoreo en seco, en donde se aplicó sobre la raíz de las plantas la mezcla de inóculo (trufa+coayduvante) finamente molido, que se distribuye homogéneamente con la ayuda de un salero de luz mediana, acondicionado para la ocasión.**

Mediante el uso de balanza de precisión se pesaron las dosis de inóculo a repartir en las raíces.



Fotos 79: Proceso de inoculación con *T. Melanosporum* Foto 80: Asignación en bloques

### 3.1. Evaluación de ensayos de enraizamiento de estacas de avellano europeo (*C. avellana*)

La evaluación se hizo a través del sistema SAS, para un diseño experimental representado en la tabla a continuación, donde el origen de las estacas y la concentración de ácido indolbutírico (AIB), fueron analizados según las variables dependientes descritas en la tabla, para los dos ensayos del estudio; ambos ensayos estuvieron representados por los sustratos utilizados.

ENSAYO	VARIABLES DE ESTUDIO		VARIABLES DEPENDIENTES
	Origen estaca	Concentración AIB	
I	sierpe	control	N° de raicillas de 1° orden Longitud radical
		1000 ppm	

<b>Sustrato perlita / corteza compostada</b>		2000 ppm	Sobrevivencia Formación de tallo Arraigamiento
		3000 ppm	
	rebrote	control	
		1000 ppm	
		2000 ppm	
		3000 ppm	
<b>II</b> <b>Sustrato perlita/vermiculita</b>	sierpe	control	N° de raicillas de 1° orden Longitud radical Sobrevivencia Formación de tallo Arraigamiento
		1000 ppm	
		2000 ppm	
		3000 ppm	
	rebrote	control	
		1000 ppm	
		2000 ppm	
		3000 ppm	

Los resultados obtenidos fueron evaluados de acuerdo al análisis estadístico arrojado por el sistema SAS, que según los promedios obtenidos de las variables en estudio para cada variable dependiente, determina si, para un nivel de confianza del 95%, existen o no diferencias significativas entre ellos.

## ANÁLISIS DE MICORRIZACIÓN

Se realizó el análisis de micorrización de la planta inoculada con *T. melanosporum*, para las especies *Q. ilex*, *Q. robur* y *N. obliqua*, después de 6 meses de incubación en invernadero (Ver documento anexo "Informe micorrización")

Se tomó una muestra de 16 plantas por especie, seleccionadas en forma aleatoria. Posteriormente se realizó un muestreo en volumen de los cepellones, de la siguiente forma: Del cepellón de cada planta, cultivada en contenedor, se extrajo con un sacabocados una muestra cilíndrica de 1,27 cm de diámetro en la zona media del contenedor y una longitud equivalente a la anchura del contenedor a esa altura, esto supone un volumen muestreado del orden de 7 cc., equivalente, aproximadamente, a un 2% del volumen del contenedor. La muestra cilíndrica se extrajo en sentido horizontal. Para ello se sacó la planta del envase y se colocó en otro en el que se ha realizado ya una perforación a media altura, y se introdujo el sacabocados imprimiendo una rotación constante para procurar el corte de las raíces y evitar su rotura (**fotografías a), b) y c)**).

Las muestras extraídas en la zona media del contenedor se consideran suficientes, ya que en ensayos previos realizados por Reyna, 1999, no se obtuvieron diferencias significativas entre el estrato medio y el superior, ni entre el medio y el inferior.



Foto 66 : (a) Contenedor perforado



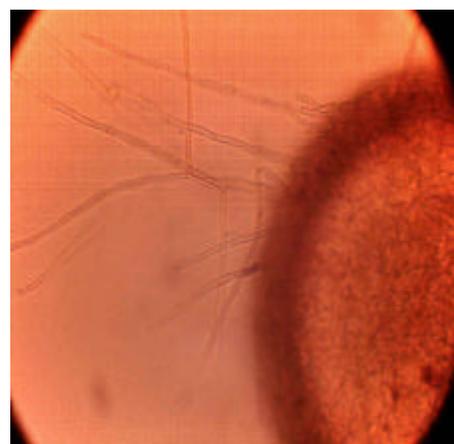
Foto 67: (b) sacabocado



Foto 68: (c) Muestra extraída

Ya extraídas las muestras se procesaron en laboratorio para su análisis. Este proceso consistió en eliminar las partículas de sustrato adheridas a las raicillas. Se realizaron varias decantaciones sucesivas incorporando agua destilada más un surfactante (Tween 80). Con ello se logró la eliminación de arcillas, limos y parte de la materia orgánica. La manipulación se hace con el máximo cuidado para evitar la pérdida de ápices radicales.

El producto se recogió sobre un tamiz de 1 mm y se vuelve a lavar por inmersión lenta en un vaso de precipitados. El producto decantado en el fondo del vaso se observa nuevamente con el fin de comprobar que no se han perdido ápices micorrizados; el producto del tamiz se depositó en una placa petri con agua destilada y se analizó mediante lupa binocular, contándose todas las micorrizas, ápices sin micorrizar y micorrizas contaminantes. Cuando se presentaron dudas sobre el reconocimiento de alguna micorriza se comprobó al microscopio las características anatómicas de la especie (Fotografías d) y e)), verificando que se trata de micorrizas de *T. melanosporum*. La información obtenida en análisis microscópicos fue contrastada con trabajos publicados en bibliografía especializada (Zambonelli, et al 1993; Rausher, Agerer, y Chevalier, 1995; Etayo y de Miguel, 1998; Reyna, 1999).

Foto 69: (d) Aspecto general de micorrizas de *T. melanosporum* en *Q. robur* (40x).Foto 70: (e) Detalle de manto y espínulas de una micorriza de *T. Melanosporum* (400X)

**Para cuantificar los niveles de micorrización, se contabilizó el número de micorrizas de *T. melanosporum*, ápices no micorrizados y contaminaciones con otras micorrizas. Todas las referencias se calcularon en volumen, la alternativa de referirlo a peso de la muestra**

da mayores diferencias debido a las diferencias de humedad, espacios o falta de uniformidad del sustrato.

## 2.- ENCALADO

### 2.1 Cálculo de la dosis de encalado de suelos

El método de cálculo de dosis de enmienda más utilizado en el país se basa en la corrección del pH del suelo de acuerdo a aquellos valores que sean los más adecuados para el cultivo de interés.

$$\text{PRNT} = \frac{(\text{VN} \times \text{ER})}{100}$$

Donde;

**PRNT:** poder relativo de neutralización total

**VN:** valor de neutralización

**ER:** Eficiencia relativa

$$\text{Dosis recomendada} = \frac{(\text{pH adecuado} - \text{Ph del suelo})}{\text{Capacidad tampón del suelo}}$$

### 2.2. Capacidad tampón o poder amortiguador del suelo

La noción de pH es inseparable de la de “poder amortiguador” o “tampón” del suelo, es decir, la facultad que posee el suelo de resistir a las variaciones de su pH. Un suelo estará tanto más tamponado cuanto más rico sea en coloides arcillo-húmicos, es decir, cuanto más fuerte sea su complejo. La siguiente tabla muestra la Capacidad tampón de algunos tipos de suelos de importancia en el país.

Capacidad Tampón de algunos tipos de suelo de importancia en Chile

Tipo Suelo	Capacidad. Tampón
Nadis	0,10 – 0,12
Tumaos	0,12 – 0,15
Transicionales	0,15 – 0,17
Rojo Arcillosos	0,16 – 0,19

Fuente: Agenda del Salitre, XI Edición, 2001.

$$\text{Cantidad de Enmienda a Aplicar} = \frac{(\text{Dosis recomendada} \times 100)}{\text{PRNT}}$$

En base a lo antes descrito se diseñó una planilla de cálculo en la cual se incorporaron todas las variables que interactúan en el cálculo de dosis de material encalante, la que dio como resultado la cantidad de toneladas a aplicar al suelo (Anexo\_3.2\_Planilla Encalado.xls)

### 3.- CONTROL DE CALIDAD DE LA PLANTA MICORRIZADA

Para cuantificar los niveles de micorrización, se utilizó una metodología de muestreo y análisis desarrollada por Reyna, 1999, que consiste en un muestreo volumétrico de los cepellones y posterior análisis mediante lupa binocular, realizando un conteo de las ectomicorrizas para estimar el N° de micorrizas de trufa por planta. Para la identificación de la especie de hongo, se analizaron las características morfoanatómicas de las ectomicorrizas, comprobándose que se trata de micorrizas de *T. melanosporum*. La información obtenida en análisis microscópicos fue contrastada con trabajos publicados en bibliografía especializada (Zambonelli, et al 1993; Rausher, Agerer, y Chevalier, 1995; Etayo y de Miguel, 1998; Reyna, 1999) (**Anexo\_1.1\_micorrizacion.doc**).

### 4.- ACLIMATACIÓN DE PLANTAS PARA SU ESTABLECIMIENTO EN CAMPO

Este proceso se realizó con el objetivo de endurecer las plantas para una mejor adaptación fisiológica a las condiciones de stress post trasplante en campo. Para tales efectos se acondicionó un sector especial, aledaño al invernadero donde se instalaron mesones levantados del suelo, sombreado y sistema de riego, previo a la instalación de las plantas. Las plantas fueron mantenidas en condiciones de vivero al aire libre hasta el momento de su establecimiento en campo, disminuyendo la cantidad de riego aplicado, mediante aportes hídricos irregulares, además el uso de sombra al 65 y 50%.

Condiciones de aclimatación de las plantas micorrizadas:

Condición	Inicial	Intermedia	Final	Plantación
Fecha	18-11-02	08-08-03	06-10-03	27-10-03
Lugar	Invernadero	exterior	exterior	Plantación
Sombra (%)	65	50	0	0
Riego	Diario	Día por medio	Irregular	Según necesidad

### 5.- ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

#### 5.1. Primer periodo de plantación.

Las líneas de plantación se establecieron orientadas al norte y equidistantes entre hileras a 6m. En cada línea de plantación se marcó la posición de cada planta y su distanciamiento dependió de cada especie.

Especie	Espaciamiento en la hilera
<i>Quercus ilex</i>	6
<i>Quercus robur</i>	7
<i>Coryllus avellana</i>	4
<i>Nothofagus obliqua</i>	7

El marco de plantación se estableció en tres bolillo, con el propósito de que cada planta optimice su espacio disponible

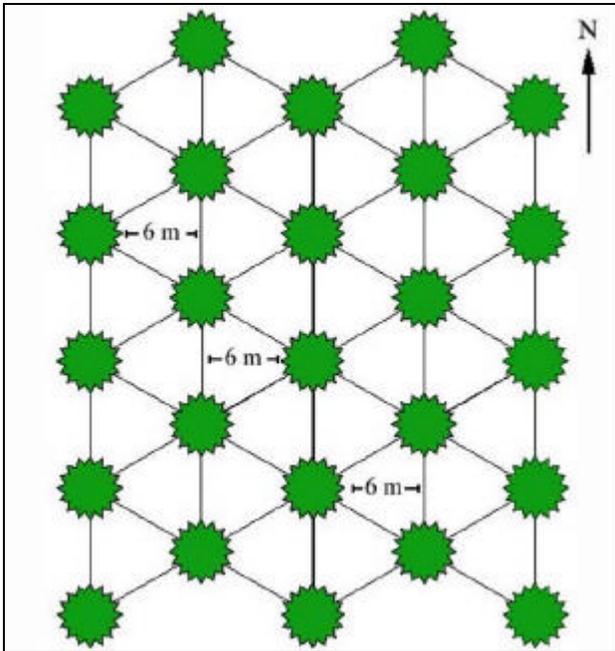


Figura 1. Esquema plantación en tresbolillo

#### Diseño plantación Chequenlemu

La plantación de esta unidad experimental se dividió en bloques de plantación por especie, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las características topográficas de la parcela, disponibilidad de plantas por especie y optimización de la superficie disponible.

**La distribución de las plantas establecidas es la siguiente:**

- 130 encinas (*Q. ilex*) con marco de plantación  $6 \times 6 = 4.680$  m<sup>2</sup> de superficie
- 50 avellanos (*C. avellana*) con marco de plantación  $6 \times 4 = 1.200$  m<sup>2</sup> de superficie
- 85 encinos (*Q. robur*) con marco de plantación  $6 \times 7 = 3.570$  m<sup>2</sup>.
- 18 robles (*Nothofagus obliqua*) con marco de  $6 \times 7 = 756$  m<sup>2</sup>.

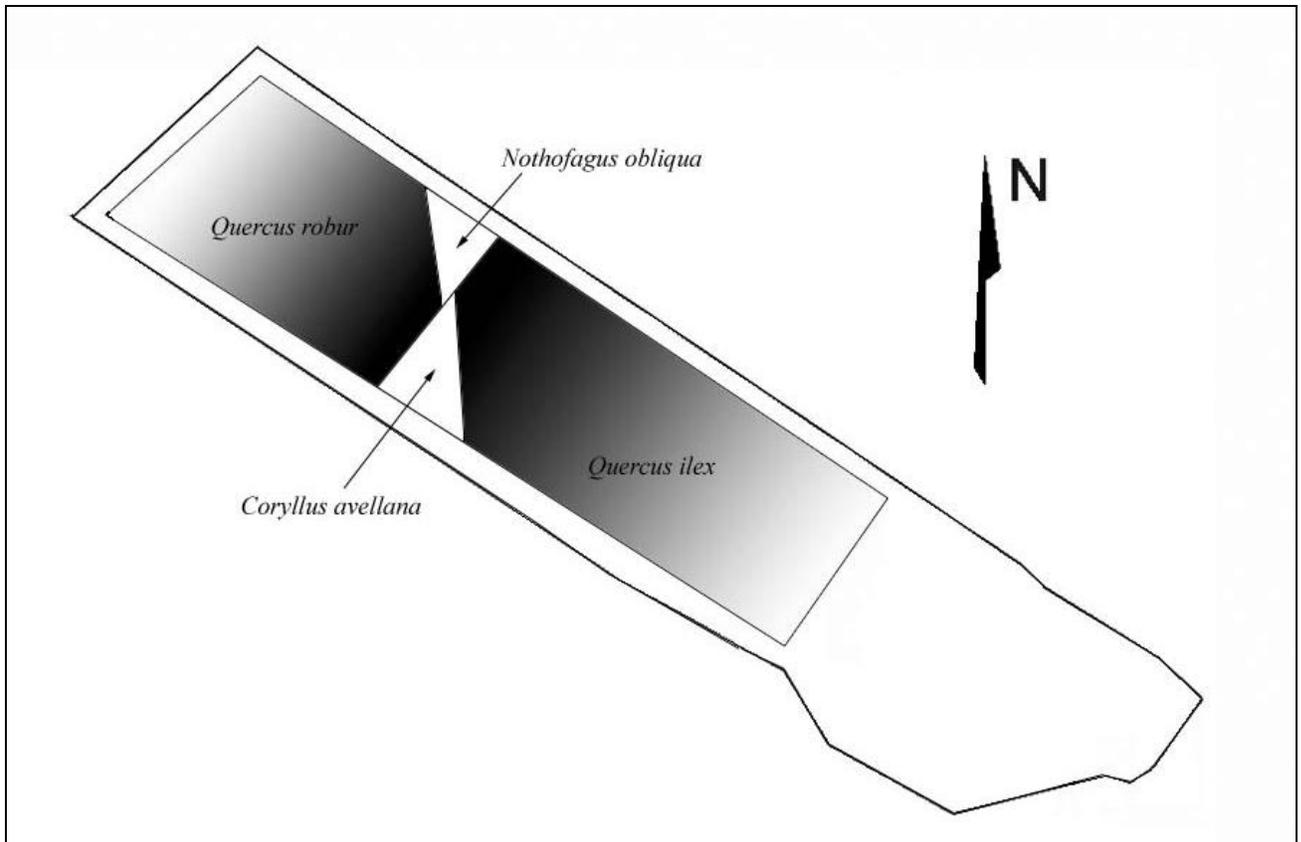


Figura 2. Diseño establecimiento plantación Chequenlemu

### Diseño plantación Parral

La plantación de esta unidad experimental se dividió en bloques de plantación por especie, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las características topográficas de la parcela, disponibilidad de plantas por especie y optimización de la superficie disponible.

La distribución de las plantas establecidas en este predio es la siguiente:

- 52 encinas (*Q. ilex*) con marco de plantación 6 X 6 = 1.872 m<sup>2</sup> de superficie
- 25 avellanos (*C. avellana*) con marco de plantación 6 X 4 = 600 m<sup>2</sup> de superficie
- 39 encinos (*Q. robur*) con marco de plantación 6 X 7 = 1.638 m<sup>2</sup>.

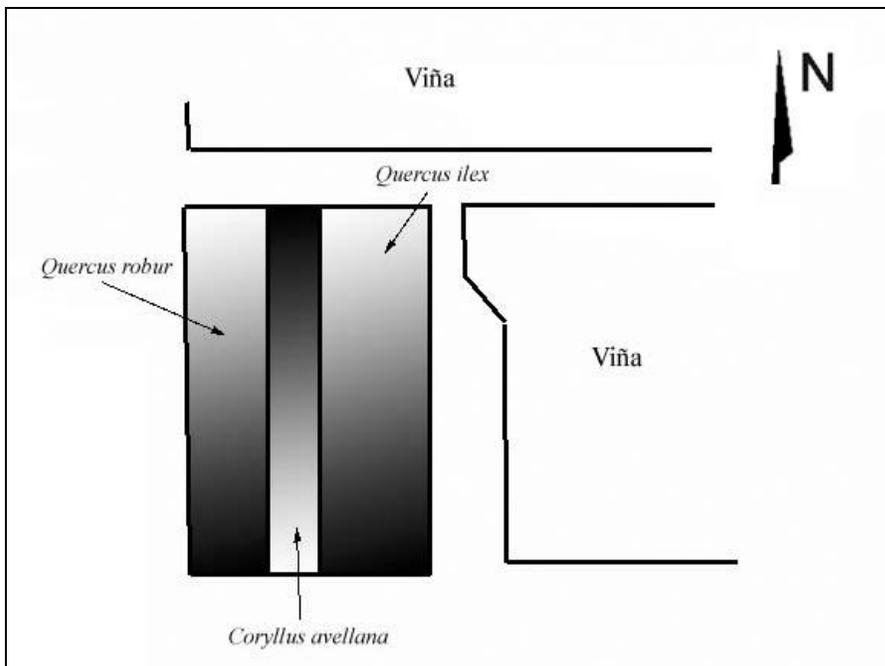


Figura 3. Diseño plantación Sta. Elisa, Parral.



Fotos 75 a 78. Plantas establecidas en unidades demostrativas del proyecto.

## 6.2. Segundo periodo de plantación

Las líneas de plantación se establecieron orientadas al norte. En cada línea de plantación se marcó la posición de cada planta y su distanciamiento dependió de cada especie.

Especie	Marco de Plantación		
	Santa Elena de Chequen	Rinconada de Maitenes	Parcela El Canelo
<i>Quercus ilex</i>	5x6	5x6	6x6
<i>Quercus robur</i>	5x7	5x7	6x7
<i>Corylus avellana</i>	5x4	5x5	6x4

El marco de plantación se estableció rectangular, con el propósito de optimizar el espacio de trabajo de la maquinaria de labor.

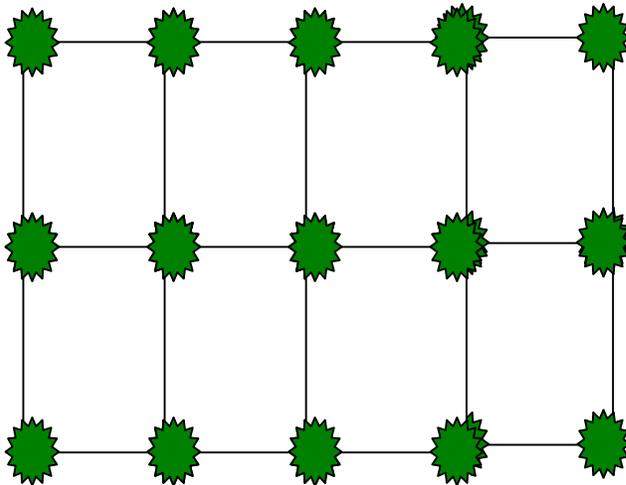


Figura 4: Esquema plantación rectangular

### Diseño plantación Santa Elena de Chequen:

La plantación de esta unidad experimental se dividió en bloques de plantación por especie, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las características topográficas de la parcela, disponibilidad de plantas por especie y optimización de la superficie disponible.

**La distribución de las plantas establecidas es la siguiente:**

Especie	Cantidad plantas	Superficie (ha)
<i>Quercus ilex</i>	<b>198</b>	<b>0,59</b>
<i>Quercus robur</i>	<b>72</b>	<b>0,25</b>
<i>Corylus avellana</i>	<b>60</b>	<b>0,12</b>
<b>Total</b>	330	0,96

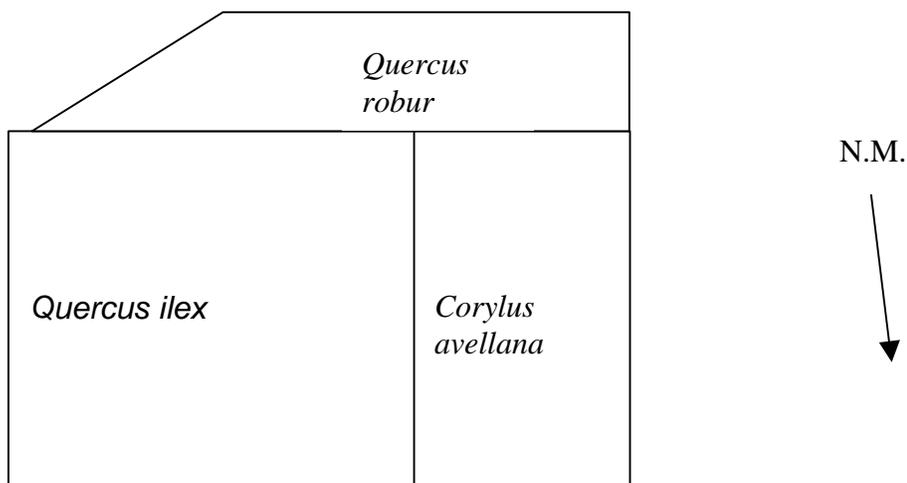


Figura 5: Croquis plantación Santa Elena de Chequén

Diseño plantación Rinconada de Maitenes:

La plantación de esta unidad experimental se dividió en bloques de plantación por especie, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las características topográficas de la parcela, disponibilidad de plantas por especie y optimización de la superficie disponible.

**La distribución de las plantas establecidas en este predio es la siguiente:**

Especie	Cantidad plantas	Superficie (ha)
<i>Quercus ilex</i>	<b>195</b>	<b>0,58</b>
<i>Quercus robur</i>	<b>77</b>	<b>0,27</b>
<i>Corylus avellana</i>	<b>18</b>	<b>0,045</b>
<b>Total</b>	290	0,9

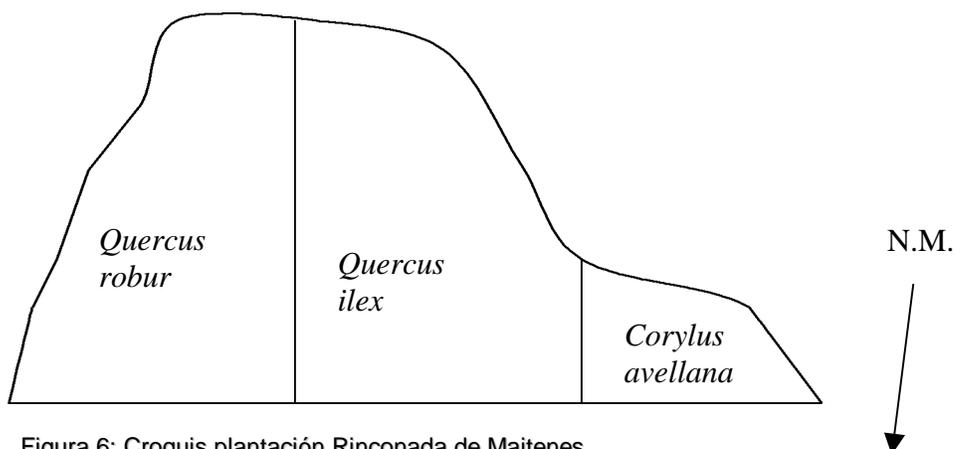


Figura 6: Croquis plantación Rinconada de Maitenes.

### Diseño plantación Parcela El Canelo:

La plantación de esta unidad experimental se dividió en bloques de plantación por especie, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las características topográficas de la parcela, disponibilidad de plantas por especie y optimización de la superficie disponible.

**La distribución de las plantas establecidas en este predio es la siguiente:**

Especie	Cantidad plantas	Superficie (ha)
<i>Quercus ilex</i>	<b>198</b>	<b>0,71</b>
<i>Quercus robur</i>	<b>72</b>	<b>0,3</b>
<i>Corylus avellana</i>	<b>60</b>	<b>0,14</b>
<b>Total</b>	330	1,15

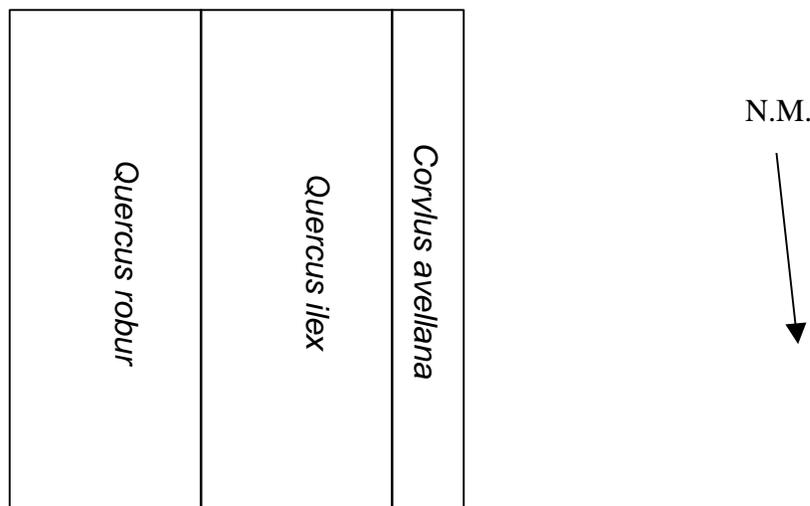


Figura 7: Croquis plantación Parcela El Canelo.

## 4. SEGUIMIENTO DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS DEL PROYECTO

### 4.1.- Monitoreo de pH

Los predios establecidos fueron monitoreados en su pH con el fin de poder ver la fluctuación de este en el tiempo y así poder tener una buena base de información para la toma de decisiones en el futuro, es decir, cuando corregir nuevamente el pH.

Los análisis fueron realizados en las fechas de Noviembre 04, Marzo 05, Julio 05 y Noviembre 05, tal seguimiento permite un conocimiento general de las variaciones presentadas por los predios, las muestras se analizan en el laboratorio de la Universidad Católica del Maule, con un pH metro portátil, y siguiendo la siguiente metodología:

En terreno, se seleccionan 10 puntos representativos, distribuidos homogéneamente dentro del predio, en los cuales se procede a efectuar:

1. Desmalezado del área de muestreo.
2. Se entierra la pala en forma vertical, procurando que entre unos 20 a 30 cm en el perfil.
3. Cuando la pala esta enterrada, hay que hacer una zanja de unos 35 cm de ancho por 35 de largo.
4. Con la pala se hace un corte de unos 4 cm de ancho, y se saca un perfil de suelo de la profundidad a que estaba enterrada la pala.
5. Del total del perfil solo se utiliza una franja central, la cual es depositada en un balde. La calicata es tapada y se prosigue en el muestreo.
6. Las 10 muestras depositadas en el balde se mezclan obteniendo una sola muestra homogénea. Lo que se utiliza es solo un volumen de unos 2 litros de tierra.

En laboratorio, se trabaja solo con una mezcla seca y cernida de las muestras recolectadas en terreno y para el método de análisis se procede de la siguiente forma:

1. Se mezclan 5 muestras, de forma separada, 20 grs de tierra y 50 cc de agua destilada.
2. Se agitan por 5 minutos utilizando un agitador magnético.
3. Reposada la muestra, un mínimo de 2 horas, se procede a la medición.
4. El primer paso para la medición de pH, corresponde a la calibración del instrumento en dos puntos.
5. Realizada la calibración, se continua con la lectura de pH de las muestras a analizar.
6. De las 5 lecturas de pH obtenidas, se calcula un promedio. La media es el valor representativo de pH por parcela.

El gráfico que presenta la tendencia de encalado de los predios monitoreados, se construyo con las medidas tomadas en los meses de Noviembre del 2004, Marzo, Julio y Noviembre del 2005, incluyendo el pH inicial presentado por el predio.

#### 4.2. Muestreo de raíces en plantaciones

Las tomas de muestras se repartieron entre los meses de Octubre y Diciembre del 2004 y Abril, Julio, Septiembre, Noviembre y Diciembre del 2005, dependiendo de las condiciones climáticas de la región y las condiciones edáficas de el predio. Estas condiciones fueron también restrictivas para una segunda evaluación en algunos predios. La evaluación se realizo a los 10 predios incorporados al proyecto.

La selección de la planta a muestrear fue al azar y posterior a una marcación parcelar, En la Zona Central, el predio se dividió en 3 parcelas, las que incorporan la variedad de las especies existentes, luego en cada parcela se seleccionaron 2 plantas por especie. Para los predios de la Zona Sur, se evaluaron 10 plantas por especie escogidas al azar y homogénea en toda la superficie del predio.

En una primera etapa la marcación de la planta muestreada se realizó con una placa de cobre donde se identificaban la muestra, la parcela y la especie. En una segunda etapa esta marcación se realizo de acuerdo a un croquis del predio.

Para cada planta se siguió el mismo método de muestro, descrito a continuación:

Se limpia el entorno cercano a la planta, con un radio mínimo de 50 cm, sobre esta distancia se construyen calicatas de 30 cm<sup>3</sup> aproximadamente, orientadas en los cuatro puntos cardinales.



Fotos 81: calicatas orientadas en los cuatro puntos cardinales

En cada punto se realiza un descalce en la base del tallo, continuando con un levantamiento arqueológico de la zona radicular, descubriendo cuidadosamente el total de la raíz a muestrear e hidratándola constantemente con un aspersor manual.



Fotos 82: Toma de muestras de raíces.

La muestra es depositada en una bolsa con agua helada y conservada a temperatura de 4° C, hasta su posterior análisis, con un periodo de duración de 10 días.

**La bolsa que contiene la muestra, se rotula con el propietario del predio, la especie, la parcela, muestra, punto cardinal y la fecha.**

4.3. Análisis de la micorrización

En un primer muestreo, la muestra era congelada en freezer, con una duración de conservación de alrededor de 2 meses para su muestreo. Posteriormente la técnica era de conservación en fresco con una duración de 10 días.

La muestra, conservada se limpia aplicando baño ultrasonido para su posterior análisis.

El análisis, que se realizó mediante lupa, comienza con una vista preliminar de la raíz completa, obteniendo una evaluación ligera de la presencia de *T. melanosporum* en la muestra; luego se seccionó, para facilitar el conteo, observando con mayor detalle las formaciones micorrícicas que se presentan a lo largo de la raíz, este análisis cuantitativo consistió principalmente en determinar el número de micorrizas que se presentan en la totalidad de la muestra, este reconocimiento permitió que cada micorriza observada sea clasificada dentro de una especie determinada. La información obtenida es registrada en un formulario y clasificada de acuerdo a.-

- N° de micorrizas de *Tuber melanosporum*.
- N° de micorrizas de Contaminantes
- N° de raicillas sin micorrizar.

Especie *C. avellana*



Fotos 83: Micorrizas de *T. melanosporum*



Fotos 84: Otra micorrizas de Basidiomiceto

Especie *Q. robur*



Fotos 85: Micorrizas de *T. melanosporum*



Fotos 86: Otra micorrizas de Basidiomiceto

#### 4.4. Labores de poda

Esta actividad se centro en una capacitación a las personas encargadas de manejar las truferas establecidas, con una demostración en terreno.

**Las metodologías utilizadas se basan en una completa literatura que incluye autores como Reyna, D. (2000) y Verlhac, A. (1990), entre otros. La poda debe realizarse todos los años en la fase de reposo vegetativo y la técnica a utilizar varia según la especie a podar. Avellanos y encinos tienen exigencias diferentes, Así, el avellano produce infinidad de retoños que es necesario eliminar durante la primavera y los robles y encinos tienden a adquirir un desarrollo en altura excesivo que es necesario controlar. A continuación se presentan las principales recomendaciones que fueron consideradas:**

- Realizar la poda buscando la forma de cono invertido del árbol, despejando el tercio inferior de ramas y rebrotes. Esto permite la entrada oblicua de los rayos del sol, protegiendo los quemados de la insolación directa, durante el mediodía. Con el fin de facilitar la insolación del quemado, la aireación, recolección, riego, entre otros.
- Hay que tener cuidado con la intensidad de la poda, esta nunca debe ser excesiva a fin de evitar desequilibrios nutricionales y fisiológicos que pudieran afectar a las micorrizas evitando las mutilaciones de ramas muy gruesas y por supuesto los desmoches. La intensidad de la poda nunca debe eliminar mas de un 15 al 20% de la masa foliar.
- Todos los cortes que se realicen se deben cubrir con masilla o pintura funguicida a fin de evitar la entrada de agentes patógenos por las heridas. Dado que es relativamente frecuente la trasmisión de ciertas enfermedades con las herramientas de poda (hachas, tijeras), si es posible, se recomienda su desinfección cada vez que se cambien de un árbol a otro. Para ello lo mas practico es llevar un doble juego de herramientas.

Principales problemas metodológicos

- **No se presentaron**

Adaptaciones o modificaciones introducidas

Técnicas de inoculación y cultivo:

Como parte de la I+D del proyecto, se introdujeron algunas adaptaciones con respecto a las técnicas de inoculación y cultivo utilizadas anteriormente. Estas adaptaciones consistieron en la formulación del inóculo y desarrollo de mezclas de sustratos inertes basados en turba, además del uso de fertilizantes de liberación controlada (Osmocote ®, 18:6:12), con el objetivo de desarrollar un medio de crecimiento estándar que sea más homogéneo y repetible para su uso en micorrización controlada con trufa.

**Técnicas de conservación de muestras**

Se realizó una modificación en el método de conservación de las muestras obtenidas en terreno, ya que el proceso de congelado que se realizó en un principio deterioraba la muestra e impedía una buena observación. Por lo que se decidió programar los terrenos de tal forma que la muestra obtenida sea conservada en fresco y observada dentro de un periodo de 5 días.

---

## V. FICHAS TÉCNICAS Y ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO

### Cultivo de Trufa negra

*Tuber melanosporum* Vittadini, comúnmente denominada la trufa negra o de perigord, es un hongo micorrízico de fructificación subterránea, que crece en simbiosis con diferentes especies de árbol huésped.

Su rango de distribución se restringe a las condiciones edafoclimáticas requeridas por el hongo, exigente en elevados niveles de pH y carbonato de calcio.

Su alto interés se debe a su fuerte y agradable aroma, siendo un complemento ideal para diversas preparaciones gastronómicas.



### Aspectos del cuerpo fructífero

- El carpóforo es de aspecto globoso, áspero e irregular a modo de tubérculo negro y subterráneo, de 3 a 6 cm y un peso variable de 20 a 200 g.
- La consistencia de la carne del carpóforo, gleba, es de color variable según la madurez, conservando un matiz violáceo-rojizo dentro de las tonalidades negruzcas que la caracterizan. Está recorrida por numerosas venas blancas o blanquecinas, muy ramificadas.

### Características edafoclimáticas

Características de suelo óptimas	
CaO	4 - 16 %
pH	7,5 - 8,5
óptimo es	7.9
M. orgánica	1.5 - 8 %
óptimo próximo a	3%
Ratio C/N	8 - 15
óptimo	10-11
<b>Estructura</b>	
Granulosa o grumosa	

- Especie exigente de suelos calcáreos de 10 - 40 cm de profundidad, pH altos y presencia de carbonato de calcio (piedra caliza).
- Además del pH, La textura del suelo y la materia orgánica son factores importantes a considerar, de textura equilibrada y buen drenaje, la presencia de pedregosidad superficial es una característica natural en cultivos de Europa.
- El rango de distribución natural de *T. melanosporum* en Europa, va desde los 40° a 47° de latitud norte.
- Se desarrolla en zonas que se sitúan en pendientes suaves a moderadas, con altitudes promedios que comprenden de los 700 a 1.400 m sobre el nivel del mar.
- El rango pluviométrico va de los 600-900 mm/año. Soportando inviernos fríos y veranos calurosos con una temperatura media anual de 11 - 14 °C.

## MICORRIZACIÓN CON *Tuber melanosporum*

La micorrización de *T. melanosporum* Vitt. con especies forestales es un proceso que se da espontáneamente en la naturaleza, sin embargo, hoy en día es posible realizarse de forma artificial.

- El establecimiento de la relación simbiótica entre *T. melanosporum* y su árbol huésped es la primera barrera que debe superarse antes de la implantación de una trufera. Este punto resulta ser clave para el éxito en la producción de trufas.
- Los diferentes requerimientos de desarrollo, de las especies arbóreas usadas en truficultura, proporcionan una oportunidad para seleccionar huéspedes adaptados a condiciones locales de crecimiento, manteniéndose dentro de los requerimientos específicos de *T. melanosporum*.

### Especies más adecuadas para producción comercial de trufas

*Quercus pubescens*  
*Quercus petraea*  
*Quercus robur*  
*Quercus ilex*  
*Corylus avellana*  
*Ostrya carpinifolia*

### Controles a considerar sobre:

#### Los sustratos de cultivo

Las semillas  
 El método de cultivo  
 El agua de riego  
 Los contenedores  
 La micorrización

- La producción de plantas de la especie debe ser realizada bajo estrictas condiciones de asepsia. Las plantas se mantienen en invernadero hasta que alcanza la parte aérea del orden de 4 a 5 cm. Donde a partir de este tamaño, la planta debe ser transplantada y cultivada en bandejas de contenedores.
- Normalmente, se utilizan contenedores de unos 500 a 1.000 cc, dependiendo de la especie a cultivar, de tipo autorrepicante y con estrías para evitar el arrollamiento de la raíz.
- Entre las variadas modalidades de inoculación, existen dos métodos que son los más empleados en Europa; estas son, la inoculación en seco e inmersión de raíces en inóculo líquido, las cuales se desarrollan de acuerdo a la experiencia y técnica de cada truficultor.

**Todas las etapas de la producción de planta micorrizada con *T. melanosporum* deben ser realizadas bajo estrictos controles de asepsia. Con la finalidad de obtener un producto de calidad micorrizado únicamente con el hongo deseado y libre de micorrizas contaminantes.**

---

De acuerdo a Reyna, D. 2000. Los sustratos de cultivo utilizado en los contenedores, pueden tener infinitas variaciones, para lo cual entrega algunos consejos generales:

- Debe llevar al menos un 40 a un 60 % de tierra franca de origen calizo, siendo conveniente incorporar arena gruesa caliza al menos un 5%, si no lo lleva de origen.
  - Se ajustará el pH de 7 a 8, mediante carbonato de calcio o hidróxido de potasio
  - Tendrá al menos un 10 % de materia orgánica.
  - Son desaconsejables los basados en turbas por su gran permeabilidad que facilitará el lavado de esporas, su acidez que es necesario controlar continuamente y su difícil rehidratación cuando se han secado, cosa que pondría en riesgo las plantas recién puestas en terreno, por esta razón la turba utilizada no sobrepasará del 15% en volumen
  - Se incorporará un componente inerte como la vermiculita en alrededor de un 10% en volumen.
-

## ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

En Chile, los suelos presentan pH relativamente bajo (rangos entre 5.5 a 7.0). Existen algunas zonas que presentan suelos de origen calcáreo, sin embargo, su ubicación está fuera de las áreas climáticamente adecuadas. Las zonas con estricto potencial para establecer plantaciones, en Chile, pueden encontrarse en la zona centro-sur, principalmente entre la VI y X Región.

### Selección del sitio a plantar

- Se debe tener especial cuidado con la presencia de hongos de ectomicorriza adaptados al medio. El predio no debe situarse cerca de cualquier foco micorrícico, para evitar la contaminación con hongos naturalizados, que pueden competir con la trufa y desplazarla del medio.
- Se recomienda siempre la plantación de especies micorrizadas en aquellos terrenos cuyos cultivos anteriores hayan sido cereales o leguminosas, viñas y algunos frutales. La plantación en terrenos deforestados suele plantear problemas
- La elección del sitio requiere rigurosos análisis de las características químicas y físicas del suelo, pendiente, exposición, pluviometría, vegetación circundante e historial de cultivos.

#### Especies en Chile, que formar asociaciones ectomicorrizas

*Quercus sp.*  
*Castanea sp.*  
*Corylus avellana*  
*Populus sp*  
*Tilia sp*  
*Eucaliptus sp.*  
*Pinus spp*  
*Salix sp.*  
*Nothofagus sp.*

## PLANTACIÓN

### Preparación del terreno

Si el uso anterior era forestal, (poco recomendable) a parte de las labores propias de la transformación, es muy conveniente cultivar al menos durante dos años algún tipo cereal o forrajera.

- La técnica de preparación depende, en parte, del uso anterior del terreno. El objetivo es producir un suelo bien aireado con características físicas y químicas similares, a aquellas donde las trufas crecen naturalmente en Europa.
- Se debe comenzar con la rotura del suelo, tratando de no modificar los horizontes. Según Palazón, 1999 se puede hacer una labor poco profunda de hasta 20 cm. para romper el suelo. Reyna, 2000 recomienda una labor con arado de vertedera de hasta 40- 50 cm. de profundidad y dejar reposar el terreno hasta la plantación.

---

## Correcciones del suelo

**La cantidad de cal a aplicar dependerá principalmente de:**

pH inicial  
textura del suelo  
su capacidad Buffer  
tipo de cal a utilizar.

- El rango de pH ideal de un suelo para la plantación debe estar entre 7.5 a 8.3 con un óptimo de 7.9. Si el pH natural del suelo es menor, se debe corregir mediante la aplicación de carbonato de calcio (cal agrícola). Si el pH del suelo es bajo puede suceder que hongos mejor adaptados al medio colonicen las raíces de los árboles y compitan con la trufa, pudiendo desplazarla.
- Los diferentes tipos de cal comercial existentes en Chile, tardan en reaccionar como máximo en un año para elevar el pH, pero normalmente el efecto se produce dentro de un período de seis meses después de la aplicación.

## Marcos de plantación

- Los marcos de plantación, preferiblemente deben ser amplios, dependiendo de la especie simbiote, condiciones de suelo y clima y de las técnicas de cultivo a utilizar. Pueden oscilar desde 5x4 m. hasta 7x7 m.
- Son recomendables los marcos reales (con dimensiones iguales) que los desiguales, pero si se opta por estos últimos la orientación de los pasillos deberá ser Sur-Norte para que reciban el máximo de insolación en el suelo.

**Puede ser muy útil usar tubos protectores, los cuales fomentan el crecimiento en altura, evitan la pérdida de agua por transpiración y protegen la planta de los posibles daños del ganado o la fauna silvestre.**

---

## CULTIVO Y MANEJO DE PLANTACIONES

---

### Principales consideraciones

Durante los 3 primeros años deben hacerse desmalezados, poco profundos (15 - 20 cm de profundidad), a mano con azada alrededor de las plantas. Esto evita la competencia de malezas y contribuye a retener la humedad.

La labor no debe aproximarse mucho a las plantas para no deshacer la zona de los quemados ni afectar la expansión incipiente de los sistemas radicales.

El exceso de agua puede fomentar la aparición de otras micorrizas en detrimento a que la trufa deje de ser competitiva. Si las raíces crecen más deprisa que el hongo, la micorrización no se propaga y existen muchas posibilidades de que se formen micorrizas de otras especies.

Se puede en estos primeros años dar podas muy ligeras de formación a fin de ir conduciendo las plantas hacia portes arbóreos que permitan la insolación y aireación del suelo así como eliminar los rebrotes básales.

A partir del 4º año de plantación pueden empezar a aparecer los primeros síntomas de producción trufera con quemados alrededor de alguna de las plantas; en este caso debe interrumpirse el laboreo en los quemados o hacerlo muy superficialmente con una simple rotura de la primera capa del suelo que no profundice mas allá de los 10 cm.

Poco a poco los quemados irán desarrollándose y a partir de los 6-8 años es posible que comience la producción de trufa. Sin embargo en condiciones óptimas de cultivo las producciones pueden comenzar antes.

Es conveniente quitar los tubos protectores en cuanto la planta comience a asomar por encima, teniendo, la precaución de tutorarla para que no caiga por la altura excesiva en relación al escaso grosor del tallo.

---



## MANEJO

### Laboreo del suelo

Los objetivos del laboreo en las trufas en producción son:

- Eliminar la vegetación adventicia que compite con el micelio de la trufa y con el árbol, por agua y nutrientes.
- Mantener la esponjosidad del suelo para facilitar su aireación, con ello la oxigenación y permeabilidad del agua de lluvia.
- Mejorar la capacidad del suelo para retener agua y la condensación de humedad
- Evitar la pérdida de agua por evaporación al romper los capilares superficiales que se forman entre las partículas del suelo.
- Mejorar la infiltración del agua de lluvia en el suelo evitando la escorrentía superficial.

### Podas

Los objetivos de la poda en las trufas en producción son:

- Permitir la aireación y la insolación del quemado.
- Lograr un crecimiento equilibrado del árbol.
- Evitar rebrotes de cepa y de raíz.
- Controlar la espesura de la plantación.
- Evitar el excesivo desarrollo en altura de algunas especies

**Nunca se debe eliminar más de un 15 al 20% de la masa foliar.**

**Cuanto más frecuentes y menos intensas mejor**

La intensidad de la poda debe ser muy baja a fin de evitar desequilibrios nutricionales y fisiológicos que pudieran afectar a las micorrizas evitando cortar ramas muy gruesas y por supuesto los desmoches. En plantaciones trufas pueden comenzar a formarse los árboles a partir del 4º año.

### Riego

Es uno de los sistemas más eficaces para mejorar la producción de las trufas, ya que con él se evitan las sequías prolongadas.

De acuerdo a la situación europea, existe una correlación clara entre las precipitaciones estivales y los buenos años de producción

- Como norma en los meses de verano (enero-febrero) se incorporan al suelo entre riegos y lluvia del orden de 150 l/m<sup>2</sup>.
- Deben permitirse periodos de sequía de 15 a 20 días y no superiores a los 25 días, variando con el tipo de suelo.
- Los riegos durante los 6 a 10 primeros años tan sólo deben ser de estricto apoyo a las plantas, a partir de ese periodo, cuando ya haya comenzado la producción, pueden darse riegos como los indicados anteriormente.



## Evaluación micorrícica

Al plantar árboles micorrizados por *Tuber melanosporum*, es de esperar que las micorrizas se desarrollen con éxito ante condiciones favorables y que ante la entrada de otras micorrizas como proceso natural inevitable, sea la trufa la que perdure. Frente a la entrada de micorrizas contaminantes, la intervención directa es prácticamente imposible, pero hay que conocerla y seguirla para no llevarse sorpresas a futuro.

El seguimiento de la micorrización supone los siguientes pasos:

- Recolección periódica de muestras de raíces.
- Identificación de micorrizas (trufa y contaminantes)
- Conservación de muestras
- Posibles intervenciones

## Toma de muestras

- La recolección de micorrizas debe realizarse sobre ejemplares elegidos al azar o bien por motivos concretos, como puede ser la aparición de "quemados" y el interés de conocer la especie que lo produce.
- Para el muestreo se requieren algunas herramientas e insumos básicos como azadas, tijeras, bidón de agua, bolsa o frascos rotulables, etiquetas, etc.

### MÉTODOS DE MUESTREO

#### Método de los sectores

Por la laboriosidad de la recolección, solo es posible aplicarlo a un número reducido de árboles. Este método aporta con precisión el estado de la micorrización de ejemplares concretos y la distribución espacial de las especies de micorrizas presentes.

#### Método global

Puede aplicarse a cualquier árbol, de cualquier edad. Este método permite conocer la micorrización en un mayor número de ejemplares, lo que da una idea global del estado de

- Obtenida la muestra en terreno, se llevan las raíces al laboratorio para realizar el correspondiente análisis de micorrizas.
- El análisis de la micorrización consta de uno de tipo cualitativo donde se identifican las especies formadoras de ectomicorrizas y otro de tipo cuantitativo para evaluar los niveles de micorrización.

Estos trabajos deben ser llevados a cabo por personal especializado.



## Otros cuidados

### Acolchado o Mulching

Se recubre el suelo con restos vegetales u otro material inerte, a fin de conservar la humedad el máximo tiempo posible, sin que exista

### Fertilizaciones

La fertilización, en principio es desaconsejable sobre todo en las truferas en producción. La simbiosis es capaz de proporcionar al árbol una mayor proporción de fósforo, potasio y nitrógeno. Por ello un abonado podría hacer que el árbol prescindiera de su socio, la trufa, ante un suelo especialmente rico.

### Plaguicidas y tratamientos fitosanitarios

La presencia de hongos patógenos no afecta prácticamente a la trufa y rara vez pone en peligro la vida del árbol. Por lo que esta práctica no se aconseja con el fin de defender la trufa como un producto ecológico

## COSECHA DE TRUFAS

La recolección de trufas siempre ha sido un problema, debido a que el cuerpo fructífero de *Tuber melanosporum* se desarrolla bajo el suelo y su profundidad es variable.

### Métodos de recolección

La trufa se sitúa entre la superficie del suelo de 15 – 20 cm de profundidad, variando está dentro de la misma especie. Algunos carpoforos se forman casi en la superficie, provocando un levantamiento del suelo.

- La mosca, aporta a la búsqueda: la ubicación de la trufa es marcada por la presencia de una especie de mosca (*Suilla gigantea*) que se presenta en el lugar.
- Un animal con muy buen olfato: el perro y el chancho tradicionalmente son utilizados para la búsqueda. Sin embargo, el perro, por su delicadeza al olfatear es el más preferido por los truficultores, especialmente adiestrado, él busca para el placer de su amo.
- La utilización de aparatos de detección, no es todavía una vía de búsqueda.

Se debe utilizar herramientas, que permitan remover el terreno. Se extraerá el fruto evitando romper raíces y se tapaná el hoyo realizado con la misma tierra extraída.

Se debe evitar sacar trufas verdes, sin madurar o excesivamente maduras, que carecen de valor comercial y favorecen el desarrollo biológico del hongo en el suelo por la dispersión de esporas que producen.

La trufa puede ser conservada algunos días, hasta una semana en un lugar fresco, con temperaturas de 0, + 4 °C.

## ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA TRUFERA DE 1 ha.

El modelo de costos a utilizar en el análisis, está en relación al costo proyectado para una trufera, desde la perspectiva de un agricultor y se refieren al establecimiento de un módulo básico de 1 ha, con una densidad de plantación de 400 árboles por hectárea.

Se parte del supuesto de que el agricultor es propietario del terreno a plantar y que el costo de oportunidad de la inversión no es materia a considerar en este análisis.

Se asume que el terreno se selecciona para este cultivo y se deberá realizar una preparación previa del sitio, lo que considera la preparación mecánica (subsulado y rastra de disco) antes de plantar, además de la aplicación de enmiendas a priori con carbonato de calcio.

El agricultor deberá comprar las plantas micorrizadas, además se deberá asesorar técnicamente para el establecimiento del cultivo. El costo de las plantas ascenderá a \$9000/planta mas iva.

De acuerdo a las experiencias en Europa, USA y Nueva Zelanda, producciones significativas en las plantaciones, en general comienzan a partir del décimo año, aunque en algunos casos pueden comenzar a partir del 6º a 8º año. En forma optimista se asume para el análisis que las producciones comenzarán el 8º año de la plantación.

Debido a las características del cultivo, para el análisis económico, se consideró un horizonte de evaluación de 30 años, sin embargo la vida productiva de las plantaciones puede superar con creces los 35 años.

Se asume que la productividad de la plantación irá en aumento a partir del 8º año, llegando a la máxima producción el año 16, manteniéndose constante los años posteriores. De acuerdo a las experiencias en otros países las producciones son muy variables. Existen plantaciones con riego, con producciones regulares y constantes próximas a 100 kg/ha/año y por el contrario otras que apenas superan los 10 kg/ha. En plantaciones sin riego (Europa) la variabilidad es mayor, donde en los mejores años se superan los 120 kg/ha y los peores no llegan a 2kg/ha, dependiendo de las pluviométricas. Para el análisis se considerará una producción promedio de 35kg/ha a partir del año 16.

Las producciones de trufa a considerar en el análisis (kg/ha), se describen a continuación:

Año	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17.....
Kg/ha	10	15	20	25	30	30	30	30	35	35.....

Desde el punto de vista del factor climático, se asume un déficit hídrico durante 4 meses al año, estimándose necesidades medias de riego de 2000 m<sup>3</sup>/ha/año. Como sistema de riego se utilizara un sistema de micro-aspersión.

En cuanto a los gastos de operación, éstos vienen reflejados principalmente en la poda, enmiendas correctivas, labores de cultivo anual (con tractor), gastos en riego, reparaciones y

materiales de riego, mano de obra, mantención del perro trufero (al comenzar la producción) y los gastos generales y de administración.

Los ingresos a percibir por el agricultor están en relación a la producción en Kg/ha de trufa fresca, para lo cual se ha considerado un valor de mercado de 800 €/Kg pagado al agricultor en Chile. Este precio asume que ya se han establecido empresas comercializadoras del producto en nuestro país, las cuales pueden llegar a Europa (Francia) con precios de venta mucho mayores. Estos valores son bastante conservadores, ya que existen ventajas comerciales para Chile al permitir ofrecer trufa fresca fuera de temporada en los mercados europeos, pudiendo alcanzar precios aún mayores. Como ejemplo en la última temporada de cosecha en Europa (Noviembre 2005 - Marzo 2006) los precios medios por kilogramo de trufa fresca en los mercados tradicionales fluctuaron alrededor de 800 a 1100 €/kg.

Por otra parte se considerará como valor residual de la plantación la venta de la madera al final de la rotación (año 30).

### **CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS**

#### Ingresos:

- Ingreso por venta de trufas:  $800 \text{ €/kg} \times 632 \text{ \$}/\text{€} = \mathbf{505.600\$/kg}$
- Corta final y venta de la madera (leña):  $400 \text{ árb/ha} \times 2 \text{ m}^3/\text{árbol} \times 12.000\$/\text{m}^3 = \mathbf{8.400.000\$/ha}$

#### **Inversiones necesarias para una plantación trufera de 1 ha**

- Preparación del terreno: Total = **\$887.500/ha**
    - Preparación mecánica: 3 labores a 20000\$/labor = **\$60.000/ha**
    - Enmiendas a priori (Carbonato de calcio):  $(21 \text{ Ton/ha} \times 37.500 \text{ \$/Ton}) + 40.000/\text{aplicación} = \mathbf{\$827.500/ha}$
  - Compra de la planta micorrizada:  $400 \text{ plantas/ha} \times 10.710 \text{ \$/planta} = \mathbf{4.284.000 \$/ha}$ , lo cual **considera replante.**
  - Establecimiento:
    - Plantación: **180.000 \\$/ha.**
    - Sistema de riego por microaspersión: **1.500.000\\$/ha.**
    - Cierre de la trufera: **500.000 \\$/ha.**
  - Adquisición de perro trufero: en el 8º año (comienzo de la producción), con una vida útil estimada de 11 años. Se considera la compra de un perro previamente adiestrado y este tendrá un costo de **\$1.008.000.**
-



**Gastos de operación:**

- Podas anuales: 2 Jornales/ha x 5.000 \$/jornal/día x 4 días = **40.000 \$/ha**
- Labores de cultivo: (aireación del suelo y control de malezas):
  - Antes de la producción: 4 labores /año (tractor) x 18.000\$/labor = **72.000\$/año**
  - Durante la producción: 2 labores/año x 18.000 \$/labor = **36.000\$/año**
- Enmiendas correctivas (carbonato de calcio).
  - 5 kg/árbol x 400 arb = 2000 kg de cal
  - 2 Ton/ha x 37.500 \$/Ton + 4 jornadas x 7.000 = **103.000\$** (el tercer año de la plantación y luego cada 3 años)
- Irrigación:  
Antes de producción: 5 h/riego x 5 lt/m<sup>2</sup>/h x 6 riegos = 150 lt/m<sup>2</sup> x 10.000m<sup>2</sup> = 1500 m<sup>3</sup>  
Durante la producción: 5 h/riego x 5 lt/m<sup>2</sup>/h x 10 riegos = 250 lt/m<sup>2</sup> x 10.000 m<sup>2</sup> = 2500 m<sup>3</sup>

De acuerdo a esto se asumirá como valor medio una necesidad de **2000 m<sup>3</sup>** de agua al año. El costo por metro cúbico se considera en 15 \$/m<sup>3</sup> por lo tanto los gastos medios anuales en riego serán: 2000 m<sup>3</sup>/año x 20 \$/m<sup>3</sup>= **40.000 \$/año**

- Mano de obra: 40.000 \$/mes x 12 meses/año = **\$480.000**
- Materiales de riego y reparaciones:  
Antes de producción: **20.000 \$/ha/año**  
Durante la producción: **35.000 \$/ha/año**
- Mantenimiento del perro trufero:
  - Veterinario y alimentación: **140.000 \$/ha/año**, considerando que el perro tiene la capacidad para trabajar en la recolección de trufas para 2 ha de plantación.

**Otros:**

- Gastos generales y de administración: se estima en un 10% de los gastos de operación anuales.
  - Asesoría técnica: Diseño y establecimiento de la plantación trufera con un valor de **200.000 \$/ha**. Y luego cada tres años un estado de situación de la misma **120.000 \$/ha**
  - Análisis de laboratorio:
    - Análisis de la trufera: el muestreo (1%) global de la trufera incluye muestras de micorrizas y suelo, esto tiene un valor de **\$160.000** (anualmente)
-

## VI. RESULTADOS DEL PROYECTO

### PRODUCCIÓN DE PLANTA MICORRIZADA

Producción de plantas temporada 2003-2004

Podemos señalar que la producción de plantas micorrizadas con *T. melanosporum* se realizó conforme a lo pronosticado y los resultados son alentadores. Como podemos ver en el gráfico 1 la única especie que presentó bajos índices de micorrización fue *Nothofagus obliqua*. Lo que debemos destacar fue la baja carga de contaminantes obtenidos, no dejando de mencionar que el sustrato utilizado fue un 40% de tierra.

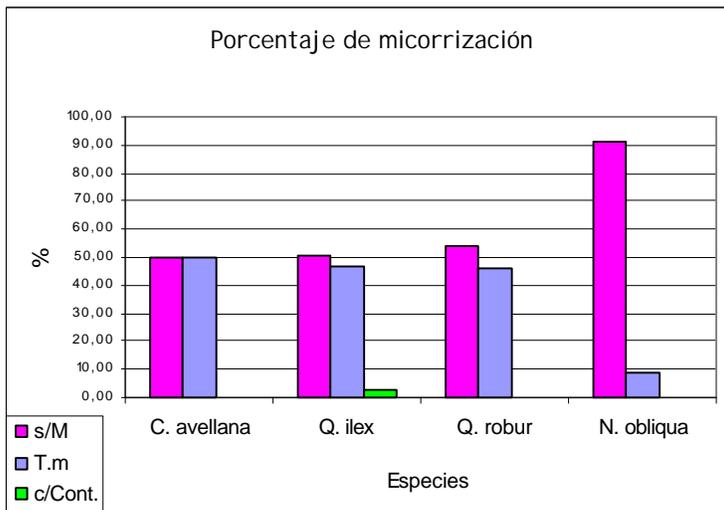


Gráfico 1: Porcentajes de micorrización en el periodo de viverización, sustrato base tierra..

#### Simbología

S/M: Ápices radiculares no micorrizados.

T.m: Ápices micorrizados con *Tuber melanosporum*

C/Cont: Ápices micorrizados con otras micorrizas

Producción de plantas temporada 2004-2005

En busca de una producción de plantas micorrizas más homogénea de optar por producir esta en un sustrato repetible e inalterable en el tiempo, para lo cual se optó por la turba. Como podemos observar en el gráfico 2 *Q. ilex* se comportó de mejor forma frente al sustrato, esto se podría deber a la permeabilidad y facilidad de deshidratarse de esta mezcla, lo que soporta de mejor forma la especie antes mencionada.

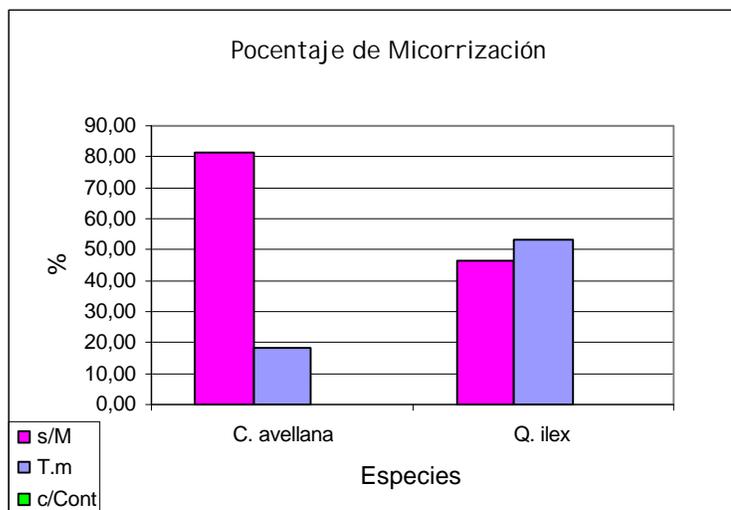


Grafico 2: Porcentajes de micorrización en el periodo de viverización, sustrato base turba.  
Simbología

S/M: Ápices radiculares no micorrizados.

T.m: Ápices micorrizados con *Tuber melanosporum*

C/Cont: Ápices micorrizados con otras micorrizas

### CAMBIO DE Ph en el suelo

En Chile cambio tan sustanciales en el pH del suelo eran desconocidos, pero hoy puedes decir y afirmar que es posible.

#### Monitoreos de pH

Los monitoreos de pH fueron realizados en las fechas de Noviembre 04 a Noviembre 05, las muestras se analizaron en el laboratorio de la Universidad Católica del Maule, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Predio	Promedio pH				
	Inicial	Nov 04	Mar 05	Jul 05	Nov 05
• Hijueta N° 2	6.12	6.97	7.38	7.62	7.55
• Rinconada Maitenes	5.94	7.56	7.63	8.31	7.91
• El Canelo	5.82	6.88	7.43	7.41	7.80
• Santa Elena de Chequén	6.20	6.97	7.60	7.82	7.8
• Santa Elisa	6.45	7.04	7.69	8.08	7.70
San Isidro			6,60		6.52
Huallalupe	6.20		6,55	6.83	6.88
Chainal	5.8				6.56



Tabla 6: Promedios de pH obtenidos de 5 lecturas. Los predios que están señalados con un punto significa que usaron un cal refinada y libre de impurezas. Y el resto uso otros tipos de cal, como por ejemplo fango de cal (residuo de la industria del azúcar).

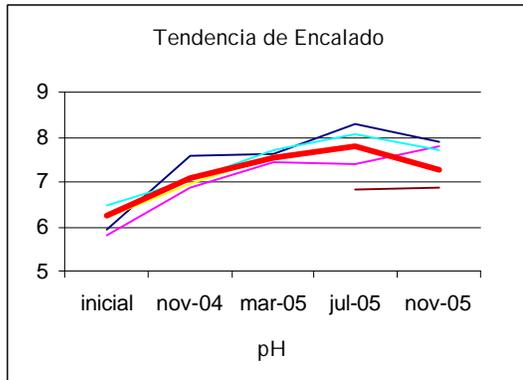


Gráfico 3: tendencia de encalado de los predios, destacando con rojo el promedio obtenido.

## MUESTREO DE RAÍCES EN PLANTACIONES

El muestreo de raíces se desarrollo con éxito, obteniendo un numero de muestras satisfactorias. Se cumplió el objetivo con la modificación de la metodología.

### Análisis de laboratorio (análisis de micorrizas)

La evaluación micorrícica en general manifestó un buen desarrollo de *T. melanosporum* en la simbiosis con las especies establecidas, los análisis mostraron micorrizas bien definidas, que se presentaron formando aglomerados. Esto reflejado en los porcentajes de micorrización que arrojaron resultados promisorios y son un buen indicador del establecimiento del hongo en terreno.

La presencia de micorrizas no deseadas es relevante a fin de establecer futuras prácticas de cultivo, considerando la competitividad de las especies invasoras. No obstante, en el presente, en los predios que se presentan inferior a un 2 %, no se mostraron como un factor critico en el desarrollo de *T. melanosporum*.

Los resultados de los análisis de laboratorio se presentan en un ficha por predio, donde se detallan las labores culturales realizadas al predio, las medidas de pH y los porcentajes de micorrización representados en gráficos por especie (anexo 7.9)

A continuación se presentan en la tabla 1 el rango presentado por la especie para cada serie evaluada, en un total de 9 predios, exceptuando la especie *Nothofagus obliqua*, la cual se presenta solo en dos predios evaluados. Mientras que la tabla 2 reúne a los predios evaluados en tres rangos de micorrización.

Las series corresponden a:

- sin mico.- Ápices sin micorrizas.
- mico Co.- Ápices micorrizados con otras micorrizas.
- mico T.m.- Ápices micorrizados con *Tuber melanosporum*

Apices	Rango	Especie			
		<i>C. avellana</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. robur</i>	<i>N. obliqua</i>
% mico T.m	Min	7	15	9	32
	Max	62	56	63	37
% mico Co	Min	0	0	1	11
	Max	58	31	51	15
% sin mico	Min	34	42	35	48
	Max	73	65	59	57

Tabla 2: Rangos de micorrización por especie

	Indicador de Micorrización		
	% T.m > 30% % Cont.< 2%	% T.m > 30% % Cont. <30 - > 2%	% Cont. > 30%
<b>Predios</b>	Santa Adela, Mt.	Baguales, XI	Hijuela Nº 2, VII
	Rinconada de Maitenes, VII	Santa Elena, VII	Santa Elisa, VII
	El Canelo, VII	San Isidro, X	
		Chainal, X	

predios

Tabla 3: rangos de micorrización por

## AREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE LA TRUFA EN CHILE

En este capítulo no se consideraron las variables de suelo, debido a que son tan significativas que en unos cuantos metros cambian todas las condiciones. Por tal razón pueden existir pequeñas porciones de suelo que conjugan todas las variables favorables para el desarrollo de este cultivo y no son señaladas en ningún estudio, pero si se pueden realizar en forma puntual su descripción.

Todo lo contrario sucede con las variables climáticas, las cuales se comportan más homogéneamente. Por tal razón, para este estudio nos apoyamos en los "atlas agro-climáticos de Chile central", los cuales describen las características climáticas de distritos agro-ecológicos. Dicha información fue digitalizada y geo-referenciada.

Los parámetros utilizados para la clasificación de sitios aptos y no aptos se desarrollo bajo los siguientes parámetros.

Tº media enero:	Rango inferior(17.5º C) y Rango superior(23º C)
Tº media julio:	Rango inferior(1º C) y Rango superior(10º C)
Precipitaciones:	1500 mm/año

Y el resultado fue lo que señala la imagen 87, representado por un tono claro, que básicamente es el valle central hasta la precordillera andina y parte de la cordillera de la costa.

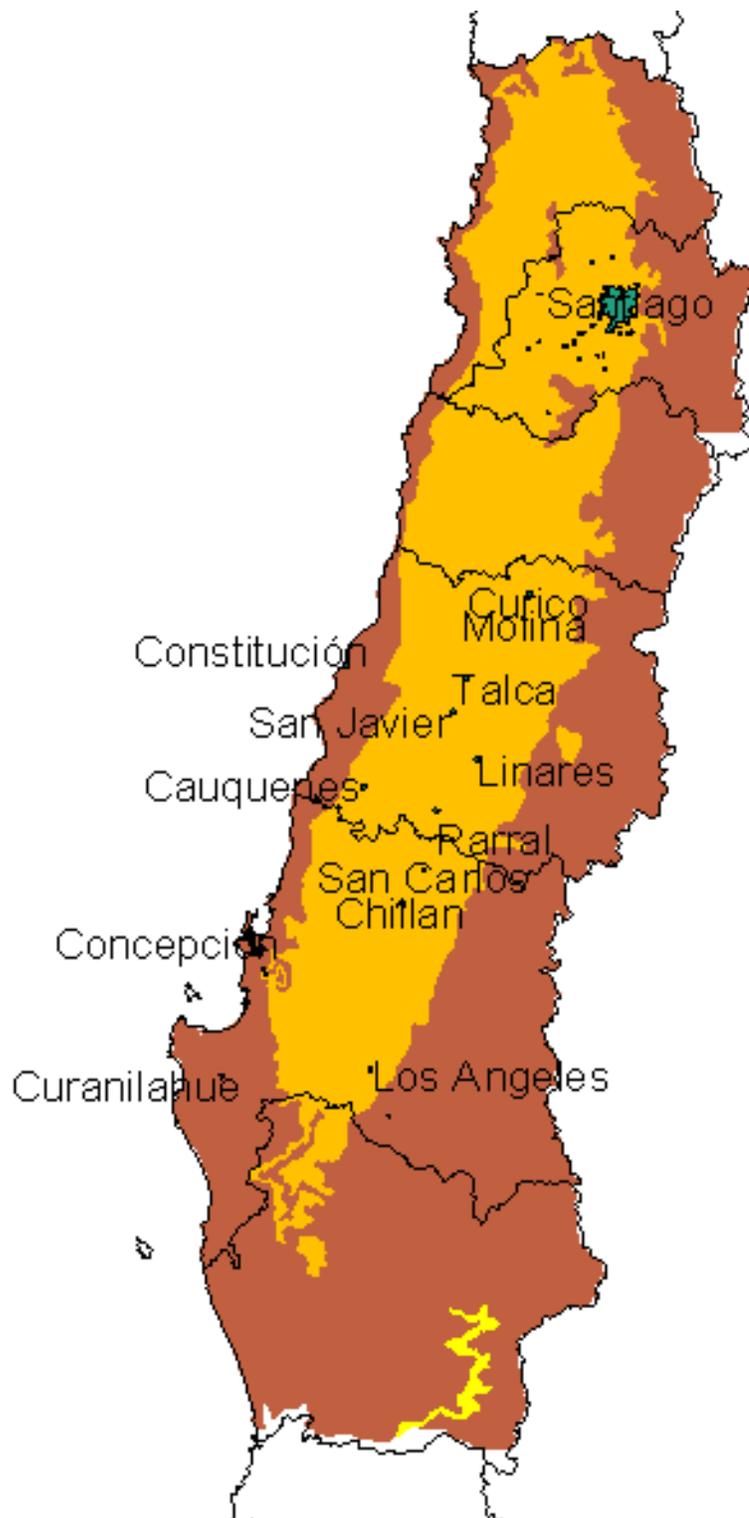


Imagen 87: Macro zona potencial para el cultivo de *T. melanosporum* pintada de un tono mas claro.



## VII. IMPACTOS DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Se han establecido 10 huertos truferos desde la región metropolitana a Coyhaique, lo que manifiesta el interés de los agricultores por buscar nuevas alternativas rentables para sus suelos.

Queda a disposición de la Fundación para la Innovación Agraria la tecnología los protocolos de producción de planta micorrizada con *Tuber melanosporum*. Esto significa que existe una alta probabilidad de que en Chile se desarrolle el cultivo de la trufa negra en forma extensiva, ya que sabemos que el desarrollo micorrícico en terreno es una realidad.

Además se han desarrollado las capacidades para manejar y monitorear este cultivo.

Podemos decir que aproximadamente, que el 10% del área potencial tendría una aptitud trufera, esto quiere decir que cerca de 5.988 ha estarían calificados para comenzar con un proyecto de estas magnitudes en la zona centro sur de Chile.

Como modo de ejemplo podemos afirmar que existen alrededor de 300.000 ha con las condiciones climáticas y edáficas necesarias para desarrollar un proyecto trufero.

---



## VIII. PROBLEMAS ENFRENTADOS

### Técnicos

- En la fase de endurecimiento de las plantas micorrizadas con trufa, que es una aclimatación fuera del invernadero, no debe ser mas allá de un periodo vegetativo, ya que encontramos un aumento de otras micorrizas en plantas almacenadas por casi un año. Esto se debe a que en el vivero coexisten una infinidad de otras micorrizas, las cuales fructifican y de diseminan generalmente en otoño y primavera.
- Los análisis de la micorrización en las truferas se debieran hacer a mediados de primavera y otoño, con la finalidad de apreciar el avance de las micorrizas de trufa. Pero en nuestro país y en especial en la zona sur estas épocas de año son lluviosas, lo que hace muchas veces imposible un muestreo adecuado.
- El suministro de agua a las plantaciones es de vital importancia, ya que quedo demostrado que aguas de riego superficial tienden a arrastrar propágulos de micorrizas.
- La truficultura en suelos ácidos, hace necesario un aporte constante de carbonato de calcio, lo que para los pequeños agricultores es una dificultad financiera. Así mismo sucede con el riego tecnificado, indispensable para suplir las necesidades de agua en verano y estimular la expansión micorrícica.

### Gestión

- La selección e incorporación de agricultores para el establecimiento de los ensayos se aplazo algunos meses, en relación a lo programado en el proyecto. Se necesito mayor tiempo para concretar la participación de propietarios privados en el proyecto, ya que se actuó con rigurosidad en las evaluaciones y muchas veces estos no cumplían con los requisitos exigidos, tanto por la aptitud de sus sitios o la capacidad de gestión.
  - El comportamiento del tiempo en las zonas donde están establecidos los predios retraso los terrenos programados para el muestreo de raíces.
  - Se realizo un cambio el equipo técnico del proyecto en octubre de 2004, fue reemplazado el Sr. Ricardo Ramirez por el Sr. Rafael Henríquez en la administración del proyecto. Además ingreso la Srta. Maria Nidia Brunel como técnico de apoyo (anexo fichas equipo técnico)
-



## IX. PRESENTACIÓN DETALLADA DE ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

Evento de difusión resultados primer año de actividades del proyecto y presentación del proyecto

**El objetivos de la actividad fue difundir al público objetivo los principales aspectos que abordará el proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha.**

**Esta actividad se realizo el jueves 31 de octubre del 2002**

**Hora inicio: 11:00 AM**

**Hora término: 13:00 PM**

**El lugar de realización de la actividad fue el Bodegón del Centro Cultural Huilquilemu de la Universidad Católica del Maule, ubicado en el KM 7 del camino Talca-San Clemente.**

**Para mayor información ver anexo difusión: Carpeta “Charla octubre 2002”**

Evento de difusión resultados segundo año de actividades del proyecto

**El objetivos de la actividad fue difundir al público objetivo los principales aspectos que abordará el proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha.**

**Esta actividad se realizo el jueves 27 de noviembre del 2003**

**Hora inicio: 11:00 AM**

**Hora término: 13:00 PM**

**El lugar de realización de la actividad fue el Auditórium de Ingeniería de la Universidad Católica del Maule, ubicado en Avenida San Miguel 3605, Talca.**

**Para mayor información ver anexo difusión: Carpeta “Charla noviembre 2003”**

Elaboración, publicación y actualización del Sitio Web del proyecto

**En conjunto con el departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule se desarrollo el sitio WEB, con el objetivo de entregar de mejor forma los avances del proyecto, resultados obtenidos y nuevas fotografías tomadas en trabajos recientes, de manera de mostrar una información real y dinámica, motivando el interés y conocimiento del publico objetivo. Esta actualización estuvo disponible a mediados de mayo 2005.**

**Esta página web se encuentra disponible dentro del sitio web del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Católica del Maule y puede accederse a través de la siguiente dirección:**

**<http://www.ucm.cl/forestal/>**

---



Taller día de campo

**El Día de Campo y Taller sobre “Los avances de la truficultura en Chile”, se realizó el jueves 26 de mayo de 2005 entre las 15:00 y las 17:30 hrs. en la unidad experimental “El Canelo” de propiedad de Salmones Colbún. En la ocasión se visitó la trufera establecida y una charla divulgativa de cómo se gestiona esta plantación y los avances a la fecha del proyecto.**

**Para mayor información ver anexo difusión: carpeta “Día de Campo”**

Elaboración de publicaciones científico y técnicas

**En el transcurso del proyecto se han enviado 10 trabajos a diferentes instancias las que se detalla a continuación:**

- **2º Congreso Forestal Chileno**
- **III International Workshop\_MYCORRHIZAL MUSHROOMS\_Victoria, Canada**
- **IV International Workshop\_MYCORRHIZAL MUSHROOMS\_Murcia, España**
- **Fundación para la Innovación Agraria**

**El detalle y contenido de las publicaciones se encuentran en el anexo Difusión: carpeta “Publicaciones”**

Evento de presentación resultados del proyecto

**El objetivos de la actividad fue difundir al público objetivo los principales aspectos que abordará el proyecto durante su ejecución y resultados logrados a la fecha.**

**Esta actividad se realizó el jueves 28 de diciembre del 2005**

**Hora inicio: 11:00 AM**

**Hora término: 13:00 PM**

**El lugar de realización de la actividad fue el Auditorium de Ingeniería de la Universidad Católica del Maule, ubicado en el Avenida San Miguel 3605 Talca.**

**Para mayor información ver anexo difusión: Carpeta “Presentación de resultados”**

---



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha validado la calidad de las plantas micorrizadas, obteniéndose altos niveles de micorrización en las especies *Q. ilex*, *Q. robur* y *Corylus avellana*, con grados de contaminación significativamente bajos, lo cual permite certificar la planta para su establecimiento en campo.
  - Por otra parte recomendamos poder generar producciones de planta micorrizada certificada, para su venta en el mercado nacional, ya que existe una demanda interesante en el sector productivo. Esto permitirá generar recursos financieros complementarios, con el objetivo de extender el programa de I+D sobre Truficultura en Chile.
  - Preliminarmente podemos decir que el enraizamiento de *C. avellana* es relativamente fácil, y la calidad de la planta es aceptable para la inoculación, sin embargo las diferencias en los tratamientos aplicados deben ser evaluados.
  - Se ha podido comprobar que existe propagación de *T. melanosporum* fuera del cepellón establecido en terreno, en el 100 % las especies hospederas muestreadas.
  - Chile presenta condiciones adecuadas para el cultivo de trufa.
  - Las condiciones de suelo y clima de la Zona Central asegurarían el éxito.
  - Las técnicas de inoculación usadas permiten direccionar el trabajo a futuro, para optimizar las condiciones de cultivo
  - Los resultados indican que existe una buena posibilidad para desarrollar el cultivo de trufa en Chile, especialmente con *Quercus ilex*
  - La asociación entre *Nothofagus obliqua* y *Tuber melanosporum* abre nuevas perspectivas de investigación para el cultivo de la trufa en Chile.
  - La preparación anticipada del sitio es una acción primordial para asegurar un adecuado establecimiento y desarrollo de la trufera.
  - Los cuidados pos-plantación son esenciales para el buen desarrollo del hongo (desmalezado, encalados correctivos, riegos, etc.)
  - Calidad del agua de riego es fundamental, ya que es uno de los principales carrier de micorrizas contaminantes.
-



X. OTROS ASPECTOS DE INTERES

Debido a interés demostrado por el sector productivo y conjugado con las condiciones edafoclimáticas de nuestro país, nos hace pensar en la introducción de nuevas trufas que se adapten mejor, menos exigentes en carbonato de calcio, tolerantes a suelos mas pesados y adaptadas a fructificar en verano. Todo debido a que existe un gran potencial en la zona sur de nuestro país, y lamentablemente estos sectores presentas altos índices de precipitaciones en invierno, lo que hace imposible el cultivo de *T. melanosporum* pero si el de *T. aestivum*, de menor precio pero mayor producción.

---



## XI. BIBLIOGRAFÍA

Bencivenga, M., 1999. "Experiencias italianas en truficultura: Problemática, Perspectivas y Expectativas". En " 1as Jornadas Internacionales sobre Truficultura en Aragón". Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, España.

Bonet J. y Colinas, C. "Cultivo de trufa negra" en "Cultivo de Hongos comestibles micorrícicos", Actas Jornadas LIFE. URL: <http://labpatfor.udl.es/docs/cultivotrufa.html>

Chevalier, G., 1998. "The truffle cultivation in France: Assesment of the situation after 25 years of intensive use of mycorrhizal seedlings" In "First International Meeting on "Ecology, Phisiology and Cultivation of Edible Mycorrhizal Mushroom", Swedish Universtity of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Cooper, P., 2001. "Comunicación personal". Perigord Truffles of Tasmania (PTT). Tasman Highway GROVE TAS 7109 Tasmania, Australia.

Hall, I., Brown, G. and Byars, J. 2001". The black truffle: its history, uses and cultivation". New Zealand Ministry of Agriculture & Fisheries. 107 pp. Second Edition.

JETRO, 2000. "Japanese Market Report. Mushrooms-Regulations and Practices". Japan External Trade Organization.

Lefevre, C. y Hall, I. 2001. The status of truffle cultivation. A global perspective. In "Proceedings of the Fifht International Congress on Hazelnut" Acta Horticulturae Number 556. Editor S.A. Mehlenbacher.

Morcillo, M. 2000. Comunicación personal. "Empresa Micología Forestal y Aplicada", Barcelona, España.

Palazón, C., Delgado, I., Barriuso, J. 2000. "Instalación de truferas artificiales. Requerimientos y posibilidades de cultivo". En "1as Jornadas Internacionales sobre Truficultura en Aragón". Ediciones Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, España.

Pebeyre, P. J., 2001. "Comunicación personal". Director, Pebeyre S.A. Truffes, Cahors, France.

Perrin, R., 1999. "La experiencia trufícola francesa" En "1as Jornadas Internacionales sobre Truficultura en Aragón".Ediciones Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, España.

Reyna, S., 2002. "Comunicación personal". Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Valencia, España.

Reyna, S., 2000. "Trufa, Truficultura y Selvicultura Trufera". Ediciones Mundiprensa, Madrid 229 pp.

Reyna, S. 1999. "Aproximación a una selvicultura trufera". Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad politécnica de Madrid.

---



Saez, R. y De Miguel, A., 1995. "Guía Práctica de Truficultura. ITG Agrícola. Universidad de Navarra, España.

Stahle, P. & Ward, D., 1996. " Evaluation of The Potential of Growing Tuber melanosporum as a Crop on Mainland Australia for Export And Domestic Consumption". A Study by DPS Strategy Pty Ltda. Rural Industries Research and Development Corporation, Project N° DPS-1A.

Tirado, G., 2000. "Comercialización de la Trufa". En "Jornadas de Truficultura, Viver, El Toro, Castellón". , España, Octubre del 2000.

U.S.A. International Trade Commission, 2001. "Harmonized Tariff Schedule of the United States (2001)- Supplement 1 (Rev.1). Chapter 7. Edible Vegetables and Certain Roots and Tubers.

Verlhac, Abert.1990. La Truffe, guide pratique. Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes et du Ctifl. Paris.

Vilas, A., 1999. "Introducción a la truficultura. Situación actual". En "1as Jornadas Internacionales sobre Truficultura en Aragón". Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, España.

---