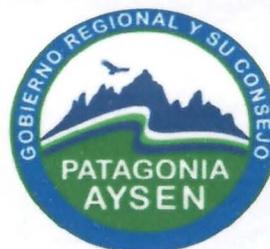


INFORME FINAL PROYECTO PYT 0067_2013

“Establecimiento de una plantación trufera en la Región de Aysén”

Junio 2015

OFICINA DE PARTES 2 FIA RECEPCIONADO	
Fecha	04 JUN 2015
Hora	10:00
Nº Ingreso	21550



I. ANTECEDENTES GENERALES

- Código : PYT-2013-0067
- Nombre del Proyecto : Establecimiento de una plantación Trufera en la Región de Aysén
- Región de Ejecución : XI región Aysén
- Agente Ejecutor : Exploradores Ltda.
- Agente(s) Asociado(s) : No hay agentes asociados
- Coordinador del Proyecto : Claudia Paola Cerda Rodríguez
- Costo Total : programado
real

- Aporte del FIA :
- Período de Ejecución : Septiembre 2013 hasta Junio 2015

II. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto: "Establecimiento de un plantación trufera en la región de Aysén" incorporo una alternativa de cultivo en una región con pocas alternativas agrícolas, generando un futuro nicho de negocio que se complementa con el rubro turismo, muy difundido en la región.

Los aspectos principales de este proyecto radican en el establecimiento en el predio de la empresa Exploradores Ltda. de dos plantaciones experimentales con las especies Encina española (*Quercus Ilex*) Encino (*Quercus robur*) y Roble turco (*Quercus Cerris*), los cuales fueron inoculadas con las especies de hongos micorrizicos *Tuber melanosporum* y *Tuber aestivum*. Luego de un año y medio desde el establecimiento, las plantas se encuentran en desarrollo, en óptimas condiciones , con un crecimiento en altura y diamétrico normal bajo condiciones extremas climáticas, además el hongo se encuentra activo en la planta con una infección radicular normal durante el primer año, cabe señalar que el análisis micorrizicos de las plantas por la empresa Agrobiotruf S.A determino un grado de infección del orden del 80% en promedio y en las muestras analizadas no se encontraron contaminantes. Es importante resaltar que es la primera plantación con *Quercus cerris* micorrizadas con trufa en Chile.

III. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

El objetivo general del proyecto se desarrolló de forma óptima, cumpliendo con el establecimiento de una plantación experimental en la región de Aysén con las especies de trufa negra (*Tuber melanosporum*) y Trufa de verano (*Tuber aestivum*). Además los objetivos secundarios del proyecto se fueron desarrollando de forma continua según plan operativo, en su fase inicial se evaluó técnicamente por personal de la empresa Agrobiotruf S.A, las mejores condiciones edafo-climáticas de la región para el establecimiento de la trufera experimental, basado en esto se comenzaron a realizar los manejos agronómicos que permitió el establecimiento de la plantación, luego de un año y medio de establecidas las plantas se procedió a validar el cultivo a través de un estudio técnico donde se analizó el desarrollo y grado de infestación de las plantas, con óptimos resultados. Además cabe señalar que la empresa Agrobiotruf S.A y la empresa Exploradores S.A, realizaron algunas reuniones de difusión para promocionar e incentivar este cultivo en la región de Aysén.

2. Metodología del Proyecto:

Método objetivo 1: Evaluación técnica de los parámetros edafo-climáticas de la zona seleccionada para el establecimiento de una plantación trufera experimental en la región de Aysén.

Se realizó la recopilación bibliográfica que permitió definir los parámetros edáficos y climáticos óptimos para el desarrollo del cultivo de la trufa en la región de Aysén, una vez definidos los parámetros se procedió a definir el lugar óptimo para realizar las parcelas experimentales dentro del predio de la empresa Exploradores Ltda., una vez definidos se procedió a realizar las actividades de limpieza y manejo del suelo, obteniendo una superficie de forma óptima para el establecimiento.

Ver Anexo 1.



Fotografía 1: ubicación parcelas truferas

Método objetivo 2: Establecer una plantación trufera experimental con las especies: Trufa negra del perigord (*Tuber melanosporum*) y Trufa de verano (*Tuber aestivum*) en diferentes tipos de *Quercus* en la región de Aysén.

Una vez analizadas las características edáficas que estuviesen de forma óptima, se procedió a establecer 3 módulos experimentales, ubicados en tres sectores aislados del predio. El primer módulo se realizó con la especie Trufa negra (*Tuber melanosporum*) inoculadas en las tres especies de árboles (*Quercus ilex*, *Quercus Robur* y *Quercus Cerris*), el segundo módulo se realizó con la especie Trufa de verano (*Tuber aestivum*) inoculadas en las tres especies de árboles (*Quercus ilex*, *Quercus Robur* y *Quercus Cerris*) y el tercer módulo (no incorporado en el plan operativo) se establecieron las dos especies de trufa negra y Trufa de verano, separadas por una faja de 25 metros para evitar la contaminación.



Fotografía 3: plantación trufa negra Agosto 14



Fotografía 4: plantación trufa verano febrero 15



F5: *Quercus robur*. Marzo 15



F 6: *Quercus ilex*. Marzo 15



F7: *Quercus cerris*. Marzo 15

Método objetivo 3: Validar el establecimiento y desarrollo de la plantación trufera experimental con las especies: trufa negra del perigord (*Tuber Melanosporum*) y Trufa de verano (*Tuber melanosporum*) como una alternativa comercial en la región de Aysén.

Luego de un año y medio de establecida la plantación, se procedió a determinar la situación actual de la plantación, que permitiera determinar la validez del establecimiento y desarrollo posterior de la plantación. Para esto se realizaron visitas técnicas por parte de la empresa Agrobiotruf para realizar un seguimiento en el desarrollo de la plantación, una vez definido el estado óptimo de la plantación, se procedió a realizar un análisis micorrizico para determinar el grado de infección de la planta, la actividad del hongo y el grado de infección de las raicillas nuevas que salen del pan radicular (segunda infestación y expansión radicular), el análisis determino que el estado miceliar del hongo se encontraba con un grado de infestación sobre 80% y una expansión radicular de aproximadamente 1 mt con una infestación del hongo del 50% del total radicular, validando que el hongo estaba creciendo de forma normal y en óptimas condiciones.

Ver Anexo 2.



F8: Longitud de raíces



F9: Raíz con micorrizas



F10: Análisis de muestras bajo microscopio

Método objetivo 4: Desarrollar actividades de difusión y transferencia tecnológica que permita difundir la experiencia realizada como una alternativa comercial para la región de Aysén.

Las actividades de difusión se realizaron en conjunto con la empresa Agrobiotruf S.A. Teniendo un impacto positivo en agricultores y entidades públicas relacionadas al agro. Al inicio del proyecto se realizó una reunión taller con profesionales de CONAF, SAG, INDAP y SEREMI de Agricultura. Al final de proyecto se realizó un seminario con la presencia de profesionales del sector público y privados interesadas en el cultivo

Principales problemas metodológicos enfrentados.

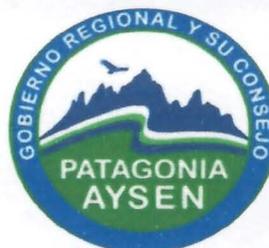
El principal problema sufrido durante el desarrollo del proyecto fue el estado inicial de las plantas al momento de llegar al predio, debido a que el pan radicular sufrió pérdida parcial o total de sustrato, generando un estrés a la planta, esto sucedió principalmente por el mal camino durante el trayecto Coyhaique – puerto tranquilo. Esto se solucionó con el relleno con sustrato esterilizado, incorporación de activadores radiculares, fertilizantes y riego con cal diluido, que permitieron la recuperación de las plantas en 3 meses aproximadamente.



F11: Estado inicial de las plantas, incorporación sustrato y riego con cal diluido

- **Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.**

La única modificación introducida fue el desplazamiento de la plantación por tres meses, que permitiera contar con una planta de calidad y libre de estrés para el establecimiento. De forma general el proyecto se desarrolló dentro de los plazos y actividades definidas en el plan operativo.



- **Descripción detallada de los protocolos y métodos utilizados, de manera que sea fácil su comprensión y replicabilidad (se pueden incluir como anexos).**

Protocolo de Identificación del sector a plantar:

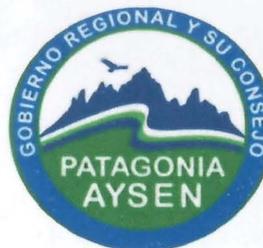
Identificación de los sectores a plantar, basado en las condiciones edafo-climáticas óptimas del cultivo, análisis de suelo, exposición, relieve y especies arbóreas colindantes, permitiendo definir el lugar que entregue las condiciones óptimas para el cultivo de la trufa y su posterior desarrollo.

Protocolo Manejo agronómico:

Los manejos agronómicos como el tratamiento al suelo, encalado y mantención de la trufera deben realizarse de forma continua y dentro de los plazos establecidos, bajo la supervisión técnica de la empresa Agrobiotruf S.A, es importante que la asesoría la realice personas expertas en el tema para evitar fracasos futuros.

Protocolo plantas micorrizadas:

Las plantas deben ser certificadas, permitiendo cumplir con las necesidades básicas de una planta de calidad: altura entre 20 y 30 cm, un diámetro de 1 a 2 mm y lo más importante una óptimo desarrollo radicular con un grado de infestación del 30% como mínimo.

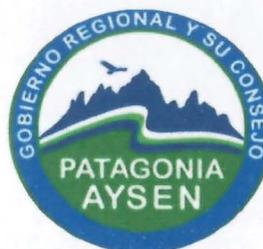


3. Actividades del Proyecto:

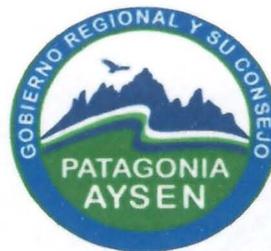
- Carta Gantt o cuadro de actividades comparativos entre la programación planteada en la propuesta original y la real.

Actividades

N° OE	N° RE	Actividades	Programado		Real		% Avance
			Inicio	Término	Inicio	Término	
1	1	Recopilación bibliográfica sobre zonas edafoclimáticas de truferas productivas a nivel nacional e internacional.	Julio 13	Sept 13	Nov 2013	Dic 2013	100%
		Recopilación bibliográfica de las zonas edafoclimáticas de la región de Aysén.	Sept 13	Oct 13	Nov 2013	Nov 2013	100%
		Visita predial por personal de la empresa Agrobiotruf S.A. selección de sitio.	Sept 13	Sept 13	Oct 2013	Oct 2013	100%
		Recolección de muestras para análisis de suelo.	Sept 13	Sept 13	Nov 2013	Nov 2013	100%
		Elaboración de informe técnico por la empresa Agrobiotruf S.A	Nov 13	Nov 13	Dic 2013	Dic 2013	100%
2	1	Labores de preparación de suelo	Oct 13	Oct 13	Oct 13	Nov 13	100%
		Aplicación de herbicida	Nov 13	Nov 13			0%
		Establecer diseño de plantación	Nov 13	Nov 13	Nov 13	Nov 13	100%
		Marcación de líneas de plantación	Nov 13	Nov 13	Nov 13	Nov 13	100%



		Encalado	Dic 13	Dic 13	Nov 13	Nov 13	100%
		Plantación	Feb 14	Feb 14	Marzo 14	Marzo 14	100%
		Instalación de protectores	Febr 14	Febr 14	Mayo 14	Mayo 14	100%
		Medición de prendimiento de las plantas en Terreno	Oct 14	Dic 14	Nov 14	Dic 14	100%
		Medición de crecimiento en altura y diamétrico de las plantas en terreno	Oct 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	
2	2	Recolección de muestras de raíces para micorrización	Oct 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	100%
		Identificación de micorrizas (trufas y contaminantes) en laboratorio	Dic 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	100%
3	1	Recolección de muestras de raíces expansión radicular	Oct 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	100%
		Medición de la expansión de las raíces en terreno	Oct 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	100%
		Medición del grado de infestación con micorrizas de trufa	Oct 14	Dic 14	Febr 15	Febr 15	100%
4	1	Seminario de truficultura	May 14	May 14	Abr 15	Abr 15	100%
	2	Folleto Técnico	Abr 15	Abr 15	May 15	May 15	100%



- **Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.**

Todas las actividades programadas se realizaron según plan operativo, excepto la aplicación de herbicida, ya que al preparar el suelo éste se despojó de la capa vegetal en la totalidad de la línea de plantación gracias a la maquinaria agrícola utilizada, por lo que no fue necesaria la aplicación de herbicida.

Se menciona que sí hubo discrepancias en el tiempo de ejecución de algunas labores.

Las principales razones para explicar estas discrepancias se basan principalmente en las dificultades climáticas propias de la región, que condicionan las actividades y ejecución de estas. Otra razón de importancia radica en la estructura vial desde Coyhaique y Puerto Tranquilo, presentando una conectividad muy escasa, con un camino de suelo en mal estado, lo que genera inconvenientes durante el traslado de las plantas.

4. Resultados del Proyecto:

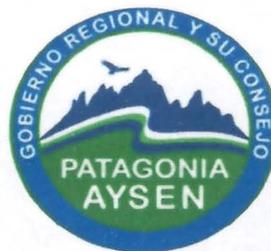
Establecimiento de la plantación trufera:

El establecimiento de la plantación trufera se realizaron 2 parcelas, una para trufa de verano y otro para trufa negra cuya superficie es de 2000 m² aprox c/u. La superficie destinada se comenzó a realizar las actividades de eliminación de especies arbustivas y herbáceas en la superficie y algunos troncos que se encontraron en el subsuelo. Para ambas actividades se trabajó con excavadora. Luego se establecieron las líneas de plantación con orientación Norte-Sur y el diseño de plantación se determinó de 2.5x7 m para trufa negra y 3x5 para trufa de verano. Una vez establecidas y limpias las líneas de plantación se pasó un tractor con rotovator para mullir la capa superficial de suelo. Se procedió entonces al encalado y nuevamente el tractor con rotovator para incorporarlo en los primeros 10 cm. Una vez que el suelo estaba en condiciones óptimas se procedió a realizar la plantación con las especies definidas en el plan operativo.

Validación del cultivo en la región de Aysén:

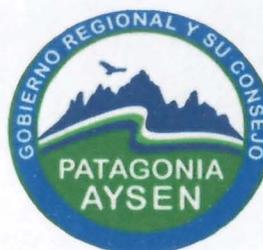
Luego de un año y medio de establecida la plantación, se procedió a realizar el seguimiento de esta, realizando un análisis cuantitativo de las características fenológicas de las plantas (diámetro y altura) y un análisis micorrícico del crecimiento y expansión de las raíces. Para la toma de datos en terreno se utilizó un muestreo al azar de 18 plantas por especie, las cuales fueron medidas en altura (cm) y el diámetro (mm), luego a esas plantas se realizaba una toma de raíces para definir el número de raicillas contaminadas con trufa u otras especies en el laboratorio de la empresa Agrobiotruf S.A, además en terreno se midió la expansión de las raíces durante el periodo de crecimiento y el grado de infestación de la trufa. Ver Anexo 2

Fundación para
la Innovación
Agraria
Ministerio de
Agricultura



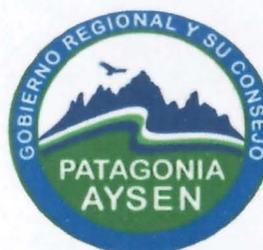
Difusión del proyecto

Además de la reunión taller realizada al inicio del proyecto a los profesionales públicos de agro, cuyo objetivo fue dar conocimiento de la truficultura en Chile e informar sobre el desarrollo del presente proyecto, se realizó un seminario de truficultura por parte de la empresa Agrobotruf S.A, donde se definieron la ecología de la especie, parámetros edafo-climáticos, mercado, venta del producto, gastronomía, etc. Además se expusieron los resultados del proyecto por parte de la empresa ejecutora. El público asistente principalmente eran productores y empresarios locales, quienes se vieron muy motivados por este nuevo cultivo. En general el proyecto permitió asentar las bases para motivar a la inversión y emprendimiento de los productores de la región de Aysén.

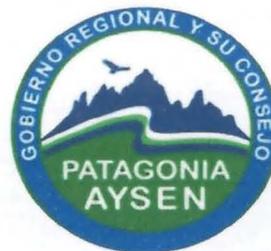


- Cuadro comparativo de los resultados esperados en la propuesta de proyecto y los alcanzados finalmente.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)			Valor Actual	
			Indicador (cuantificable)	Línea base (situación sin proyecto)	Meta proyecto	Resultado	% Avance
1	1	Catastro edafo-climáticas de zonas trufas en la región de Aysén	Estudio técnico	0	1	Desarrollado	100%
2	1	Establecimiento y desarrollo óptimo de la Plantación	Prendimiento de las plantas de Quercus robur, Quercus Cerris y Quercus Ilex	Quercus robur: 0% Quercus Cerris: 0% Quercus Ilex: 0%	Quercus robur: 80% Quercus Cerris: 80% Quercus Ilex: 80%	Quercus robur: 97% Quercus Cerris: 95% Quercus Ilex: 100%	100%
			Crecimiento de las plantas de Quercus robur, Quercus Cerris y Quercus Ilex	Quercus robur: 20cm Quercus Cerris: 20cm Quercus Ilex: 20cm	Quercus robur: 25cm Quercus Cerris: 25cm Quercus Ilex: 25cm	Quercus robur: 39cm Quercus Cerris: 21cm Quercus Ilex: 33cm	100%
	2	Calidad micorrícica de las raíces de las plantas de Quercus robur, Quercus Cerris y Quercus Ilex.	Nivel de micorrización por especie	Q. robur: 30% Q. Cerris: 25% Q. ilex: 25%	Q. robur: 50% Q. Cerris: 35% Q. ilex: 35%	Q.robur:92% Q.cerris:83% Q.Ilex: 78%	100%



N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)			Valor Actual	
			Indicador (cuantificable)	Línea base (situación sin proyecto)	Meta proyecto	Resultado	% Avance
3	1	Expansión radicular y avance de infestación con micorrización de Tuber melanosporum y Tuber aestivum en la trufera	Crecimiento radicular y % de infestación anual con Tuber melanosporum y Tuber aestivum	Q. robur: 0 Q. cerris: 0 Q. ilex: 0 Q.robur:0 Q.cerris:0 Q.ilex: 0	Q. robur: 15 cm/año Q. cerris: 10 cm/año Q. ilex: 10 cm/año Q.robur: 20% Q.cerris: 15% Q.ilex: 10%	Q.robur: 15cm/año Q. cerris: 16 cm/año Q. ilex: 9 cm/año Q.robur: 73% Q.cerris: 75% Q.ilex: 70%	100%
	2	Aparición de "Quemados" en la trufera por especie	Cantidad de quemados por especie	Q. robur: 0 Q. cerris: 0 Q. ilex: 0	Q. robur: 30 Q. Cerris: 15 Q. ilex: 10	Por la etapa en que se encuentra el hongo aún no se ven quemados	0%
4	1	Incentivar a empresarios y productores en el cultivo de la trufa negra del perigord y la trufa de verano	Cantidad de empresarios y productores	0	15	10	67%
	2	Folleto técnico basado en la experiencia de la región de Aysén. Anexo 5.	Documento	0	1	1	100%



- **Razones que explican las discrepancias entre los resultados esperados y los obtenidos.**

Una discrepancia entre los resultados esperados y los obtenidos fue el caso de la aparición de quemados, debido a que el proceso alelopático del hongo comienza a ser visible luego de 2,5 años a 3 años.

Otra discrepancia fue el porcentaje de interesados en el cultivo de la trufa, se consideraron para efectos de cuantificación sólo los privados que asistieron al seminario (10), sin embargo por contactos con los ejecutores existen más interesados que no pudieron asistir al Seminario pero que ya tienen en su poder la información técnica requerida. Cabe mencionar que dos de los asistentes ya están en gestión de plantación de una trufera.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

- Fichas técnicas y de costos del o los cultivos, rubros, especies animales o tecnologías que se desarrolló en el proyecto (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*)

Ver Anexo 3

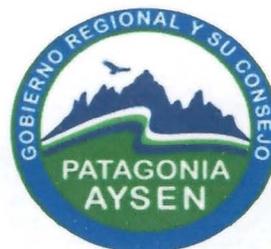
- Análisis económico actualizado, comparando con los análisis de la propuesta de proyecto.

Los costos totales de la iniciativa son:

Costo total de la iniciativa	
Aporte FIA	
Aporte Contraparte: Pecuniario	
No pecuniario	
Total Contraparte	

Aporte FIA

Ítem	Programado	saldo
equipamiento		
Infraestructura		
Viáticos y movilización		
Materiales e insumos		
Servicios terceros		
Difusión		
Gastos generales		
Imprevistos		
Total		



Aporte Ejecutor

Ítem	Programado	Saldo
equipamiento		
Infraestructura		
Viáticos y movilización		
Materiales e insumos		
Servicios terceros		
Difusión		
Gastos generales		
Imprevistos		
RRHH		
Total		

- Análisis de las perspectivas del rubro, actividad o unidad productiva desarrollada, después de finalizado el proyecto.

Luego de realizado el proyecto de forma exitosa, las perspectivas de introducir el hongo de la trufa es de alta efectividad, debido a que las plantas se encuentran creciendo de forma normal y el hongo ha tenido un desarrollo óptimo y un grado muy interesante de infestación, lo que motiva a otros empresarios o particulares que se atreven con este nuevo e innovador cultivo

- Descripción estrategias de marketing de productos, procesos o servicios (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).

No aplica al proyecto

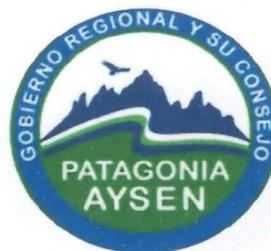
6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.

Establecimiento de una unidad experimental con las dos especies de trufa: este impacto es muy relevante debido a la connotación en el éxito del establecimiento bajo condiciones extremas (en invierno estuvieron bajo nieve), la resistencia de la trufa bajo esas condiciones y encontrarse activa para su expansión.

Incentivar a nuevos productores a que ingresen al mundo de la truficultura como un producto de alto valor económico y que en una región turística puede ser muy interesante de desarrollar como producto fresco y como productos alternativos trufados (miel, quesos, etc.).

Como impacto a futuro se encuentra el aumento en las divisas de los productores por la venta de sus productos y el auge de restaurantes o posadas que incorporen este producto a su carta menú.



El éxito en los resultados del proyecto motivan a los ejecutores a continuar con el manejo y cuidados necesarios para obtener el producto final, lo que sin duda alguna motivara aún más a los agricultores a atreverse en este nuevo rubro para la región.

Además se continúa con la investigación por parte de los ejecutores en relación a la posibilidad de éste cultivo en especies nativas.

Ver en Anexo 4.

- Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:

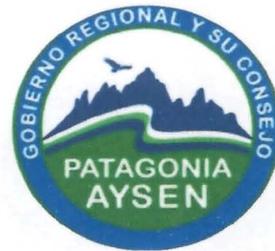
Venta del producto: cuando se realice la venta de los productos se obtendrán precios del orden de U\$ 1.000/kilo para la trufa negra y del orden de U\$ 200 /kilo para la trufa de verano. Alcanzando en el rítel y restaurantes valores muy superiores.

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio			
Producción (<i>por producto</i>)	Venta de trufa negra del perigord Venta de trufa de verano	Debido a la naturaleza del hongo se obtendrá a partir del año cuarto.	
Costos de producción			
Ventas y/o Ingresos			
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales			

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas	0	2	2



Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto		X		Trufa negra y Trufa de verano
Proceso				
Servicio				

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable		
Resultado interés público		

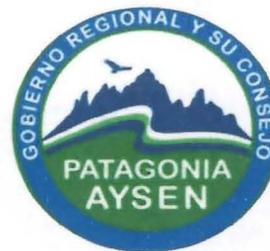
Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	1	AGT Chile
Generación nuevos proyectos		

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (Citas, título, descripción)
Publicaciones		
(Por Ranking)		
Eventos de divulgación científica		
Integración a redes de investigación	1	AGT Chile

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado		
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		



7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Legales
No existieron problemas legales
- Técnicos
El principal problema fue el deterioro de las plantas debido a las condiciones del camino y la tardanza en la plantación
- Administrativos
No existieron problemas administrativos
- Gestión
No existieron problemas de gestión
- Medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.
En el aspecto técnico los ejecutores y Agrobiotruf en conjunto tomaron las medidas técnicas para solucionar y entregar una solución óptima para las plantas.

8. Otros Aspectos de Interés

No existieron

9. Conclusiones y Recomendaciones:

- Desde el punto de vista:
 - Técnico

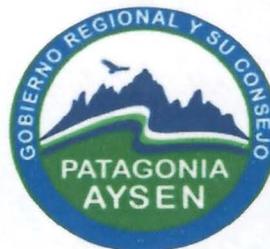
El establecimiento y desarrollo de las plantaciones con las especies de trufa negra y trufa de verano, se encuentran actualmente en óptimas condiciones, con un desarrollo miceliar excelente que augura un éxito a futuro. Cabe señalar que los ejecutores forman parte activa de la AGT (Asociación Gremial Truficultores) de Chile, por lo que está permanentemente recibiendo apoyo técnico e información actualizada sobre manejo y cuidados de la trufera.

- Económico

Si bien en lo económico fue un proyecto de bajo presupuesto para FIA se lograron ejecutar en las labores comprometidas a este presupuesto, reflejadas principalmente en compra de: cal, plantas inoculadas y asesoría.

Cabe mencionar que la ventaja en el costo del proyecto fue bajo en relación a otras regiones del país debido a que no fue necesario la implementación de riego en la trufera lo que habría aumentado su costo en un 50%. Además se debe considerar que los ejecutores tienen un título profesional del agro lo que permitió llevar a cabo el proyecto sin la contratación de profesionales adicionales.

En general los costos asociados al proyecto según Plan Operativo por parte de FIA y Ejecutores fueron los realmente utilizados y necesarios.



- De gestión.

Como experiencia, debe gestionarse de mejor forma la verificación de la calidad de las plantas enviadas y acto seguido el envío de las plantas, para evitar daños futuros a otras plantaciones.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Taller y Seminario:

Octubre 13 : Reunión Taller con profesionales del Agro: CONAF (7), SAG (1), INDAP (2) y SEREMI Agricultura (1). Realizado en dependencias de CONAF Regional. Se adjunta exposiciones en pendrive.

Octubre 14: Participación en Primer Coloquio de Innovación Agraria Regional. Organizado por FIA

Abril 15 : Seminario "Truficultura en Chile, perspectiva para la región de Aysén". :

Privados (10) Cabe mencionar que dos de los participantes ya están gestionando la compra de plantas, y preparando terreno. Uno del sector de Ibáñez y otro de Valle Simpson.

INIA (1)

INDAP (1)

CONAF (1)

FIA (1)

Se adjuntan exposiciones y antecedentes en pendrive.

Artículos prensa:

Abril 2015: Publicación en diario regional "El Divisadero" con el artículo: "Aysén se transforma en tierra fértil para la trufa más austral del mundo". Se adjunta foto en pendrive

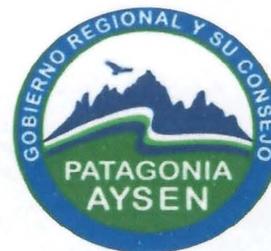
Otros:

Desde el año 2014 los ejecutores forman parte de la AGT (Asociación Gremial de truficultores) de Chile donde ha participado activa y presencialmente en las siguientes actividades:

Junio 2014: participó en la cosecha inaugural de la temporada en Fundo el Huacho, de hermanos Callejas.

Septiembre 2014: Simposio "La truficultura en Chile: A una década de iniciada la truficultura nacional"

Mayo 2015: Asamblea anual de la Asociación realizada en Escuela Agrícola de DUAO, Región del Maule.



Cabe mencionar que en cada una de las actividades antes mencionadas los ejecutores han dado a conocer el proyecto, lo que a provocado gran interés en cada uno de los asociados y además de los profesionales internacionales (España e Italia) que apoyan constantemente a cada una de las plantaciones nacionales.

Compromisos futuros:

Noviembre 15: **ROCCO TV**, canal regional de Aysén, realizara entrevista sobre el proyecto en campo San Diego.

Enero 16: Visita en campo San Diego de periodistas y equipo de programa **Chile Conectado**

V. ANEXOS

1. - Antecedentes Agroclimáticos para el cultivo de la trufa negra
-Estudio de factibilidad para el cultivo de la trufa negra
-Estudio de factibilidad para el cultivo de la trufa de verano
2. Muestreo y Análisis de micorrización en plantaciones inoculadas con el género Tuber en Quercus robur, Quercus cerris y Quercus ilex.
3. Ficha Técnica - Trufa de verano
-Trufa negra
4. Investigación del cultivo de la trufa en especies arbóreas nativas (complemento al proyecto)
5. Folleto técnico: Cultivo de trufas negras en la Región de Aysén.

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Reyna, S.1992. La Trufa. Ediciones Mundi. España 119pp.

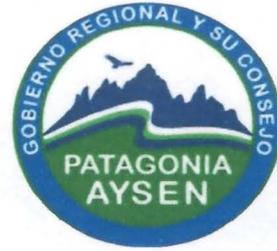
Reyna, S. 1999 Aproximación a una selvicultura trufera. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. 325..

Reyna, S. 2012 Truficultura: fundamentos y técnicas. Ediciones Mundi. Madrid. España 790 pp.

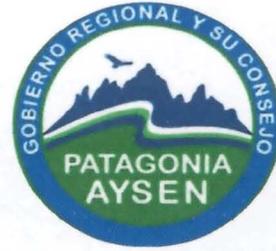
Sáez, R y De Miguel, A. 1995. La Trufa negra Tuber melanosporum. Guía Práctica de Truficultura. Ediciones LTC Agrícola S.A. Universidad Navarra. Pamplona España. 94pp

www.trufaschile.cl

Fundación para
la Innovación
Agraria
Ministerio de
Agricultura



Anexos



Anexos 1



Antecedentes Agroclimáticos para el cultivo de la trufa negra de pèrigord

Talca, Diciembre 2013

Índice.

N° pág

1) Introducción.....	2
2) Distribución natural del cultivo.....	6
3) Condiciones climáticas.....	7
-Pluviometría.....	7
-Temperatura.....	7
4) Características edáficas.....	10
5) Bibliografía.....	13
Anexo N°1.....	16

1. Introducción.

¿Qué son las trufas y como se cultivan?

Las trufas son los cuerpos fructíferos de hongos Ascomicetos del género *Tuber*, que se desarrollan bajo la superficie de la tierra (hipogeos). Estos hongos viven en simbiosis ectomicorrícica con algunos árboles forestales tales como robles europeos, encinas y avellanos. Algunas de ellas tienen valor culinario por su intenso aroma y agradable sabor. Una de las trufas más interesantes de cultivar es *Tuber melanosporum*, conocida como trufa negra de Périgord, ya que en Europa desde la década de los 70' se ha podido cultivar con éxito, presentando altas rentabilidades.



Imagen 1: Trufa negra de périgord

Las trufas han sido consumidas desde épocas remotas. Egipcios, romanos y griegos conocían y admiraban sus propiedades. Hoy en día, las trufas son consideradas para algunos, como un alimento de gran poder afrodisíaco y como el aromatizante por excelencia para condimentar o aromatizar una gran variedad de platos exquisitos, y darles un “toque” de sabor absolutamente inigualable.

Existen una gran variedad de hongos del genero *Tuber*, en nuestro caso estamos hablando de la trufa negra dePérigord (*Tuber melanosporum*), la que tiene mayor valor de mercado y cuenta con condiciones excepcionales en el mundo culinario gourmet.

Los árboles más aptos para el desarrollo del *Tuber melanosporum* son *Quercus ilex* (Encina), *Quercus robur* (Roble europeo), *Quercus pubescens* (Roble negro), *Quercus cerris* (Roble turco), *Corylus avellana* (Avellano) y *Ostryacarpinifolia* (Carpe negro).

La trufa se desarrolla bajo tierra y necesita de un periodo inicial de 4-5 años para adaptarse al terreno y producir una sobresaturación de micelio. Cuando el mismo alcanza volúmenes muy importantes, se generan los primordios (al que podríamos denominar estadio inicial



Imagen 2: Trufera ubicada en los aluviales del río Maule. *Quercus ilex/Quercus robur x Tuber melanosporum*.

de la trufa).

Solo cuando las trufas están maduras emiten el potente aroma que las caracteriza y que las hace tan valoradas en la gastronomía. Su conocimiento y utilización se remontan a inicios de nuestra era, existiendo evidencias en numerosas citas romanas y griegas en donde se habla de su valor gastronómico. Además se le atribuyen poderes mágicos y afrodisíacos.

Ese período de espera hasta la primera cosecha se denomina ventana, luego del mismo entregará cosechas todos los años. Dependiendo del tipo de árbol en el cual subyace, el tiempo ventana y la vida útil de producción de la trufa varía.

Si el manejo y las técnicas de laboreo son adecuados el huerto de Robles europeos (encinas y encinos) alcanza los 40 años de productividad, y posteriormente comienza a decrecer. El inicio de la etapa productiva se inicia entre el año 5 y el 7.



Imagen 3: Trufera ubicada en suelos aluviales del río Cato. *Quercus ilex x Tuber melanosporum*

Comenzada su producción, la trufa requiere crecer y madurar lo que le demora un periodo de 9 meses aproximadamente. La trufa negra es cosechada en invierno usando perros especialmente adiestrados, donde los buscadores que acompañan al animal las extraen cuidadosamente y normalmente estas se encuentran bajo tierra a unos 20 cm., con un tamaño medio que varía entre los 2 y 10 cm.

Las Trufas se encuentran asociadas a determinadas especies de árboles en una relación simbiótica en la que ambos organismos colaboran intercambiando elementos esenciales para su desarrollo, por ello no son consideradas parásitas, el territorio colonizado por ellas se

encuentra desnudo de vegetación, y popularmente se les llama (quemados) o calderos. Ello se debe a secreciones que la misma trufa produce para evitar la competencia con otras especies, este proceso recibe el nombre de Alelopatía, y es común en muchas plantas, por ejemplo los pinos, que dejan caer en la cercanía de su tronco su pinocha liberando sustancias alelopáticas y nada crece a su alrededor.

La trufa negra de Périgord prefiere ciertos tipos de suelo de origen calcáreos. Sin embargo, al analizar los mejores suelos truferos, estos muestran factores constantes en ciertas características físicas, estructura, capacidad de drenaje, capacidad de retención de agua y balance de elementos nutricionales entre otros. Con un buen análisis de suelo y posterior modificación, hoy en día podemos recrear las condiciones ideales para el desarrollo y crecimiento de trufas en suelos de Sudamérica de naturaleza no calcárea.

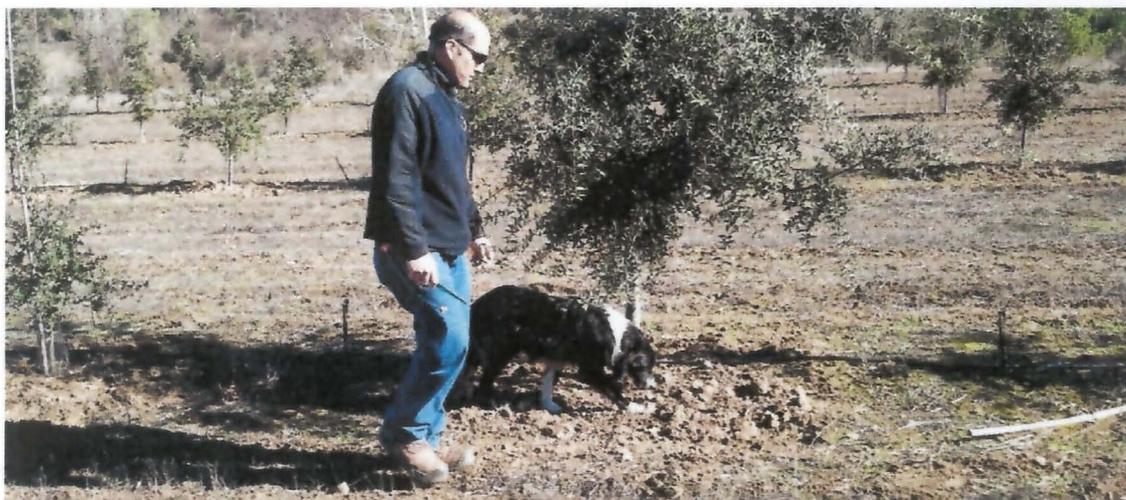


Imagen 4: Trufera ubicada sobre suelos sedimentarios de la cordillera de la costa en la VII región. *Quercus ilex x Tuber melanosporum*.

Estas trufas prefieren un clima de tipo continental, con estaciones bien marcadas, inviernos fríos y veranos calurosos. El clima ideal para la trufa puede resumirse en:

- Temperatura media anual de entre 8,6 y 14,8°C
- Temperatura media de invierno de 1 a 10,4°C
- Temperatura media de verano 15,5 y 23,5°C
- Precipitación anual de entre 425 a 2000 mm

Sin exceso de humedad a fines del verano y otoño. Cabe recalcar que la trufa es un hongo muy resistente a condiciones puntuales de humedad y T° extremas, sin embargo esta es vulnerable durante su ciclo de crecimiento, por lo cual el exceso o falta de agua podría ser fatal.

Su búsqueda y localización se realizaba antiguamente, con la ayuda de cerdos adiestrados, pero había un problema, si el truficultor se distraía el cerdo se la comía o mordía. Por ello el Rey de Francia prohibió el uso de cerdos para su búsqueda y desde entonces y hasta la actualidad se adiestran perros para dicho fin. La raza del can no es importante, solo se requiere que su olfato y atención, así como obediencia al dueño, logren un resultado de trabajo en equipo.



Imagen 5: Cosecha de trufas en la depresión intermedia de IX región, en un suelo con origen de depósitos fluviales. *Quercus ilex/Quercus robur x Tuber melanosporum*.

Su extracción se realiza sin dañar el producto, luego se procede a su primer cepillado en forma suave intentando eliminar la tierra adherida a sus callosidades. Posteriormente la trufa es lavada y desinfectada prolijamente. El producto puede conservar sus cualidades por tres semanas en una cámara frigorífica a 2 grados centígrados por el hecho de ser perecedero.



Imagen 6: Trufa negra del pèrigord cosechada en Chile.

2. Distribución natural del cultivo

El rango de distribución natural de *T. melanosporum* en Europa, va desde los 40º a 47º de latitud norte, abarcando áreas del Noreste de España, Sur de Francia, Norte de Italia. Además se puede encontrar en pequeñas extensiones en Gran Bretaña, Portugal, Suiza, Alemania, Hungría, Bulgaria, Grecia, Serbia y Turquía. Se desarrolla en Europa en altitudes entre 100 y 1600 m., situándose las áreas de mayor altura en las regiones más meridionales (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000; Rioussset *et al.*, 2001).

En general en Europa, las plantaciones artificiales con árboles inoculados con trufa negra se establecen cerca de las áreas productoras naturales, para así ajustarse al máximo a las condiciones ecológicas requeridas por el hongo y de las especies hospedadoras. Al contrario, en Australia, Tasmania, Nueva Zelanda y Estados Unidos se han establecido plantaciones en áreas donde las condiciones edafoclimáticas no son las ideales, pero que mediante técnicas agronómicas han podido manejarse para favorecer la producción de trufas (Hall *et al.*, 1994; Hall y Lefevre, 2001; Edwards *et al.*, 2006).

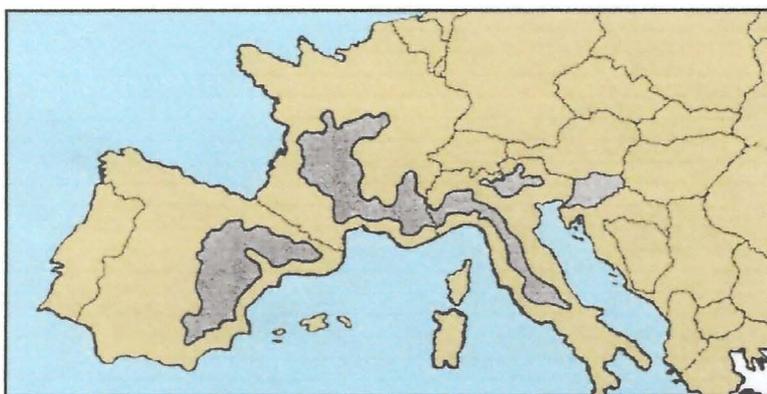


Imagen 7: Mapa de distribución de la trufa negra en Europa (modificado de Reyna, 2000).

A la luz de algunos resultados obtenidos en plantaciones artificiales de Europa, Australia, Tasmania, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Chile, existe la posibilidad de que *T. melanosporum* pueda desarrollarse en áreas donde las condiciones ambientales no son las ideales, pero donde este no sea reemplazado por hongos mejor adaptados al medio. Sin embargo, mientras la trufa negra no sea cosechada en forma regular fuera de las áreas de cultivo tradicional en Europa, se debe asumir que las condiciones que existen en ellas son las ideales (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001; Edwards *et al.*, 2006).

3. Condiciones Climáticas

Este hongo ha evolucionado en un clima predominantemente continental, presentando inviernos fríos y veranos calurosos y secos. El régimen de precipitaciones de estas zonas de Europa, es el típico mediterráneo con sequía estival y máximo de precipitaciones en otoño (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000 y Ricard, 2003).

Pluviometría

La disponibilidad de agua para el desarrollo de la Truficultura es de gran relevancia, sobre todo en los periodos de mayor demanda, ya que juega un papel preponderante en la sobrevivencia de los cuerpos fructíferos del hongo.

La literatura no contiene datos precisos sobre las necesidades hídricas del cultivo. Pero el conocimiento práctico nos dice que veranos con tormentas auguran una buena cosecha.

La amplitud pluviométrica del rango de distribución natural varía entre 425 a 1500 mm/año. Y si extendemos estos datos a zonas en donde se han cosechado trufas, el límite puede sobrepasar los 2300 mm/año, como es el caso de Panguipulli en Chile (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2012, Ricard, 2003, Garcia-Montero *et al.*, 2001).

En zonas en donde los periodos secos sean mayores a 30 días en verano se aconseja suplir las necesidades con riego. Así mismo en los lugares en donde la lluvia sea excesiva, se recomienda drenar los campos.

Resumen de las precipitaciones en las áreas de distribución natural de trufa negra (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2012, Ricard, 2003, Garcia-Montero *et al.*, 2001).

PARAMETROS	Rango en Francia e Italia	Rango en España
Precipitación anual (mm)	600 a 1500 mm	425 a 900 mm.

Temperaturas

La trufa negra de Périgord prefiere climas mediterráneos con una marcada estacionalidad. Esta es capaz de soportar inviernos rigurosos y veranos extremos.

Las temperaturas pueden limitar considerablemente la aptitud de un buen suelo para el desarrollo de la truficultura.

Resumen de los principales parámetros térmicos en las áreas de distribución natural de la trufa negra (Hall et al., 1994; Reyna, 2012, Ricard, 2003, Garcia-Montero et al., 2001).

PARAMETROS	Rango en Francia e Italia	Rango en España
Tº media anual	10 a 12,5 °C	8,6 a 14,8°C
Tº diaria media verano	16,5 ° a 22 °C	17,4 a 23,5°C
Tº diaria media invierno	1 a 8 °C	1 a 8,2 °C
Grados día acumulados (septiembre a abril hemisferio sur)	900 a 1900	750 a 1550

En el anexo 1 se pueden apreciar los Climodiagramas de distintas zonas truferas en España, Francia e Italia.

Datos climáticos de las principales zonas truferas en Europa (Hall et al., 1994).

	<i>Latitud (°:':")</i>	<i>Elevación (m)</i>	<i>Pluviometría anual (mm)</i>	<i>Día grado acumulado*</i>	<i>Tº media mes más cálido (°C)</i>	<i>Tº media mes más frío (°C)</i>
France						
Dijon	47°18'00"	227	732	1137	19.7	1.6
Clermont Ferrand	45°50'00"	329	563	1102	19.2	2.7
Lyon	45°42'00"	201	825	1312	20.7	2.6
Orange (Marseille*)	44°08'00"	60	810	1562	22.0	4.0
Toulouse	43°36'00"	153	655	1513	21.3	5.4
Italy						
Cuneo (*Torino)	44°55'00"	384	948	1379	22.0	3.5
Bologna	44°30'00"	84	589	2009	24.6	2.4
Rimini	44°00'00"	13	702	1746	22.6	3.3
Arezzo	43°28'00"	249	755	1349	21.0	4.0
Perugia	43°06'00"	205	816	1622	22.4	4.4
Campobasso	41°36'00"	807	628	1436	21.5	3.8
Spain						
Pamplona, Navarra	43°48'00"	449	963	1342	20.0	4.5
Perarrua, Huesca (*Zaragoza)	42°16'00"	517	644	1479	21.7	2.9
Arroyo Cerezo, Valencia	40°07'00"	1344	552	749	18.9	3.1
Cuenca, Cuenca (*Madrid)	40°05'00"	1001	569	1352	21.7	3.1
Santiago de la Espada, (*Albacete)	38°20'00"	1328	673	1547	23.2	3.3

Datos climáticos de las principales zonas truferas en el resto del mundo (Hall et al, 1994; Agrobiotruf, 2013)

	<i>Latitud (°:'")</i>	<i>Elevación (m)</i>	<i>Pluviometría anual (mm)</i>	<i>Día grado acumulado*</i>	<i>T° media mes más cálido (°C)</i>	<i>T° media mes más frío (°C)</i>
North America						
Parksville, Vancouver Island (Nanaimo*)	49°03'00"	28	1078	924	17.9	2.7
Chapel Hill, N.C. (Washington*)	36°10'00"	190	1054	2341	25.5	4.0
Ukiah, California	39°20'00"	189	943	2341	23.0	8.5
Placerville, California	38°43'00"	570	979	1832	23.5	6.7
Australia						
Warwick, QLD	28°22'00"	477	692	2729	23.6	10.4
Stanthorpe, QLD	28°66'00"	787	767	2034	21.5	7.9
Pallamana, SA	35°03'00"	76	345	1909	21.0	9.5
Goulbourn, NSW	34°75'00"	670	642	1546	20.6	6.5
Canberra, ACT	41°54'00"	578	617	1476	20.5	5.6
Armidale, NSW	30°52'00"	980	792	1612	20.3	6.3
Manjimup, WA	34°25'00"	287	1011	1811	20.0	10.4
Cooma, NSW	36°23'00"	812	502	1292	19.3	4.5
Orange, NSW	33°38'00"	948	886	1168	19.0	5.0
Healesville, VIC	37°68'00"	131	1021	1438	18.6	8.2
Colac, VIC	38°34'00"	134	731	1293	18.2	8.2
Launceston, TAS	41°54'00"	166	677	891	16.7	6.6
Deloraine, TAS	41°52'00"	237	950	568	14.5	5.7
New Zealand						
Opotiki	38°00'00"	6	1400	1493	18.5	9.2
Gisborne	38°40'00"	9	1058	1430	18.3	9.0
Taumarunui	38°55'00"	171	1443	1292	18.3	7.9
Waipukurau	40°00'00"	137	847	1089	17.6	7.1
Paraparaumu	40°55'00"	7	1054	1167	17.1	8.3
Nelson	41°15'00"	10	986	1038	17.2	6.5
Waipara (*Christchurch)	43°05'00"	64	729	1049	17.5	6.5
Ashburton	43°54'00"	101	757	896	16.5	5.2
Suecia						
Gotland	57°40'00"	51	514	570	15.9	-1.1
Chile						
Talca	35°25'25"	102	837	1788	20.2	8.0
Chillan	36°36'36"	125	1093	1593	19	8.1
Los Angeles	37°28'28"	150	1226	1354	18	7.6
Temuco	38°44'00"	118	1355	1220	17,1	7,5
Panguipulli	39°38'31"	153	2454	900	15,4	7,1

* Base >10°C

5.- Características edáficas.

Los carpóforos de *T. melanosporum*, producidos en Europa, tanto en forma natural como cultivadas, se desarrollan sobre suelos calcáreos de 10-40 cm de profundidad del tipo rendzina, calcosoles y calcisoles. La principal característica de estos suelos son sus elevados niveles de pH, lo cual es causado por un alto contenido de carbonato de calcio (piedra caliza), estos niveles generalmente sobrepasan los 7,5 puntos de pH (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Riousset *et al.*, 2001; Ricard, 2003). Sin embargo, de las plantaciones que actualmente producen trufa, fuera de Europa (Nueva Zelanda, Australia, Tasmania, Estados Unidos y Chile), la mayoría han sido establecidas sobre suelos ácidos que han sido enmendados con grandes cantidades de cal para ajustar su pH (Hall *et al.*, 1994; Edwards *et al.*, 2006).

Además de lo anterior, la textura y la materia orgánica del suelo son factores importantes a considerar. La mayoría de los suelos truferos en Europa tienen niveles moderados de materia orgánica, altos niveles de calcio y magnesio disponibles para la planta, presentan buen drenaje natural, con textura franca y estructura granular bien aireada. Es común en Europa, encontrar suelos donde se produce trufa tanto natural como cultivada, con presencia de pedregosidad superficial (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Riousset *et al.*, 2001).

Deben descartarse los suelos muy arcillosos por su compactación excesiva; los muy limosos, limo-arcillosos o limo-arenosos, por su carácter muy desfavorable al apelmazamiento; y los suelos excesivamente arenosos, por su poca capacidad de retención de agua. La mejor estructura es la que asegura el máximo de aireación y al mismo tiempo, la mayor facilidad para la penetración de las raíces del árbol y el micelio de la trufa. Estas características de suelo, resultan de un equilibrio en las proporciones de arena, limo y arcilla (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Riousset *et al.*, 2001; Ricard, 2003).

En las siguientes tablas se muestra en resumen los parámetros de suelos en donde crece *T. melanosporum*.

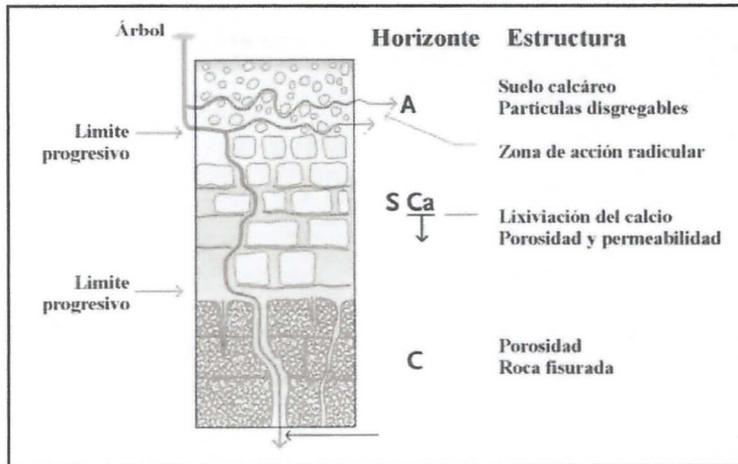


Imagen 8: Perfil de suelo ideal para la producción de trufa negra (Ricard, 2003).

Características Físicas de los suelo truferos.

PARÁMETRO	RANGO
Textura	<ul style="list-style-type: none"> • En España: Francos, no muy arcillosos ni excesivamente arenosos. Arcillas: media de 29,1% fluctúa entre 4 - 68,5% Limos: media de 37,5% fluctuando en 5 - 80% Arenas: media de 38,2% fluctuando de 0,8 - 90% • En Italia: Arenas: media 33,5% variando 0,8% - > 80% Limos: media 41,8% variando: 8 - 80% Arcillas: 24,8% variando 6 - 68,5% • En Francia: Francos y Franco-arenosos Arcilla: rangos de 8 a 35 % en truferas productivas Arena: rangos de 50 a 80 % en truferas productivas
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Granulosa o grumosa • Bloques subangulares, usualmente granular con aumento de las fracciones de arena o contenido de materia orgánica.

Fuente: Verlhac *et al.*, 1990, Callot, 1999 y Reyna, 2000)

Características Químicas de los suelo truferos.

PARÁMETRO	RANGO
pH	<ul style="list-style-type: none"> • 7,5 – 8,5 (Palazón, <i>et al.</i>, 2000 y Verlhac, 1990) • 7,8 - 8,5 (Sáez y De Miguel, 1995) • 7,45 – 8,23 (Reyna, 1999) • > 7,5 y óptimo de 7,9 y < 8 (Hall <i>et al.</i>, 1994) • En general el óptimo es 7,9
Materia orgánica oxidable (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 – 10 (Palazón, <i>et al.</i>, 2000) • 1,5 – 8 (Sáez y De Miguel, 1995 y Verlhac <i>et al.</i>, 1990) • mínimo 0,5 y máx. 17, en Valencia media 3,2 (Reyna, 1999) • Cercano a 8, según Hall <i>et al.</i>, 1994 • En Italia, las zonas truferas tienen un máximo entre 1,5 – 3 (Bonet y Colinas, 1999) • Óptimo estaría próximo a 3
Calcio intercambiable (% óxido cálcico)	<ul style="list-style-type: none"> • > 0,5 (Sáez y De Miguel, 1995) • 0,4 - 1,6 (Bonet y Colinas, 1999) • En Francia en rangos de 0,5 a 1 % en truferas productivas
Caliza total (% CaCO₃)	<ul style="list-style-type: none"> • mínimo de 10 (Sáez y De Miguel, 1995) • 0 – 83 (Reyna, 2000) • 1- 70 con media entre 20 - 56 y mínimo del 8 (Reyna, 2000). • En Italia media de 29,6 máximo de 83 • En Francia en rangos de 30 a 40 % en truferas productivas
Nitrógeno (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 0,1 - 0,3 (Bonet y Colinas, 1999 y Verlhac <i>et al.</i>, 1990) • 0,1 – 6 con media 0,8 (Reyna, 2000) • media de 0,26 en Valencia con máx. 0,57 (Reyna, 1999)
Fósforo (ppm)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 – 18 (Bonet y Colinas, 1999) • Varios autores indican entre 0 y 230 ppm, media 59,1 ppm (Reyna, 1999) • En Valencia, media de 29,5 ppm, min 6,66 y max 44,4 (Reyna, 2000)
Potasio (óxido potásico) (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 70 – 610 ppm (Recopilac. Reyna, 1999) • media 150,8 ppm, max 280, min 77 ppm (Reyna, 1999) • 100 – 300 ppm (Bonet y Colinas, 1999) • 0,01 a 0,03 (Verlhac <i>et al.</i>, 1990)
Magnesio intercambiable (%)	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01 - 0,03 (Sáez y De Miguel, 1995) • 0,01 (Verlhac <i>et al.</i>, 1990)
Relación C/N	<ul style="list-style-type: none"> • 6,7 a 20 (Reyna, 2000), • 8 - 15 con óptimo 10-11 (Bonet y Colinas, 1999) • cercana a 10 (Verlhac <i>et al.</i>, 1990)

6.- Bibliografía

- ✚ BONET, J. y COLINAS, C. 1999a. Truficultura, un cultivo a potenciar. En: III Jornadas Internacionales de Desarrollo Rural Integrado. Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida). 251-261 p.
- ✚ BONET, J. y COLINAS, C. 1999b. Truficultura, una Alternativa Rentable para las Zonas de Media Montaña. *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*. Nº 3. Huesca, España.
- ✚ CALLOT, G. 1999. La truffe, la terre, la vie. INRA Editions. Paris, Francia. 210 p.
- ✚ ETAYO, M y DE MIGUEL, A. 1998. Estudio de las ectomicorrizas en una trufera cultivada situada en Olóriz (Navarra). Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica, 11: 55-114 p.
- ✚ FISCHER, C y COLINAS, C. 1997. Propuesta de metodología para la certificación de planta de *Quercus ilex* inoculada con *Tuber melanosporum* para aplicación comercial. Comunicación presentada en la Reunión de Coordinación de INIA sobre Truficultura, celebrada en el Centro de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón en Zaragoza, Soria, España.
- ✚ HALL, I. y YUN, W. 2001. Truffles and other edible mycorrhizal mushrooms- some neww crops for the southern hemisphere. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, Invermay. Agricultural Centre, Private Bag 50034, Mosgiel, New Zealand. P. 5-6.
- ✚ HALL, I., BROWN, G. BYARS, J. y DIMAS, N. 1994. The black truffle: its history, uses and cultivation". New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited. Christchurch, New Zealand. 107 pp. Second Edition.
- ✚ LEFEVRE, C. y HALL, I. 2001. The status of truffle cultivation. A global perspective. In "Proceedings of the Fifth International Congress on Hazelnut". Acta Horticulturae 556. Editor S.A. Mehlenbacher. p. 513-520
- ✚ PÉREZ, F. y SANTELICES, R. 2006. Truficultura: 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. Informe final proyecto código FIA-PI-C-2001-1-A-085. FIA-UCM. Talca, Chile. 432 pp.
- ✚ REYNA, S. 1992. La Trufa. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 119 pp.

- ✚ REYNA, S. 1999. Aproximación a una selvicultura trufera. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. 325 pp.
- ✚ REYNA, S. 2000. Trufa, Truficultura y Selvicultura Trufera. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 229 pp.
- ✚ REYNA, S. 2012. Truficultura: fundamentos y técnicas. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 720 pp.
- ✚ REYNA, S.; BORONAT, J y PALOMAR, E. 2001. Quality control of plants mycorrhized with *Tuber melanosporum*Vitt. In: Edible Mycorrhizal Mushrooms and Their Cultivation. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms. New Zeland. 12 pp.
- ✚ RIOUSSET, L.; CHEVALIER, G. y BARDET, M. 2001. Truffes d'Europe et de Chine. INRA Editions. Paris, Francia. 181 pp.
- ✚ SÁEZ, R y DE MIGUEL, A. 1995. La trufa negra *Tuber melanosporum*Vitt. Guía Práctica de Truficultura. Edita I.T.G. Agrícola S.A. Universidad de Navarra. Pamplona, España. 94 pp.
- ✚ VERLHAC, A. 1990. La Truffe, guide pratique. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris, Francia. 108 pp.



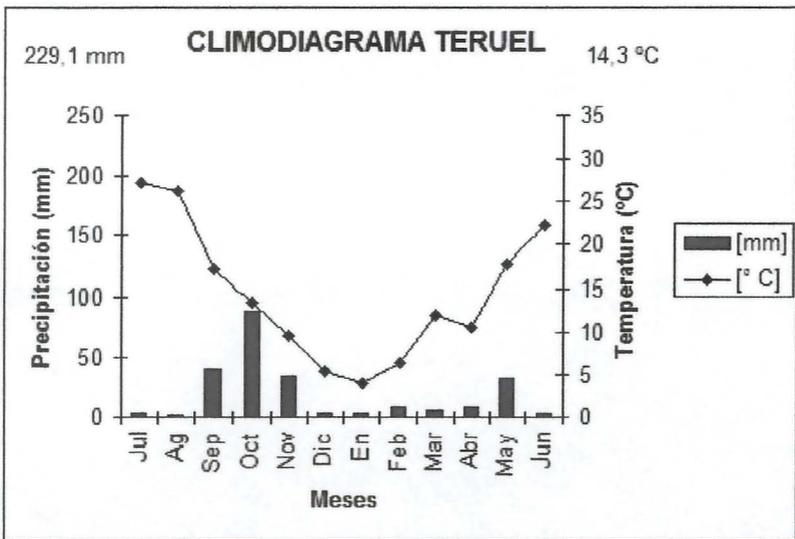
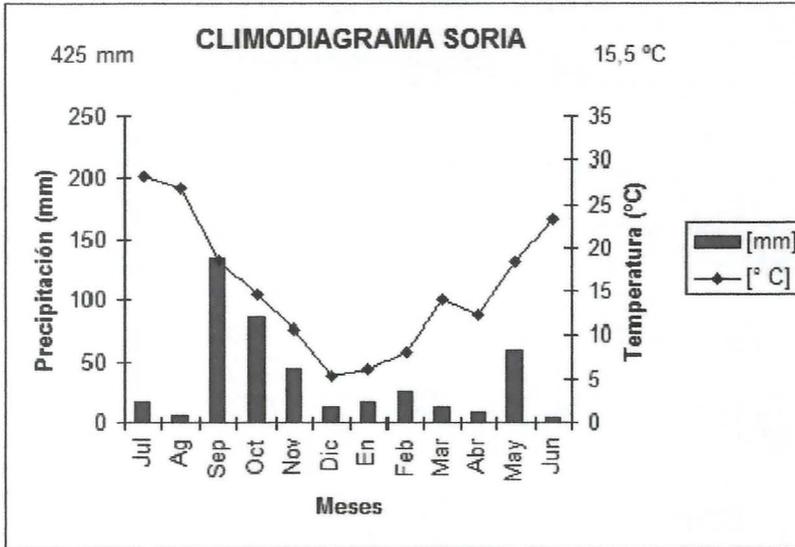
Imagen 9: Trufera establecida en la IX región, en la zona de Allipen.

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**

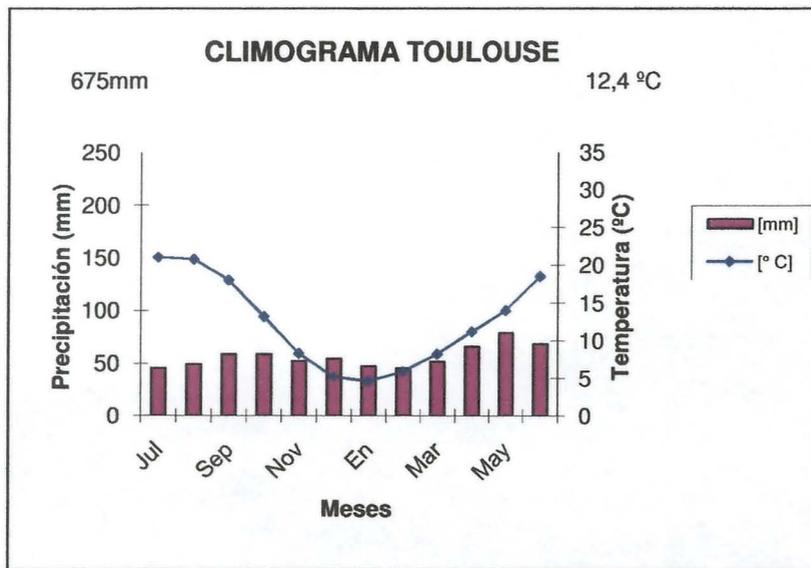
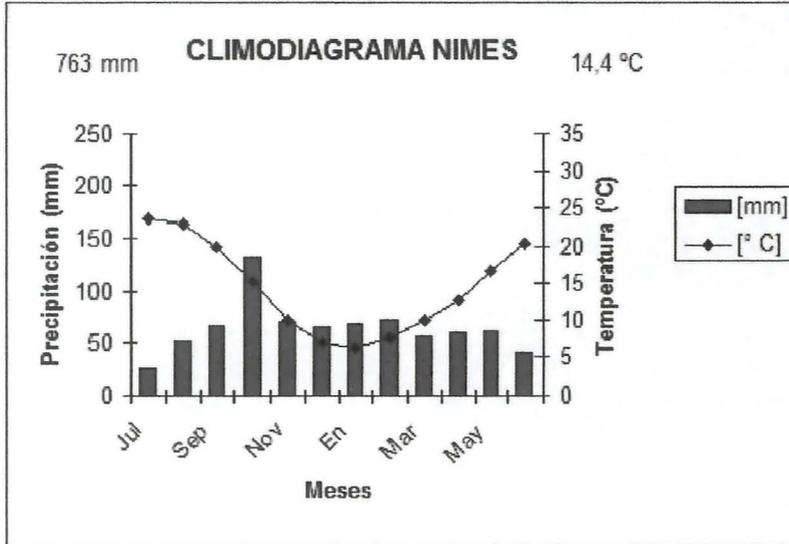
Anexo 1.

Climodiagramas de las Principales Zonas Productoras de *T. melanosporum*

España



Francia



AGRO BIOTRUF®

www.trufaschile.cl

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA EL CULTIVO DE LA TRUFA NEGRA DEL PERIGORD

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**

Noviembre 2013

ÍNDICE

	Pág.
1. Introducción.....	2
2. Antecedentes generales	
2.1. Descripción del análisis de suelo.....	5
2.2. Descripción de los parámetros climáticos.....	7
3. Conclusiones y Recomendaciones Finales	8

1. INTRODUCCIÓN

¿QUÉ SON LAS TRUFAS Y COMO SE CULTIVAN?

Las trufas son los cuerpos fructíferos de hongos Ascomicetos del género *Tuber*, que se desarrollan bajo la superficie de la tierra (hipogeos). Estos hongos viven en simbiosis ectomicorrícica con algunos árboles forestales tales como robles, encinas y avellanos. Algunas de ellas tienen valor culinario por su intenso aroma y agradable sabor. Una de las trufas más interesantes de cultivar es *Tuber melanosporum*, conocida como trufa negra del perigord, ya que en Europa desde la década de los 70' se ha podido cultivar con éxito, presentando altas rentabilidades.



Las trufas han sido consumidas desde épocas remotas, egipcios, romanos y griegos conocían y admiraban sus propiedades. Las trufas, hoy en día, son consideradas, para algunos, como un alimento de gran poder afrodisíaco y como el aromatizante por excelencia para condimentar o aromatizar variedad de platos exquisitos, y darles un “toque” de sabor absolutamente inigualable.

Existen una gran variedad de hongos del género *Tuber*, en nuestro caso estamos hablando de la trufa negra del Perigord (*Tuber melanosporum*), la que tiene mayor valor de mercado y cuenta con condiciones excepcionales en el mundo culinario gourmet.

Los árboles más aptos para el desarrollo del *Tuber melanosporum* son *Quercus ilex* (Encina), *Quercus robur* (Roble europeo), *Quercus pubescens* (Roble negro), *Quercus Petraea* (Roble albar), *Corylus avellana* (Avellano) y *Ostrya carpinifolia* (Carpe negro).

La trufa se desarrolla bajo tierra y necesita de un periodo inicial de 5-7 años para adaptarse al terreno y producir una sobresaturación de micelio. Cuando el mismo alcanza volúmenes muy importantes, se generan los primordios (al que podríamos denominar estadio inicial de la trufa).



Solo cuando las trufas están maduras emiten el potente aroma que las caracteriza y que las hace tan valoradas en la gastronomía. Su conocimiento y utilización se remontan a inicios de nuestra era, existiendo evidencias en numerosas citas romanas y griegas en donde se habla de su valor gastronómico. Además se le atribuyen poderes mágicos y afrodisíacos

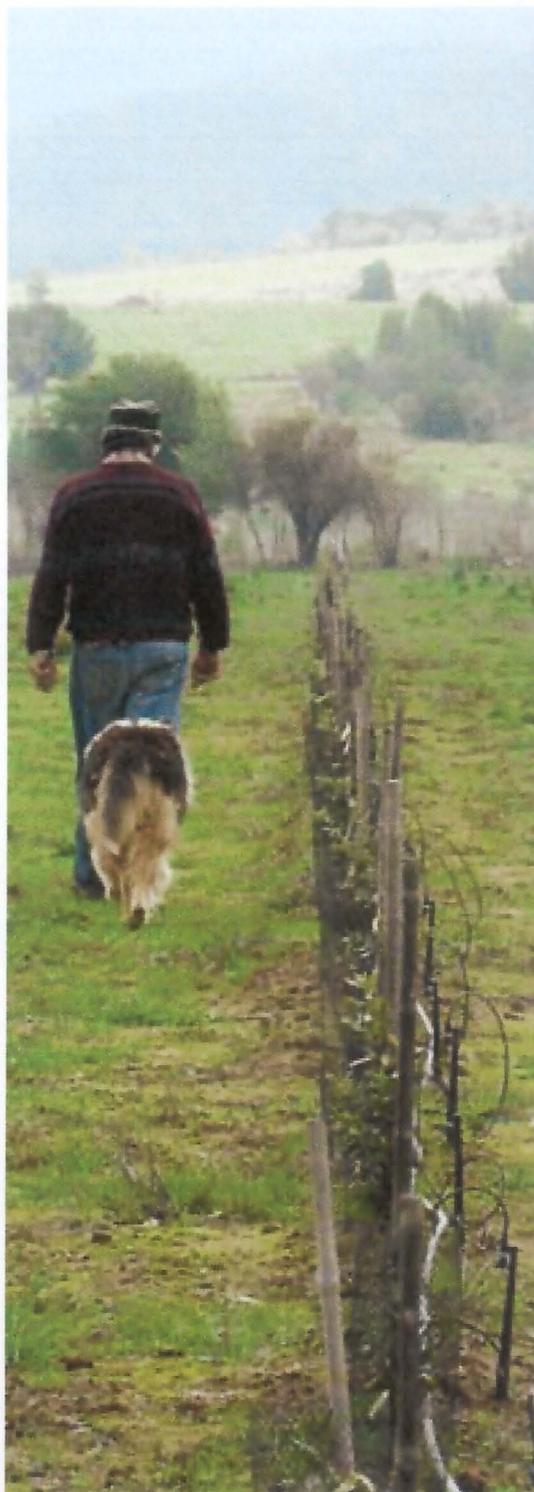
Ese período de espera hasta la primera cosecha se denomina ventana, luego del mismo entregará cosechas todos los años. Dependiendo del tipo de árbol en el cual subyace, el tiempo ventana y la vida útil de producción de la trufa varía.

Si el manejo y las técnicas de laboreo son adecuados el huerto de Robles europeos (encinas y encinos) alcanza los 40 años de productividad, y posteriormente comienza a decrecer. El inicio de la etapa productiva se inicia entre el año 5 y el 7.

Comenzada su producción, la trufa requiere crecer y madurar lo que le demora un periodo de 9 meses aproximadamente. La trufa negra es cosechada en invierno usando perros especialmente adiestrados, donde los buscadores que acompañan al animal las extraen cuidadosamente y normalmente estas se encuentran bajo tierra a unos 20 cm., con un tamaño medio que varía entre los 2 y 10 cm.

Las Trufas se encuentran asociadas a determinadas especies de árboles en una relación simbiótica en la que ambos organismos colaboran intercambiando elementos esenciales para su desarrollo, por ello no son consideradas parásitas, el territorio colonizado por ellas se encuentra desnudo de vegetación, y popularmente se les llama (quemados) o calderos. Ello se debe a secreciones que la misma trufa produce para evitar la competencia con otras especies, este proceso recibe el nombre de Alelopatía, y es común en muchas plantas, por ejemplo los pinos, que dejan caer en la cercanía de su tronco su pinocha liberando sustancias alelopáticas y nada crece a su alrededor.

La trufa negra del perigord prefiere ciertos tipos de suelo de origen calcáreos. Sin embargo, al analizar los mejores suelos truferos, estos muestran factores constantes en ciertas características físicas, estructura, capacidad de drenaje, capacidad de retención de agua y balance de elementos nutricionales entre otros. Con un buen análisis de suelo y posterior modificación, hoy en día podemos recrear las condiciones ideales para el desarrollo y crecimiento de trufas en suelos de Sudamérica de naturaleza no calcárea.



Estas trufas prefieren un clima de tipo continental, con estaciones bien marcadas, inviernos fríos y veranos calurosos. El clima ideal para la trufa puede resumirse en:

- Temperatura media anual de entre 10,5 y 14°C
- Temperatura media de invierno de 1 a 8 °C
- Temperatura media de verano 14,5 y 23°C
- Precipitación anual de entre 500 a 2000 mm

Sin exceso de humedad a fines del verano y otoño. Cabe recalcar que la trufa es un hongo muy resistente a condiciones puntuales de humedad y T° extremas, sin embargo esta es vulnerable durante su ciclo de crecimiento, por lo cual el exceso o falta de agua podría ser fatal.

Su búsqueda y localización se realizaba antiguamente, con la ayuda de cerdos adiestrados, pero había un problema, si el truficultor se distraía el cerdo se la comía o mordía. Por ello el Rey de Francia prohibió el uso de cerdos para su búsqueda y desde entonces y hasta la actualidad se adiestran perros para dicho fin. La raza del can no es importante, solo se requiere que su olfato y atención, así como obediencia al dueño, logren un resultado de trabajo en equipo.

Su extracción se realiza sin dañar el producto, luego se procede a su primer cepillado en forma suave intentando eliminar la tierra adherida a sus callosidades. A posterior la trufa es lavada y desinfectada prolijamente. El producto puede conserva sus cualidades por tres semanas, en cámara frigorífica a 4 grados centígrados por ser perecedero.



2. ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

2.1. Descripción del análisis de suelo:

Sitio 1: *Tuber melanosporum*

Macro-nutrientes disponibles

N ppm	P ppm	K ppm
14	4	97

- N esta sobre los rangos adecuados para el cultivo, no siendo un problema. P y K se comportan de forma deficitaria, pero son de fácil incorporación al suelo.

Micro-nutrientes disponibles

Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	B ppm
5,97	0,55	0,79	110,48	0,17

- Micro-elementos: Fe se encuentran en un rango adecuado, mientras que, Zn, B, Cu y Mn se encuentran deficitarios, para lo cual se deberá esperar como reacciona el suelo al cambio de pH para sugerir correcciones.
- No son deficiencias significativas

Otros

M. O. %	pH al agua	CE dS/m
13,4	5,72	0,105

- La Materia Orgánica se encuentra en un rango alto, pero con trabajos de aireación y cultivo, adicionando el carbonato de calcio para que el pH suba a rangos adecuados, este índice tendera a caer.
- El pH se encuentra en niveles bajos para el desarrollo de *T. melanosporum*. Este índice es de fácil corrección. Las enmiendas calizas corrigen la rápidamente este déficit.
- La Conductividad eléctrica se encuentra en excelentes niveles para el buen desarrollo del Hongo.

Capacidad de Intercambio Catiónico

Ca cmol(+)/Kg	Mg cmol(+)/Kg	K cmol(+)/Kg	Na cmol(+)/Kg
0,41	0,13	0,25	0,07

- Existe un déficit en cuanto a los niveles de los Cationes de intercambio para el buen desarrollo de *T. melanosporum*, lo cual se corregirá casi en su totalidad en el momento de la corrección del pH, ya que mediante la aplicación de carbonato de calcio y dolomita se consigue elevar los niveles de Calcio y Magnesio de intercambio, los cuales son los cationes más importantes.

Textura

Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
71,8	22,7	5,5	Franco Arenoso

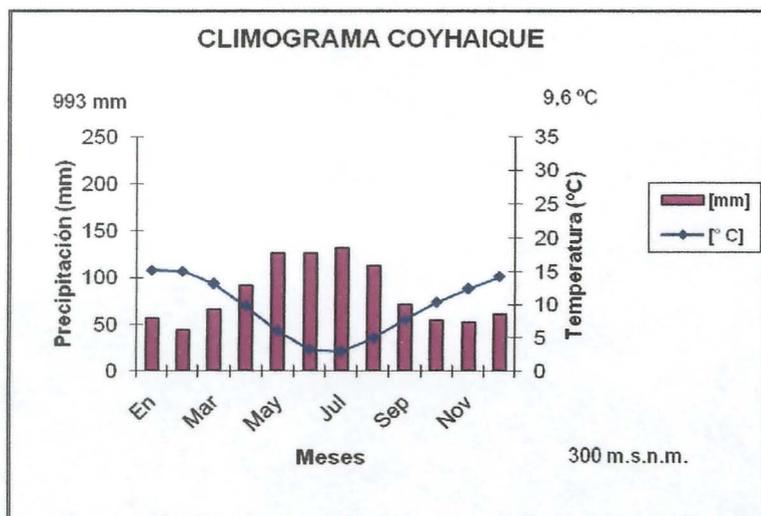
- Una textura de carácter Franco arenoso, es adecuada, debido a que contribuye a una mejor aireación y facilita el drenaje superficial, lo que trae como consecuencia una mayor capacidad del micelio para invadir el suelo.

2.2. Descripción climática:

El sector analizado no presenta historial de parámetros climáticos. Pero está clasificado, según la clasificación de Köppen, como un clima Templado húmedo con temperatura media inferior a 18 °C sin periodo seco, con estaciones marcadas, con una sigla **Cfk**

La estación climática más cercana y representativa sería Coyhaique.

Coyhaique		
Meses	[mm]	[° C]
En	56,9	15,1
Feb	44,2	15
Mar	65,7	13,1
Abr	91,4	9,7
May	126,5	6
Jun	125,9	3,2
Jul	131,3	2,9
Ag	112,4	5
Sep	71,7	7,7
Oct	54	10,3
Nov	52,5	12,4
Dic	61	14,2
	993,5	9,6



3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

La trufa negra del perigord (*Tuber melanosporum*) requiere de ciertas condiciones climáticas y edáficas que permitan su establecimiento y desarrollo.

Las condiciones climáticas presentes en el sector permiten el desarrollo de la trufa negra del perigord. Sin embargo, sabiendo que tenemos temperaturas medias mensuales inferiores a las zonas con mayor potencialidad, esto lo debemos mitigar con trabajos agronómicos tales como: Constante control de malezas, instalación de mulching plástico ranurado negro, poda en forma de cono invertido cerrado.

El suelo presenta condiciones muy favorables para el buen desarrollo del hongo. Los parámetros edáficos deficientes son corregibles al corto y largo plazo con enmiendas y aporte nutricionales periódicos.

En relación al suelo, el sitio evaluado puede considerarse apto para el cultivo de la trufa negra del perigord, sin embargo, el buen desarrollo del cultivo está sujeto a las correcciones de algunos parámetros pre-plantación, que se resumen a continuación:

- Corrección de pH: Enmienda con cal agrícola (Carbonato de Calcio, mínimo 90% CaCO_3 de pureza) aplicando una dosis pre plantación equivalente a **80 Toneladas por hectárea aproximadamente**. Esta labor se realizara encalando solo en las bandas de plantación en un ancho de 2 metros. La dosis por m^2 pre plantación será de 8 Kg/m^2 .

Labores de preparación de suelo:

- Control químico total de malezas en el lugar de plantación.



- Cíncel profundo, objetivo de mover el suelo a 40 - 45 cm de profundidad
- Marcación perimetral de la plantación para un marco de $7 \times 2,5 \text{ m}$
- Encalado mediante aplicación de la cal agrícola en las bandas de plantación definidas.



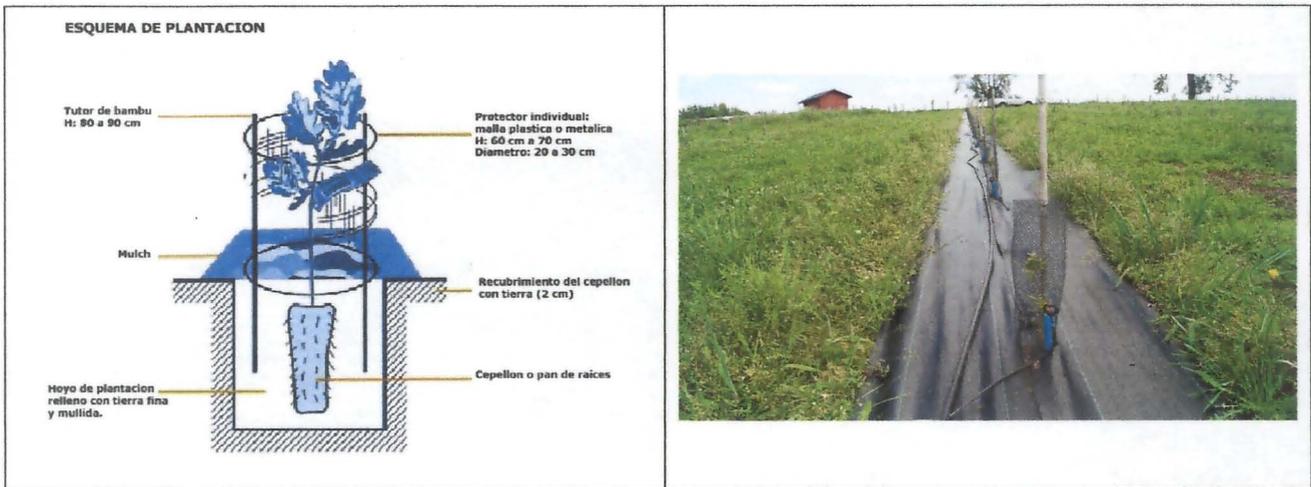
- Incorporación de la cal agrícola con una **rastra superficial a 10 cm**, es fundamental ya que la concentración del carbonato de calcio debe ser óptimas en el primer perfil de suelo.



- Mantener desmalezado el sector de plantación hasta invierno 2013



- En el establecimiento de las plantas micorrizadas a cada una se le instala un protector contra conejos y liebres.



- El riego para esta plantación será suplementario a las lluvias, es decir, se regara solo si es necesario.
- El uso del mulching mejorara la disponibilidad de humedad del suelo y aumentara las temperaturas del mismo. No se debe dejar de mencionar que reducirá al su mínima expresión el problema de las malezas.



Como conclusiones generales podemos decir que el lugar analizado posee condiciones optimas para el cultivo de la trufa negra del perigord.

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA EL CULTIVO DE
LA TRUFA DE VERANO**

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**

Noviembre 2013

ÍNDICE

	Pág.
1. Introducción	2
2. Antecedentes generales	
2.1. Descripción del análisis de suelo.....	5
2.2. Descripción de los parámetros climáticos.....	7
3. Conclusiones y Recomendaciones Finales	8

1. INTRODUCCIÓN

¿QUÉ SON LAS TRUFAS Y COMO SE CULTIVAN?

Las trufas son los cuerpos fructíferos de hongos Ascomicetos del género *Tuber*, que se desarrollan bajo la superficie de la tierra (hipogeos). Estos hongos viven en simbiosis ectomicorrícica con algunos árboles forestales tales como robles, encinas, avellanos, pinos, hayas, etc. Algunas de ellas tienen valor culinario por su intenso aroma y agradable sabor. Una de las trufas más comunes y fáciles de cultivar es *Tuber aestivum/uncinatum*, conocida como trufa de verano en España y Trufa de borgoña en Francia.



Las trufas han sido consumidas desde épocas remotas, egipcios, romanos y griegos conocían y admiraban sus propiedades. Las trufas, hoy en día, son consideradas, para algunos, como un alimento de gran poder afrodisíaco y como el aromatizante por excelencia para condimentar o aromatizar variedad de platos exquisitos, y darles un “toque” de sabor absolutamente inigualable.

Existen una gran variedad de hongos del genero *Tuber*, pero cuando hablamos de una de las trufas mas diseminadas en Europa, y donde prácticamente todos los países de la comunidad Europea la producen, nos referimos a la Trufa de verano, también llamada trufa grabada, trufa de San Juan y trufa de borgoña (*Tuber aestivum/uncinatum*), la que tiene un buen valor de mercado y en fresco desprende un olor suave y agradable.

Los árboles más aptos para el desarrollo del *Tuber aestivum/uncinatum* son *Quercus ilex* (Encina), *Quercus robur* (Roble europeo), *Quercus pubescens* (Roble negro), *Quercus Petraea* (Roble albar), *Quercus cerris* (Roble Turco), *Corylus avellana* (Avellano), *Ostrya carpinifolia* (Carpe negro), *Pinus nigra* (Pino negro), *Cedrus atlántica* (Cedro), *Castanea sativa* (Castaño), entre otras.



La trufa se desarrolla bajo tierra y necesita de un periodo inicial de 4-5 años para adaptarse al terreno y producir una sobresaturación de micelio. Cuando el mismo alcanza volúmenes muy importantes, se generan los primordios (al que podríamos denominar estadio inicial de la trufa).

Solo cuando las trufas están maduras emiten el potente aroma que las caracteriza y que las hace tan valoradas en la gastronomía. Su conocimiento y utilización se remontan a inicios de nuestra era, existiendo evidencias en numerosas citas romanas y griegas en donde se habla de su valor gastronómico. Además se le atribuyen poderes mágicos y afrodisíacos

Ese período de espera hasta la primera cosecha se denomina ventana, luego del mismo entregará cosechas todos los años. Dependiendo del tipo de árbol en el cual subyace, el tiempo ventana y la vida útil de producción de la trufa varía.

Si el manejo y las técnicas de laboreo son adecuados el huerto de Robles europeos (encinas y encinos) alcanza los 40 años de productividad, y posteriormente comienza a decrecer. El inicio de la etapa productiva se inicia entre el año 4 al 5.

Comenzada su producción, la trufa requiere crecer y madurar lo que le demora un periodo de 9 meses aproximadamente. La trufa negra es cosechada en invierno usando perros especialmente adiestrados, donde los buscadores que acompañan al animal las extraen cuidadosamente y normalmente estas se encuentran bajo tierra a unos 20 cm., con un tamaño medio que varía entre los 2 y 10 cm.

Las Trufas se encuentran asociadas a determinadas especies de árboles en una relación simbiótica en la que ambos organismos colaboran intercambiando elementos esenciales para su desarrollo, por ello no son consideradas parásitas, el territorio colonizado por ellas se encuentra desnudo de vegetación, y popularmente se les llama (quemados) o calderos. Ello se debe a secreciones que la misma trufa produce para evitar la competencia con otras especies, este proceso recibe el nombre de Alelopatía, y es común en muchas plantas, por ejemplo los pinos, que dejan caer en la cercanía de su tronco su pinocha liberando sustancias alelopáticas y nada crece a su alrededor.

T. aestivum/uncinatum es capaz de desarrollarse sobre una gran cantidad de terrenos formados de rocas madre de edades geológicas muy diferentes: calizas primarias del Devoniano, calizas secundarias del Triásico y el Jurásico; calizas terciarias del Eoceno, Oligoceno y Mioceno; sedimentas aluviales y coluviales del cuaternario, con un sustrato calcáreo que permita un abastecimiento continuo de éste. Los suelos de la trufa de verano generalmente presentan perfiles de tipo rendzina y de tipo suelo moreno calcáreo, aunque esta trufa puede encontrarse en suelos muy superficiales, casi brutos, sobre roca madre de caliza dura; su textura es más a menudo muy variable según los entornos, pero se presenta equilibrada (Wedén, 2004).



El aspecto químico de estos suelos revela que *T. aestivum/uncinatum* se desarrolla a niveles de sustancias orgánicas muy variables, sin embargo, con respecto a *T. melanosporum*, soporta contenidos de estas sustancias más elevadas, en efecto, es capaz de desarrollarse en hojarasca amontonada entre las piedras. La cantidad de iones intercambiables presente en los suelos donde fructifica la especie puede ser variable, aunque generalmente se desarrolla sobre suelos bien abastecidos de potasio pero muy pobres en fósforo y suficientemente ricos en calcio. Algunos recientes resultados demuestran que *T. aestivum/uncinatum* es capaz de fructificar en suelos con un fuerte abono mineral (Wedén, 2004).

T. aestivum/uncinatum, crece en un rango amplio de condiciones climáticas: clima oceánico a semioceánico; semicontinental, continental, montañoso y mediterráneo (Chevalier *et al.*, 2001).

Los climas oceánicos son apacibles y húmedos. Las lluvias son regulares durante todo el año (200 días por año) y no hay intensos fríos durante los meses de invierno. En los climas semioceánicos la precipitación es menor, siendo más baja en verano que en otoño, y los veranos pueden ser secos y los inviernos rigurosos. Los climas semicontinentales se caracterizan por rangos térmicos fuertes, con los veranos secos y los inviernos severos, que pueden ser perjudiciales para el hongo. Los climas montañosos tienen lluvias abundantes, los inviernos son largos con temperaturas muy bajas y los suelos se tapan de nieve por períodos largos, todos estos pueden ser factores limitantes.

En Italia (provincia de Parma), *T. aestivum* se encuentra en áreas donde el clima es predominantemente continental, donde la lluvia más abundante está en primavera y en otoño. El mes más seco es julio pero incluso entonces la lluvia todavía excede 40 mm. (Belloli *et al.*, 1999).

Chevalier *et al.* (2001), menciona que *T. aestivum* se desarrolla favorablemente hasta pluviometrias sobre los 1300 mm.

Su búsqueda y localización se realizaba antiguamente, con la ayuda de cerdos adiestrados, pero había un problema, si el truficultor se distraía el cerdo se la comía o mordía. Por ello el Rey de Francia prohibió el uso de cerdos para su búsqueda y desde entonces y hasta la actualidad se adiestran perros para dicho fin. La raza del can no es importante, solo se requiere que su olfato y atención, así como obediencia al dueño, logren un resultado de trabajo en equipo.

Su extracción se realiza sin dañar el producto, luego se procede a su primer cepillado en forma suave intentando eliminar la tierra adherida a sus callosidades. A posterior la trufa es lavada y desinfectada prolijamente. El producto puede conservar sus cualidades por tres semanas, en cámara frigorífica a 4 grados centígrados por ser perecedero.

2. ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

2.1. Descripción del análisis de suelo:

Sitio 2: *Tuber aestivum/uncinatum*

Macro-nutrientes disponibles

N ppm	P ppm	K ppm
28	9	122

- N y K esta sobre los rangos adecuados para el cultivo. P se comportan de forma deficitaria, pero son de fácil incorporación al suelo, no siendo un problema.

Micro-nutrientes disponibles

Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	B ppm
1,2	0,56	0,33	210,63	0,35

- Micro-elementos: Fe se encuentran en un rango adecuado, mientras que, Zn, B, Cu y Mn se encuentran deficitarios, para lo cual se deberá esperar como reacciona el suelo al cambio de pH para sugerir correcciones.
- No son deficiencias significativas

Otros

M. O. %	pH al agua	CE dS/m
19,66	5,39	0,031

- La Materia Orgánica se encuentra en un rango alto, pero con trabajos de aireación y cultivo, adicionando el carbonato de calcio para que el pH suba a rangos adecuados, este índice tendera a caer.
- El pH se encuentra en niveles bajos para el desarrollo de *T. aestivum/uncinatum*. Este índice es de fácil corrección. Las enmiendas calizas corrigen la rápidamente este déficit.
- La Conductividad eléctrica se encuentra en excelentes niveles para el buen desarrollo del Hongo.

Capacidad de Intercambio Catiónico

Ca cmol(+)/Kg	Mg cmol(+)/Kg	K cmol(+)/Kg	Na cmol(+)/Kg
0,96	0,25	0,31	0,06

- Existe un déficit en cuanto a los niveles de los Cationes de intercambio para el buen desarrollo de *T. aestivum/uncinatum*, lo cual se corregirá casi en su totalidad en el momento de la corrección del pH, ya que mediante la aplicación de carbonato de calcio y dolomita se consigue elevar los niveles de Calcio y Magnesio de intercambio, los cuales son los cationes más importantes.

Textura

Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
81,8	12,7	5,5	Areno Franco

- Una textura de carácter Areno Franco, es adecuada, debido a que contribuye a una mejor aireación y facilita el drenaje superficial, lo que trae como consecuencia una mayor capacidad del micelio para invadir el suelo.

Sitio 3: *Tuber aestivum/uncinatum*

Macro-nutrientes disponibles

N ppm	P ppm	K ppm
10	3	51

- N esta sobre los rangos adecuados para el cultivo, no siendo un problema. P y K se comportan de forma deficitaria, pero son de fácil incorporación al suelo.

Otros

M. O. %	pH al agua	CE dS/m
14,37	5,56	0,04

- La Materia Orgánica se encuentra en un rango alto, pero con trabajos de aireación y cultivo, adicionando el carbonato de calcio para que el pH suba a rangos adecuados, este índice tenderá a caer.
- El pH se encuentra en niveles bajos para el desarrollo de *T. aestivum/uncinatum*. Este índice es de fácil corrección. Las enmiendas calizas corrigen la rápidamente este déficit.
- La Conductividad eléctrica se encuentra en excelentes niveles para el buen desarrollo del Hongo.

Textura

Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
77,8	16,7	5,5	Areno Franco

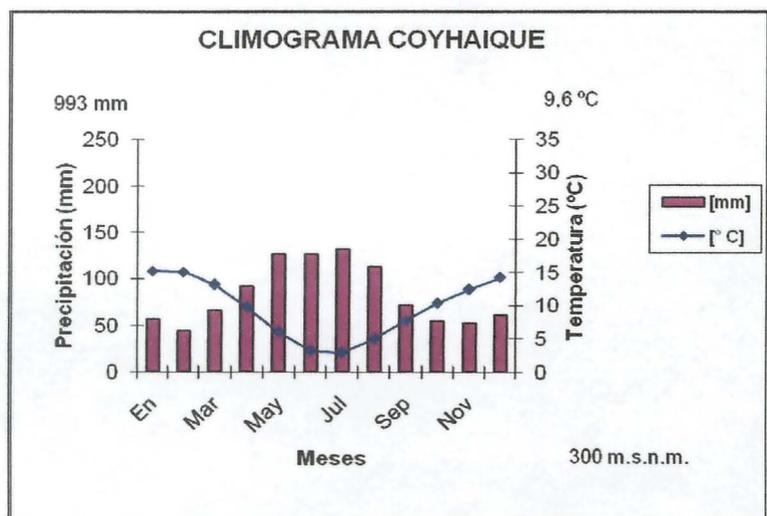
- Una textura de carácter Areno Franco, es adecuada, debido a que contribuye a una mejor aireación y facilita el drenaje superficial, lo que trae como consecuencia una mayor capacidad del micelio para invadir el suelo.

2.2. Descripción climática:

El sector analizado no presenta historial de parámetros climáticos. Pero está clasificado, según la clasificación de Köppen, como un clima Templado húmedo con temperatura media inferior a 18 °C sin periodo seco, con estaciones marcadas, con una sigla **Cfk**

La estación climática más cercana y representativa sería Coyhaique.

Coyhaique		
Meses	[mm]	[° C]
En	56,9	15,1
Feb	44,2	15
Mar	65,7	13,1
Abr	91,4	9,7
May	126,5	6
Jun	125,9	3,2
Jul	131,3	2,9
Ag	112,4	5
Sep	71,7	7,7
Oct	54	10,3
Nov	52,5	12,4
Dic	61	14,2
	993,5	9,6



3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

La trufa de verano (*Tuber aestivum/uncinatum*) requiere de ciertas condiciones climáticas y edáficas que permitan su establecimiento y desarrollo.

Las condiciones climáticas presentes en el sector permiten el desarrollo de la trufa de verano. Sin embargo, sabiendo que tenemos temperaturas medias mensuales inferiores a las zonas con mayor potencialidad, esto lo debemos mitigar con trabajos agronómicos tales como: Constante control de malezas, instalación de mulching plástico ranurado negro, poda en forma de cono invertido cerrado.

El suelo presenta condiciones muy favorables para el buen desarrollo del hongo. Los parámetros edáficos deficientes son corregibles al corto y largo plazo con enmiendas y aporte nutricionales periódicos.

En relación al suelo, el sitio evaluado puede considerarse apto para el cultivo de la trufa de verano, sin embargo, el buen desarrollo del cultivo está sujeto a las correcciones de algunos parámetros pre-plantación, que se resumen a continuación:

- Corrección de pH: Enmienda con cal agrícola (Carbonato de Calcio, mínimo 90% CaCO_3 de pureza) aplicando una dosis pre plantación equivalente a **80 Toneladas por hectárea aproximadamente**. Esta labor se realizara encalando solo en las bandas de plantación en un ancho de 2 metros. La dosis por m^2 pre plantación será de 8 Kg/m^2 .

Labores de preparación de suelo:

- Control químico total de malezas en el lugar de plantación.



- Cíncel profundo, objetivo de mover el suelo a 40 - 45 cm de profundidad
- Marcación perimetral de la plantación para un marco de 5 x 3 m
- Encalado mediante aplicación de la cal agrícola en las bandas de plantación definidas.



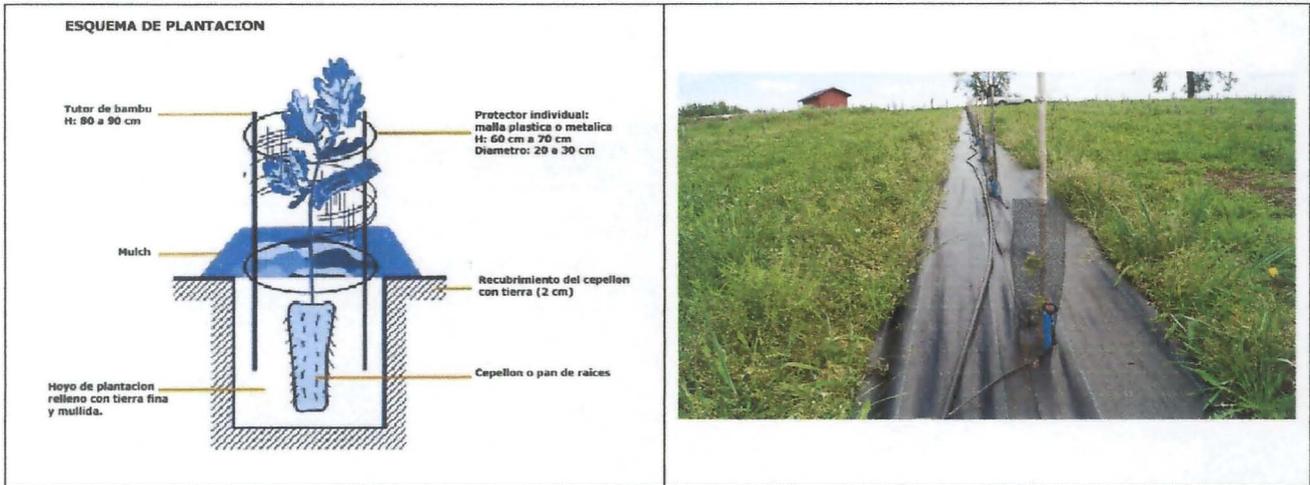
- Incorporación de la cal agrícola con una **rastra superficial a 10 cm**, es fundamental ya que la concentración del carbonato de calcio debe ser óptimas en el primer perfil de suelo.



- Mantener desmalezado el sector de plantación hasta invierno 2014



- En el establecimiento de las plantas micorrizadas a cada una se le instala un protector contra conejos y liebres.



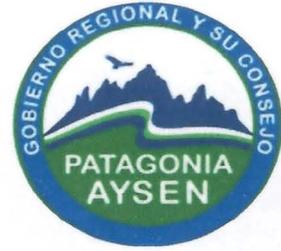
- El riego para esta plantación será suplementario a las lluvias, es decir, se regara solo si es necesario.
- El uso del mulching mejorara la disponibilidad de humedad del suelo y aumentara las temperaturas del mismo. No se debe dejar de mencionar que reducirá al su mínima expresión el problema de las malezas.



Como conclusiones generales podemos decir que el lugar analizado posee condiciones optimas para el cultivo de la trufa de verano.

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**

Fundación para
la Innovación
Agraria
Ministerio de
Agricultura



Anexo 2

Muestreo y análisis de micorrización en plantaciones inoculadas con el género Tuber en Quercus Robur, Quercus Cerris y Q. ilex realizado por la empresa Agrobiotruf S.A.

Propietario: Sra. Claudia Cerda

Ubicación: Fundo San Diego, km 22 sector bahía exploradores, Coyhaique.

Febrero 2015

Antecedentes:

El seguimiento de la micorrización es una de las actividades más importantes de cara al seguimiento de las plantaciones truferas, ya que debe tener información continua sobre el desarrollo de las plantas micorrizadas que fueron establecidas en terreno. El control de la micorrización mediante análisis morfológicos de las micorrizas, sólo puede hacerse a través de técnicas de microscopía óptica, observando y clasificando según caracteres específicos de la especie en estudio.

Al plantar árboles micorrizados con *T. melanosporum* y *T. aestivum*, siempre se espera que se siga desarrollando con éxito en terreno ante las condiciones favorables que le pueda entregar este y las labores propias que se aplican en una trufera. La entrada de otras micorrizas como un proceso natural e inevitable debe conocerse a tiempo para encausar los manejos a la trufera y darle las mejores condiciones a la trufa y sea esta la que perdure en el tiempo con mayor agresividad.

Al igual que las especies de hongos pueden identificarse por diversas características morfológicas de sus fructificaciones, las micorrizas, como estructura morfológica, ofrecen caracteres propios, específicos, lo que permite también la identificación y reconocimiento de distintas especies. Hay muchas especies de hongos de las que no se ha descrito su micorriza y existen descripciones de micorrizas de las que no se conoce todavía el hongo que las desarrolla. Por tanto, la tarea de caracterización e identificación de micorrizas se convierte en un trabajo arduo, por la falta de información que permita concluir con exactitud la identidad de las especies. Sin embargo, desde hace varios años, se ha trabajado, principalmente en España y Francia en el seguimiento e identidad del estado de micorrización de árboles de plantaciones truferas, abarcando dos tipos de simbioses: encina (*Quercus ilex*) y robles (*Quercus robur* y *Quercus Cerris*), lo cual nos permite hoy día contar con información importante en cuanto a los principales hongos de micorriza que aparecen en truferas (De Miguel y Sáez, 1997, De Miguel et al. 2002, Etayo y De Miguel, 1998 Agueda Hernández et al. 2001).

Para la identificación de micorrizas de trufa y los principales contaminantes, se observan las características morfológicas de estructuras como son: el manto, disposición y forma determinada de las hifas, u otras estructuras fúngicas que pueden emanar del mismo (hifas, cistidios, rizomorfos, etc.). De esta observación se extrae información suficiente para identificar el hongo, especialmente en el caso de *Tuber melanosporum* y *T. aestivum*, cuyas micorrizas presentan caracteres bien definidos y fáciles de determinar.

Metodología del estudio:

1.- Análisis de micorrización

1.1.- El método de muestreo consistió en seleccionar 20 árboles seleccionados al azar, dentro de la plantación (10 árboles con *T. melanosporum* y 10 árboles con *T. Aestivum*). Se consideró la toma de muestras principalmente de tres especies de árboles hospederos presentes en la trufera, (*Quercus ilex*, *Quercus robur* y *Quercus Cerris*). A cada árbol se le extrajo una muestra de raicillas, usando herramientas propias del proceso y enseguida se guardaron en agua dentro de frascos rotulados.

1.2.- Posteriormente en el laboratorio se cuantificó y analizó el nivel de micorrización de *Tuber melanosporum* y *Tuber aestivum*, como además otras micorrizas que pueden estar asociadas a las plantas. Para ello, la muestra de raíz se lleva a la lupa binocular, mediante herramientas de análisis morfológicos se va observando y fraccionando la muestra para luego cuantificar la cantidad de raicillas con *T. melanosporum* y *T. aestivum* y otras micorrizas de hongos competidores comunes en campo en plantaciones Chilenas. Mediante el uso de microscopio óptico (40X y 100 X) se confirman y analizan los caracteres morfológicos de las micorrizas en estudio, las cuales son registradas mediante toma de fotografías para su registro. Cabe señalar que el objetivo del estudio era determinar si las especies presentaban o no, niveles de micorrización principalmente de *Tuber melanosporum* y *T. Aestivum*.

2.- Análisis dasométrico de la plantación

2.1.- El método de muestreo consistió en seleccionar 21 árboles al azar (7 árboles de *Q.cerris*, 7 árboles de *Q. Robur* y 7 árboles de *Q. Ilex*) a los cuales se midieron el diámetro de cuello (mm) y la altura (cm), además se midió el largo de las raicillas de 4 árboles al azar para determinar el largo de expansión radicular y la distancia de infestación del hongo.

Resultados obtenidos en el estudio:

A continuación se muestran los resultados del análisis y cuantificación de micorrizas y el análisis dasométrico de las plantas:

1. Análisis de micorrizas

Ubicación	Especie	T/trufa	N° contaminantes	% contaminantes	N° mic/trufa	% mic/trufa	N° raicillas/sin micorrizar	% raicillas/sin micorrizar	Total
F2/A3	Q. Robur	Aestivum	0	0	84	97.67	2	2.33	86
F3/A7	Q. Robur	Aestivum	0	0	113	87.60	16	12.40	129
F2/A10	Q. Robur	Aestivum	0	0	65	92.86	5	7.14	70
F4/A18	Q. Cerris	Aestivum	0	0	44	77.19	13	22.81	57
F4/A16	Q. Cerris	Aestivum	0	0	28	87.50	4	12.50	32
F5/A12	Q. Cerris	Aestivum	0	0	16	84.21	3	15.79	19
F6/A14	Q. Ilex	Aestivum	0	0	7	77.78	2	22.22	9
F6/A10	Q. Ilex	Aestivum	0	0	22	73.33	8	26.67	30
F7/A6	Q. Ilex	Aestivum	0	0	35	89.74	4	10.26	39
F7/A17	Q. Ilex	Aestivum	0	0	31	75.61	10	24.39	41
F8/A9	Q. Ilex	melanosporum	0	0	18	75.00	6	25.00	24
F7/A13	Q. Ilex	melanosporum	0	0	7	77.78	2	22.22	9
F6/A16	Q. Ilex	melanosporum	0	0	12	75.00	4	25.00	16
F6/A12	Q. Ilex	melanosporum	0	0	10	83.33	2	16.67	12
F5/A13	Q. Cerris	melanosporum	0	0	11	73.33	4	26.67	15
F5/A11	Q. Cerris	melanosporum	0	0	9	81.82	2	18.18	11
F4/A15	Q. Cerris	melanosporum	0	0	25	92.59	2	7.41	27
F7/A10	Q. Robur	melanosporum	0	0	90	95.74	4	4.26	94
F6/A9	Q. Robur	melanosporum	0	0	52	75.36	17	24.64	69
F6/A6	Q. Robur	melanosporum	0	0	27	72.97	10	27.03	37
TOTAL			0			82.32		17.68	

N° mic/trufa: Numero de micorrizas con trufa

% mic/trufa: Porcentaje de micorrizas con trufa

Total: Total de Raicillas (Contaminantes+ Trufa+ raicillas sin micorrizar)

2.- Análisis dasométrico

Arbol	Especie	Diametro (mm)	Altura (cm)	Largo raicillas c/ micorriza (cm)	Largo total raicillas (cm)
1	Q. Robur	2	35		
2	Q. Robur	2	40	11	15
3	Q. Robur	2.5	40		
4	Q. Robur	2	46		
5	Q. Robur	2	44		
6	Q. Robur	2.5	39	12	16
7	Q. Robur	2	30		
8	Q. Cerris	1	19		
9	Q. Cerris	1.5	15	11	15
10	Q. Cerris	1	14		
11	Q. Cerris	1	38		
12	Q. Cerris	1.5	16	9	12
13	Q. Cerris	1	23		
14	Q. Cerris	2	20		
15	Q. Ilex	1.5	36		
16	Q. Ilex	1.5	37	6	9.5
17	Q. Ilex	2	18		
18	Q. Ilex	2	29		
19	Q. Ilex	2	32		
20	Q. Ilex	1.5	38		
21	Q. Ilex	1	44		

Largo raicillas C/micorrizas: Largo de raicillas con micorrizas

Discusión y Conclusiones

El análisis de las muestras determinó que para las especies *Quercus robur*, *Quercus Cerris* y *Quercus Ilex* infestadas con *Tuber aestivum* alcanzo un promedio de 84.35% lo cual durante un año tuvo un grado de micorrización muy superior al de la etapa inicial (30 a 40 % de micorrización), cabe señalar que la especie está desarrollándose de forma normal, en un ambiente libre de contaminantes, encontrándose micorrizas en diferentes etapas (maduras y jóvenes) lo que significa que la especie está en un ambiente óptimo de desarrollo y expansión. Las plantas en general han tenido un crecimiento lento, debido principalmente por la influencia de dos heladas entre octubre y noviembre, que provoco una quema de brotes jóvenes, desarrollando brotes laterales. En general los árboles se encuentran sanos y libres de patógenos.

El análisis de las muestras determino que para las especies *Quercus robur*, *Quercus Cerris* y *Quercus Ilex* infestadas con *Tuber melanosporum* alcanzo un promedio de 80,29% lo cual durante un año de establecida la plantación, alcanzo un grado de micorrización muy superior al de la etapa inicial (30 a 40% de micorrización), cabe señalar que la especie se está desarrollando en un ambiente libre de contaminantes, lo que significa que está en un ambiente óptimo de crecimiento y desarrollo. Las plantas en general han tenido un crecimiento lento, debido principalmente por la influencia de dos heladas entre octubre y noviembre, que provoco una quema de brotes jóvenes, desarrollando brotes laterales. La especie *Quercus Ilex* es la que en la actualidad presenta un menor crecimiento.

Cabe señalar que las raicillas de los arboles muestreados, han tenido un desarrollo fuera del pan de sustrato inicial, en promedio 13.5 cm, con un avance de infestación de micorrizas en promedio de 9.8 cm, lo que significa un crecimiento y avance de las micorrizas óptimo para la especie. Es de suma importancia realizar un seguimiento de la micorrización en la plantación durante el próximo año para determinar su desarrollo.

Fotos:



Foto 1. Plantas micorrizadas con *T. Melanosporum* y *T. Aestivum*



Foto 2. Toma de muestras en terreno

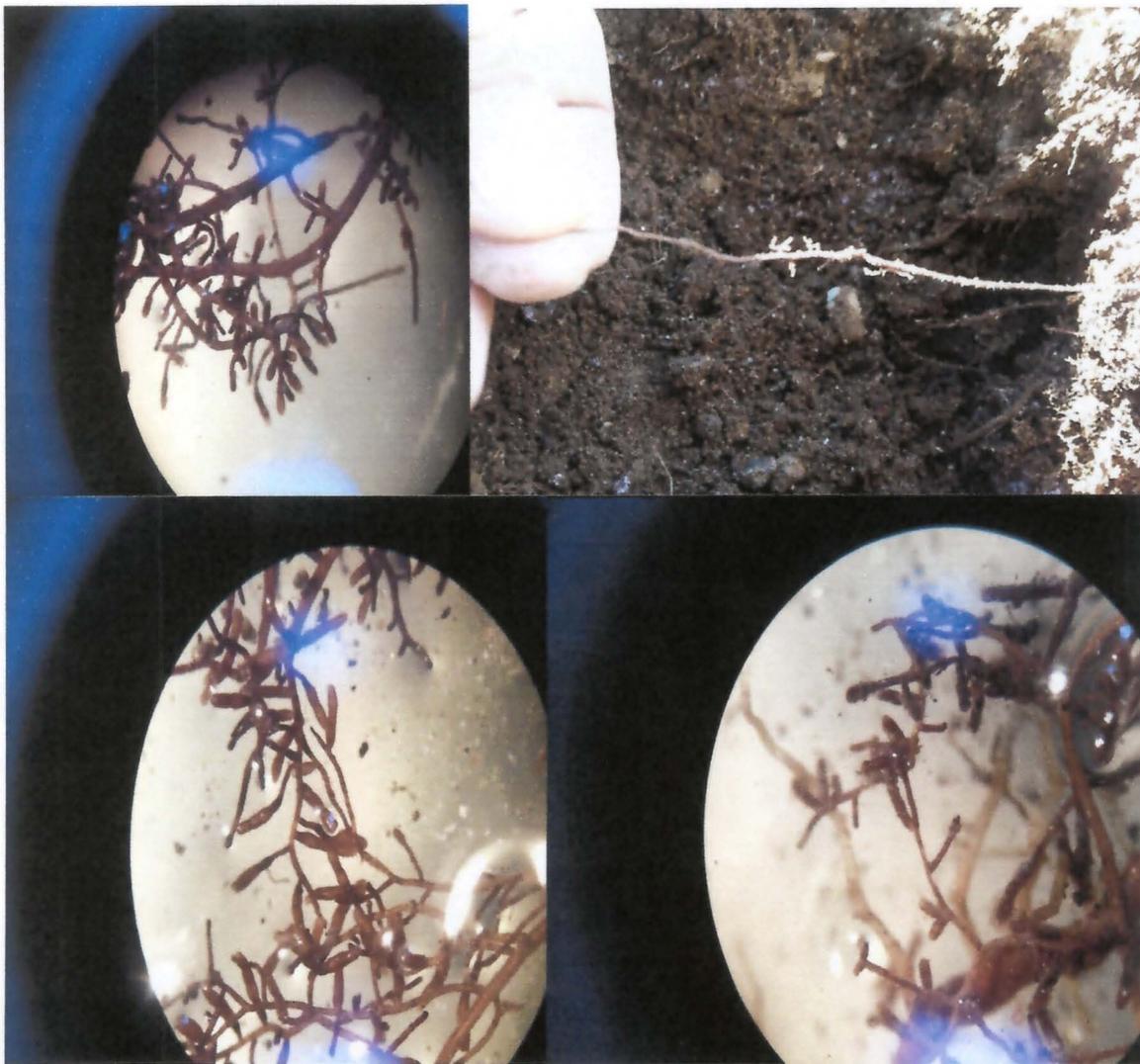
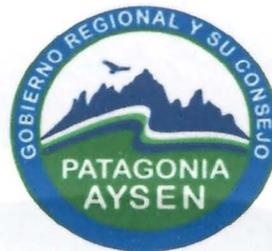


Foto 3. Raicillas y micorrizas de *T. melanosporum* y *T. Aestivum*



Anexo 3

FICHA TÉCNICA

Trufa de verano (*Tuber aestivum*)

Tuber aestivum fructifica en prácticamente todos los países de Europa. Investigaciones recientes han demostrado que esta especie presenta dos variedades, la trufa de verano (*Tuber aestivum* var. *aestivum*), que encontramos principalmente en climas mediterráneos, sobre todo en España, sur de Francia e Italia y la trufa de Borgoña (*Tuber uncinatum* o *T. aestivum* var. *uncinatum*) de climas más fríos centroeuropeos.

Sin entrar en polémica sobre su clasificación, ambas especies están íntimamente emparentadas, presentando diferencias a nivel de hábitat (zonas más frescas y orgánicas para *T. uncinatum*), a nivel morfológico (gleba más oscura y ornamentación de las esporas más desarrollada en *T. uncinatum*) y a nivel organoléptico (gusto y aroma más acentuados y atractivos en *T. uncinatum*) que se refleja en el precio de mercado, distinto para las 2 variedades, unos 50-100€/kg al recolector para *T. aestivum* y hasta 250€/kg para *T. aestivum* var. *uncinatum*.

1.- Descripción:

Trufa globosa, compacta, de 1,5 a 7 cm de diámetro. Peridio negro, cubierto de verrugas piramidales de 4 a 6 caras y de 2,5 a 4 mm de altura, con estriaciones longitudinales poco marcadas. Gleba con numerosas venaciones fértiles y estériles, muy ramificadas, que parten de multitud de puntos del peridio: el color de la gleba varía de acuerdo con el estado de madurez, de forma que inicialmente es blanca, después, con la maduración, las venas van tomando un color amarillento parduzco, pardo-oliva y finalmente pardo grisáceo, mientras que las venas estériles permanecen blancuzcas entre las anteriores. En fresco desprenden un olor suave y agradable (Wedén, 2004; Moreno *et al.*, 2005).



Figura 1.- Aspecto de la micorriza, esporas y carpóforos de *T. aestivum*.

2.- Distribución

T. aestivum es probablemente la especie de trufa comestible más común en Europa. Crece naturalmente en Europa Central (Francia, Reino Unido, Bélgica, los Países Bajos, Suiza, la ex Alemania Occidental y Austria); Europa Norteña (Dinamarca y Suecia); Europa Oriental (ex Alemania Oriental, ex Checoslovaquia, Hungría, Bulgaria, Polonia y las Repúblicas Bálticas); Europa del sur (Portugal, España, Italia y Serbia). De hecho *T. aestivum* se desarrolla desde el valle mediterráneo al Báltico y de la Costa Atlántica a la ex URSS. Su límite oriental es desconocido pero se tienen registros de esta especie en China (Wedén, 2004 y Chevalier *et al.*, 2001).

3.- Los simbiosiontes

Numerosas plantas hospederas pueden asociarse con *T. aestivum*, y algunos productores confirmados son el avellano común (*Corylus avellana*), carpe blanco (*Ostrya carpinifolia*- en Italia) y cedro (*Cedrus atlantica*).

Otras especies que han comenzado a dar buenos resultados son pino negro (*Pinus nigra austriaca*), carpe blanco (*Carpinus betulus*), avellano turco (*Corylus colurna*) y robles (*Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*). Hasta la fecha abedul (*Betula verrucosa*), Tilos (*Tilia spp.*) y el haya común (*Fagus sylvatica*) han dado resultados erráticos (Ferrada *et al.*, 1999; Chevalier *et al.*, 2001; Wedén, 2004).

Tabla 1.- Especies conocidas que forman asociaciones ectomicorrícicas con *T. aestivum*:

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Roble pubescente	<i>Q. pubescens</i>	Tilos	<i>Tilia spp</i>
	<i>Q. pedunculata</i>	Carpe Blanco	<i>Carpinus betulus</i>
	<i>Q. sessiflora</i>	Castaño	<i>C. sativa</i>
Roble negro	<i>Q. petraea</i>	Pino negro	<i>P. nigra</i>
Roble europeo	<i>Q. robur</i>	Cedro	<i>Cedrus atlantica</i>
Encina	<i>Q. ilex</i>	Haya	<i>F. sylvatica</i>
	<i>Q. cerris</i>	Carpe	<i>O. carpinifolia</i>
Avellano europeo	<i>C. avellana</i>	Abedul	<i>Betula verrucosa</i>

Fuente: Ferrada *et al.*, 1999; Chevalier *et al.*, 2001; Wedén, 2004.

4.- Los suelos

T. aestivum es capaz de desarrollarse sobre una gran cantidad de terrenos formados de rocas madre de edades geológicas muy diferentes: calizas primarias del Devoniano, calizas secundarias del Triásico y el Jurásico; calizas terciarias del Eoceno, Oligoceno y Mioceno; sedimentos aluviales y coluviales del cuaternario, con un sustrato calcáreo que permita un abastecimiento continuo de éste. Los suelos de la trufa negra de verano generalmente presentan perfiles de tipo rendzina y de tipo suelo moreno calcáreo, aunque esta trufa puede encontrarse en suelos muy superficiales, casi brutos, sobre roca madre de caliza dura; su textura es más a menudo muy variable según los entornos, pero se presenta equilibrada (Wedén, 2004).

T. aestivum puede desarrollarse entre las piedras, entre los intersticios de la roca o en las cuencas, donde también se ha acumulado mucho humus procedente de la descomposición de las hojas. Esta trufa prefiere particularmente terrenos calcomagnésicos, filtrados, ricos en constituyentes finos y gruesos, con estructura aireada y gruesa, soporta mejor que *T. melanosporum* suelos mucho más pesados y duros; la trufa negra de verano puede fructificar en terrenos ricos en arcilla a condición que, además de la presencia de caliza, la parte superficial donde se encuentran los carpóforos sea con bastante aireación; ello rehuye de los terrenos inundados prefiriendo aquellos en que la humedad no sea prolongada y que se sequen rápidamente (Wedén, 2004).

El aspecto químico de estos suelos revela que *T. aestivum* se desarrolla a niveles de sustancias orgánicas muy variables, sin embargo, con respecto a *T. melanosporum*, soporta contenidos de estas sustancias más elevadas, en efecto, es capaz de desarrollarse en hojarasca amontonada entre las piedras. La cantidad de iones intercambiables presente en los suelos donde fructifica la especie puede ser variable, aunque generalmente se desarrolla sobre suelos bien abastecidos de potasio pero muy pobres en fósforo y suficientemente ricos en calcio. Algunos recientes resultados demuestran que *T. uncinatum* es capaz de fructificar en suelos con un fuerte abono mineral (Wedén, 2004).

En resumen, las características físicas del suelo, para el desarrollo son muy variables: suelos arcillosos, suelos limosos, suelos limo-arcillosos, suelos limo-arenosos, suelos arenosos (Chevalier *et al.*, 2001) suelos franco-limo-arcillosos y franco-arcillosos, en la provincia de Parma (Belloli *et al.*, 1999).

A pesar de que no tiene mucha consideración, las características del subsuelo también son muy importantes. Antes de plantar es esencial hacer una zanja usando una pala mecánica, para observar permeabilidad del subsuelo, drenaje y capacidad de retención de agua (Chevalier *et al.*, 2001).

5.- Climatología:

T. aestivum, crece en un rango amplio de condiciones climáticas: clima oceánico a semioceánico; semicontinental, continental, montañoso y mediterráneo (Chevalier *et al.*, 2001).

Los climas oceánicos son apacibles y húmedos. Las lluvias son regulares durante todo el año (200 días por año) y no hay intensos fríos durante los meses de invierno. En los climas semioceánicos la precipitación es menor, siendo más baja en verano que en otoño, y los veranos pueden ser secos y los inviernos rigurosos. Los climas semicontinentales se caracterizan por rangos térmicos fuertes, con los veranos secos y los inviernos severos, que pueden ser perjudiciales para el hongo. Los climas montañosos tienen lluvias abundantes, los inviernos son largos con temperaturas muy bajas y los suelos se tapan de nieve por períodos largos, todos estos pueden ser factores limitantes.

En Italia (provincia de Parma), *T. aestivum* se encuentra en áreas donde el clima es predominantemente continental, donde la lluvia más abundante está en primavera y en

otoño. El mes más seco es julio pero incluso entonces la lluvia todavía excede 40 mm. (Belloli *et al.*, 1999).

Chevalier *et al.* (2001), menciona que *T. aestivum* se desarrolla favorablemente hasta pluviometrias sobre los 1300 mm.

6.- Mercado y producción

El mercado de *Tuber aestivum* es amplio en toda Europa, destacándose Francia, España e Italia. Fuera de Europa los mercados Americanos y Asiáticos han entrado fuertemente en los mercados, generando una alta demanda de estos productos. Los precios de trufa de verano durante el 2010 se transaron entre los 200€ y 250€.

La oportunidad del hemisferio sur es producir en contra estación para el mercado europeo.

La producción en Europa presenta una gran variabilidad en cuanto al volumen de producción, existen plantaciones que pueden superarse los 120 kg/ha y otras que solo llegan a los 30kg/ha. En general los datos de producción media fluctúan entre los 50 y 60 kg/ha/año.

7.- Productos

Tuber aestivum se exporta principalmente en producto con valor agregado, como lo son las trufas en **conserva**, el **foie gras**, **terrinas**, **aceites**, **mantequilla** y **salsas**, donde es utilizada como aromatizante y condimento. Todos estos productos derivados y en conserva alcanzan aún mayores precios, en comparación al producto en fresco.



Trufa negra del perigord (*Tuber melanosporum* Vitt.)

1.-Descripción

El nombre de la trufa negra de invierno viene del latín: *Tuber*= protuberancia; *melanosporum*= negro, por sus esporas.

Trufa globosa a subglobosa, de 3 a 12 cm de diámetro, firme y compacta. Peridio negro, mate, recubierto de verrugas piramidales y poligonales de 3-5 mm. Gleba compacta, al principio gris violáceo y en la madurez parda negruzco, recorrida por venaciones estériles blanquecinas, de tonalidades rosadas al contacto con el aire. Olor perfumado muy característico y de agradable sabor (Moreno *et al.*, 2005).

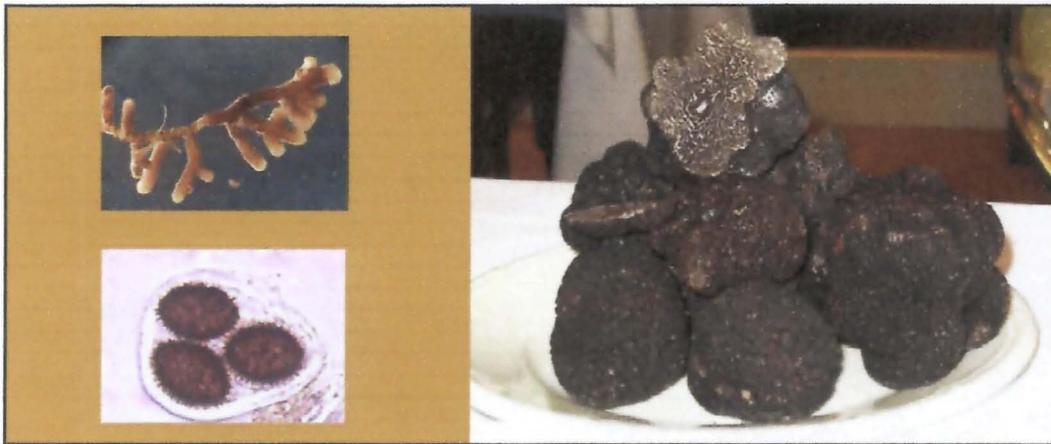


Figura 1. Aspecto de la micorriza, esporas y carpóforos de *T. melanosporum*.

2.- Distribución

El rango de distribución natural de *T. melanosporum* en Europa, va desde los 40° a 47° de latitud norte, abarcando áreas del Noreste de España, Sur de Francia, Norte de Italia. Además se puede encontrar en pequeñas extensiones en Gran Bretaña, Portugal, Suiza, Alemania, Hungría, Bulgaria, Grecia, Servia y Turquía. Se desarrolla en Europa en altitudes entre 100 y 1600 m., situándose las áreas de mayor altura en las regiones más meridionales (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000; Rioussset *et al.*, 2001).

En general en Europa, las plantaciones artificiales con árboles inoculados con trufa negra se establecen cerca de las áreas productoras naturales, para así ajustarse al máximo a las condiciones ecológicas requeridas por el hongo y de las especies hospederas. Al contrario, en Australia, Tasmania, Nueva Zelanda y Estados Unidos se han establecido plantaciones en áreas donde las condiciones edafoclimáticas no son las ideales, pero que mediante técnicas agronómicas han podido manejarse para favorecer la producción de trufas (Hall *et al.*, 1994; Hall y Lefevre, 2001; Edwards *et al.*, 2006).

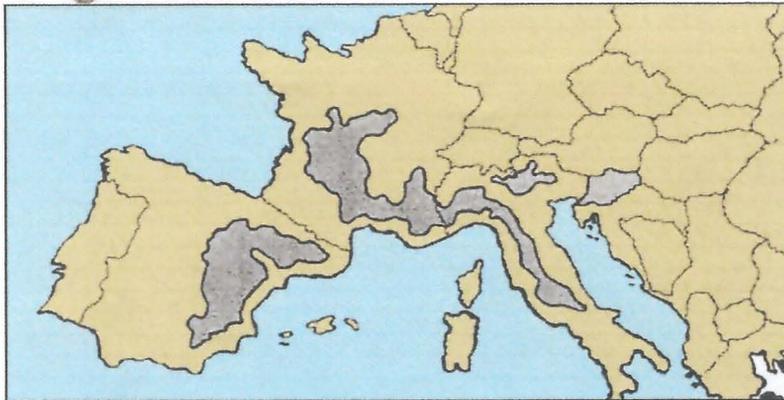


Figura 2. Mapa de distribución de la trufa negra en Europa (modificado de Reyna, 2000).

3.- Los simbiosiontes

T. melanosporum forma una asociación simbiótica con determinadas especies de árboles hospederos, destacando entre estos; Roble pubescente, Roble negro, Encino, encina y coscoja.

Tabla 3. Especies conocidas que forman ectomicorrízicas con *T. melanosporum*:

Nombre común	Nombre científico
Roble Francés	<i>Q. pubescens</i>
Roble negro	<i>Q. petraea</i>
Encino	<i>Q. robur</i>
Encina	<i>Q. ilex</i>
Coscoja	<i>Q. coccifera</i>
	<i>Q. cerris</i>
Alcornoque	<i>Q. suber</i>

Fuente: Hall, *et al.*, 1994; Reyna, 1999; Reyna, 2000; Rioussset *et al.*, 2001; Pérez y Santelices, 2006.

Los diferentes requerimientos de desarrollo de las especies arbóreas usadas en truficultura proporcionan una oportunidad para seleccionar hospederos adaptados a condiciones locales de crecimiento, manteniéndose dentro de los requerimientos específicos de *T. melanosporum*. En cuanto a este punto, cabe destacar que en Chile existen algunas especies ya adaptadas a nuestras condiciones ecológicas, como por ejemplo encinos (*Q. robur*, *Q. ilex*), lo cual asegura la disponibilidad de material vegetal adecuado para el establecimiento de plantaciones.

4.- Los suelos

Los carpóforos de *T. melanosporum*, producidos en Europa, tanto en forma natural como cultivadas, se desarrollan sobre suelos calcáreos de 10-40 cm de profundidad del tipo rendzina, calcosoles y calcisoles. La principal característica de estos suelos son sus elevados niveles de pH, lo cual es causado por un alto contenido de carbonato de calcio (piedra caliza), estos niveles generalmente sobrepasan los 7,5 puntos de pH (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001; Ricard, 2003). Sin embargo, de las plantaciones que actualmente producen trufa, fuera de Europa (Nueva Zelanda, Australia, Tasmania y Estados Unidos), la mayoría han sido establecidas sobre suelos ácidos que han sido enmendados con grandes cantidades de cal para ajustar su pH (Hall *et al.*, 1994; Edwards *et al.*, 2006; Pérez y Santelices, 2006).

Además de lo anterior, la textura y la materia orgánica del suelo son factores importantes a considerar. La mayoría de los suelos truferos en Europa tienen niveles moderados de materia orgánica, altos niveles de calcio y magnesio disponible para la planta, presentan buen drenaje natural, con textura franca y estructura granular bien aireada. Es común en Europa, encontrar que los suelos donde se produce trufa, tanto natural como cultivada, presentan pedregosidad superficial (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001).

La mejor estructura es la que asegura el máximo de aireación y, al mismo tiempo, la mayor facilidad para la penetración de las raíces del árbol y el micelio de la trufa. Estas características de suelo, resultan de un equilibrio en las proporciones de arena, limo y arcilla (Figura 13) (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001; Ricard, 2003).

5.- Climatología

El clima de las zonas truferas es predominantemente continental, presentando inviernos fríos y veranos calurosos (Tabla 10). El régimen de precipitaciones de estas zonas de Europa, es el típico mediterráneo con sequía estival y máximo de precipitaciones en otoño (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000 y Ricard, 2003).

Tabla 4. Resumen de principales parámetros climáticos de trufa negra en Europa.

PARAMETROS	Rango en Francia e Italia	Rango en España
Precipitación anual (mm)	600 a 1500 mm	500 a 900 mm.
Tº media anual		11 a 14 °C
Tº diaria media verano	16,5 ° a 22 °C	19 a 23 °C (óptimo 20 a 22 °C)
Tº diaria media invierno	1 a 8 °C	1,6 a 8,2 °C (óptimo > 2 °C)
Horas de sol anual	1900 a 2800	-
Horas de sol en verano (Octubre a marzo, hemisferio sur)	1200 a 1800	-
Grados día acumulados (septiembre a abril hemisferio sur)	900 a 1900	-
FUENTE:	Hall <i>et al.</i> , 1994	Reyna, 2000

6.- Mercado y producción

La producción en Europa presenta una gran variabilidad en cuanto al volumen, 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.

Las producciones en el Nuevo Mundo también son bastante variables. En Nueva Zelanda por ejemplo la primera trufa se obtuvo al 4to año de la plantación en la zona de Gisborne, con rendimientos muy altos y con trufas que pesaban más de 1 kg. También está el caso de una trufera ubicada en Owhango, con solo 30 plantas, al 10º año obtuvieron producciones de 12 kg. Por otra parte, informes de cosechas anuales en plantaciones de Carolina del Norte (EE.UU.), indican producciones de **50Kg/ha**, con producciones comparables a las plantaciones productivas de Nueva Zelanda. Otras plantaciones productivas se encuentran en Tasmania (Australia) y California (EE.UU.)

En general diferentes estudios del mercado de la trufa, señalan que la oferta es solo el 10% de la demanda y que los precios debieran mantener la tendencia actual e incluso incrementarse debido a que aun no se compensa la caída en la producción de las trufas naturales con las nuevas plantaciones. Solo a modo de ejemplo la producción en Francia cae de entre 1.000 a 2.000 ton. En el siglo XIX a menos de 100 t on. en la actualidad para lo que se necesitarían más de 30.000 Hect. de plantaciones para poder volver a esos niveles de producción solo en Francia.

Los precios para *T. melanosporum* cultivada fuera de Europa son mayores. Por ejemplo algunos reportes de mercado para *T. melanosporum* producida en USA, indican precios que fluctúan alrededor de **US\$1.200/Kg** y trufas grado 1 producidas en **Nueva Zelanda** para el mercado Francés han sido comercializadas en **alrededor de US\$1.450/Kg**.

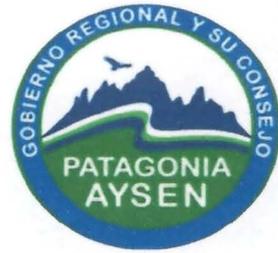
7.- Productos

Existen diferentes productos de trufas, el principal y con mayor valor en el mercado es **la trufa entera y en fresco**, la cual se vende embalada de diferentes formas según la distancia de envío y el cliente/mercado quién recibe el producto. Normalmente en el mercado francés se embala dando una apariencia rústica, lo cual es muy considerado. Para esto se usan paja y canastos plásticos o en pequeñas cajas de madera selladas en plástico. Debido a su fuerte aroma y su alto precio las trufas son normalmente usadas por los chef y gourmet como condimento y aromatizante.

Otros productos son las trufas en **conserva** las cuales son usadas principalmente en el mercado contra temporada en Europa (marzo a diciembre), donde el producto fresco no está disponible. La venta y consumo contratemporada de trufas en conserva, constituye alrededor del 60% del volumen de mercado de trufas. También existen otros productos derivados, tal como el **foie gras, terrinas, aceites, mantequilla y salsas**, donde *T.melanosporum* es utilizado como aromatizante y condimento. Todos estos productos derivados y en conserva alcanzan aún mayores precios, en comparación al producto en fresco



Fundación para
la Innovación
Agraria
Ministerio de
Agricultura



Anexo 4

Investigación del cultivo de la Trufa en especies nativas de la Región:

Como complemento del presente proyecto surge la inquietud por parte de los ejecutores de iniciar pruebas para saber si es posible el cultivo de las trufas en especies nativas como Ñirre y Lenga.

Se establecen dos puntos a investigar en las primeras etapas:

1. Estudiar si las especies nativas de interés son tolerantes al ph necesario para el cultivo de las trufas (7.5-8.5)
2. Estudiar si las especies nativas acogen como hospedero simbiótico al hongo *Tuber spp* y forman la micorriza.

En marzo del 2014 se hace la primera prueba. Se planta en un macetero un árbol de ñirre de 1 año. La tierra se saca de la trufera establecida, con ph 8, se corta un pedazo de raíz de un *Quercus robur* infestado con evidente presencia de micorrizas de trufa de verano y se enrolla en la raíz del ñirre.

El octubre del 2015 claramente se evidencia el prendimiento del árbol y a fines de febrero se realiza el análisis de raíz para ver si hay micorrizas.

Al mirar en microscopia sí se observa la presencia de micorriza.

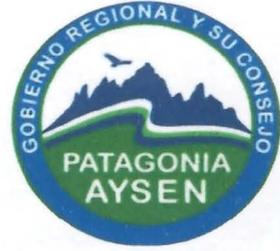


F1: Ñirre y vista de sus raíces con micorrizas

Este resultado, aunque a ínfima escala, motiva a los ejecutores a seguir investigando, por lo que en abril del 2015 se recolectan arbolitos de lenga y ñirre y se plantan en pocillos individuales con tierra de ph 8, así lograremos probar con mayor certeza el grado de tolerancia de estas especies a la acidez necesaria para el cultivo de las trufas. De ser positivo el prendimiento de estos arbolitos en el mes de septiembre-octubre se realizara la inoculación con *tuber aestivum* y *tuber melanosporum*



F2: ñirres (marzo 15) y lengas (abril 15) plantados en tierra encalada con ph 8



Anexo 5



Cultivo de trufas negras en la región de Aysén

Coihaique, junio 2015

Índice.

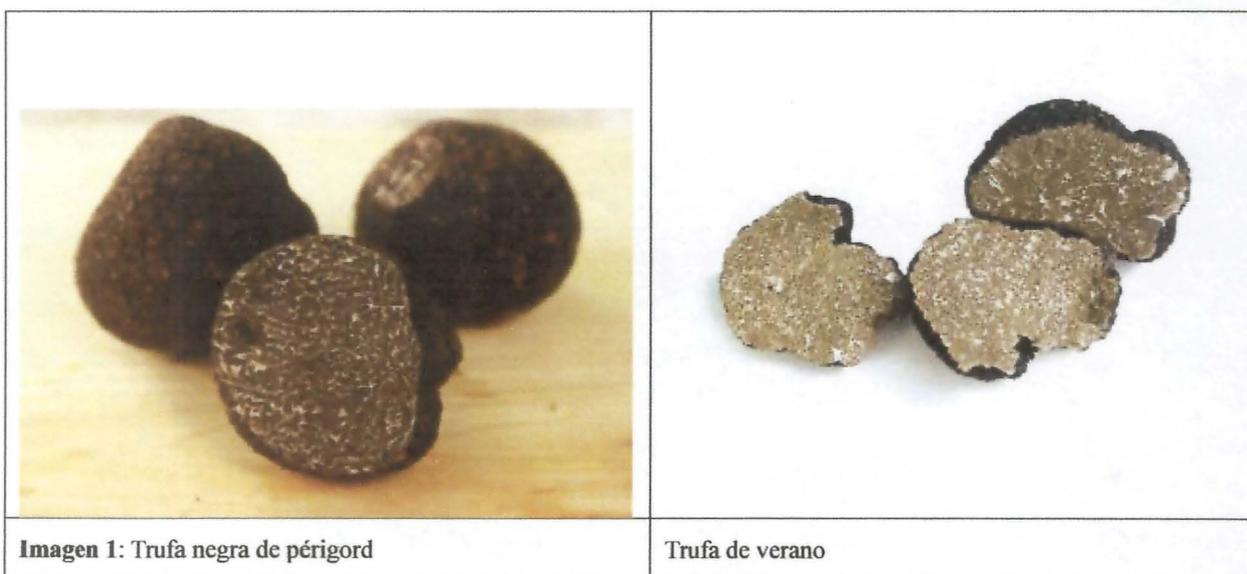
N° página

1) Introducción.....	2
2) Trufas de interés	7
<i>Tuber melanosporum.....</i>	7
<i>Tuber aestivum.....</i>	10
3) Perspectivas para la región de Aysén.....	13
4) Bibliografía.....	14
Anexo N°1.....	17

1. Introducción.

¿Qué son las trufas y como se cultivan?

Las trufas son los cuerpos fructíferos de hongos Ascomicetos del género *Tuber*, que se desarrollan bajo la superficie de la tierra (hipogeos). Estos hongos viven en simbiosis ectomicorrícica con algunos árboles forestales tales como robles europeos, encinas y avellanos. Algunas de ellas tienen valor culinario por su intenso aroma y agradable sabor. Una de las trufas más interesantes de cultivar es *Tuber melanosporum*, conocida como trufa negra de Périgord, ya que en Europa desde la década de los 70' se ha podido cultivar con éxito, presentando altas rentabilidades. Otra alternativa es la *Tuber aestivum*, su plasticidad ecológica la hace muy interesante para distintos tipos de climas y suelos, su rentabilidad no es tan interesante como la *Tuber melanosporum*.



Las trufas han sido consumidas desde épocas remotas. Egipcios, romanos y griegos conocían y admiraban sus propiedades. Hoy en día, las trufas son consideradas para algunos, como un alimento de gran poder afrodisíaco y como el aromatizante por excelencia para condimentar o aromatizar una gran variedad de platos exquisitos, y darles un “toque” de sabor absolutamente inigualable.

Existen una gran variedad de hongos del género *Tuber*, más de 70 especies conocidas distribuidas en el hemisferio norte. En nuestro caso estamos hablando de la trufa negra de Périgord (*Tuber melanosporum*) y la trufa de verano (*Tuber aestivum*), las que tienen mayor demanda y que son factibles de cultivar en huertos artificiales.

Los árboles más aptos para el desarrollo del género *Tuber* son *Quercus ilex* (Encina), *Quercus robur* (Roble europeo), *Quercus pubescens* (Roble negro), *Quercus cerris* (Roble turco), *Corylus avellana* (Avellano) y *Ostrya carpinifolia* (Carpe negro).

La trufa se desarrolla bajo tierra y necesita de un periodo inicial de 4-5 años para adaptarse al terreno y producir una sobresaturación de micelio. Cuando el mismo alcanza volúmenes muy importantes, se generan los primordios (al que podríamos denominar estadio inicial de la trufa).



Imagen 2: Trufera ubicada en los aluviales del río Maule.
Quercus ilex/Quercus robur x Tuber melanosporum.

Solo cuando las trufas están maduras emiten el potente aroma que las caracteriza y que las hace tan valoradas en la gastronomía. Su conocimiento y utilización se remontan a inicios de nuestra era, existiendo evidencias en numerosas citas romanas y griegas en donde se habla de su valor gastronómico. Además se le atribuyen poderes mágicos y afrodisíacos.

Ese período de espera hasta la primera cosecha se denomina ventana, luego del mismo entregará cosechas todos los años. Dependiendo del tipo de árbol en el cual subyace, el tiempo ventana y la vida útil de producción de la trufa varía.

Si el manejo y las técnicas de laboreo son adecuados el huerto de Robles europeos (encinas y encinos) alcanza los 40 años de productividad, y posteriormente comienza a decrecer. El inicio de la etapa productiva se inicia entre el año 5 y el 7.



Imagen 3: Trufera ubicada en suelos aluviales del río Cato. *Quercus ilex* x *Tuber melanosporum*

Comenzada su producción, la trufa requiere crecer y madurar lo que le demora un periodo de 9 meses aproximadamente. La trufa negra es cosechada en invierno usando perros especialmente adiestrados, donde los buscadores que acompañan al animal las extraen cuidadosamente y normalmente estas se encuentran bajo tierra a unos 20 cm., con un tamaño medio que varía entre los 2 y 10 cm.

Las Trufas se encuentran asociadas a determinadas especies de árboles en una relación simbiótica en la que ambos organismos colaboran intercambiando elementos esenciales para su desarrollo, por ello no son consideradas parásitas, el territorio colonizado por ellas se encuentra desnudo de vegetación, y popularmente se les llama (quemados) o calderos. Ello se debe a secreciones que la misma trufa produce para evitar la competencia con otras especies, este proceso recibe el nombre de Alelopatía, y es común en muchas plantas, por ejemplo los pinos, que dejan caer en la cercanía de su tronco su pinocha liberando sustancias alelopáticas y nada crece a su alrededor.

Las trufas negras prefieren ciertos tipos de suelo de origen calcáreos. Sin embargo, al analizar los mejores suelos truferos, estos muestran factores constantes en ciertas características físicas, estructura, capacidad de drenaje, capacidad de retención de agua y balance de elementos nutricionales entre otros. Con un buen análisis de suelo y posterior modificación, hoy en día podemos recrear las condiciones ideales para el desarrollo y crecimiento de trufas en suelos de Sudamérica de naturaleza no calcárea.



Imagen 4: Trufera ubicada sobre suelos sedimentarios de la cordillera de la costa en la VII región. *Quercus ilex x Tuber melanosporum*.

Estas trufas prefieren un clima de tipo continental, con estaciones bien marcadas, inviernos fríos y veranos calurosos. El clima ideal para las trufas negras pueden resumirse en:

- Temperatura media anual de entre 8,6 y 14,8°C
- Temperatura media de invierno de 1 a 10,4°C
- Temperatura media de verano 14,5 y 24,6°C
- Precipitación anual de entre 425 a 2430 mm

Sin exceso de humedad permanente en el suelo. Cabe recalcar que la trufa es un hongo muy resistente a condiciones puntuales de humedad y T° extremas, sin embargo esta es vulnerable durante su ciclo de crecimiento, por lo cual el exceso o falta de agua podría ser fatal.

Su búsqueda y localización se realizaba antiguamente, con la ayuda de cerdos adiestrados, pero había un problema, si el truficultor se distraía el cerdo se la comía o mordía. Por ello el Rey de Francia prohibió el uso de cerdos para su búsqueda y desde entonces y hasta la actualidad se adiestran perros para dicho fin. La raza del can no es importante, solo se requiere que su olfato y atención, así como obediencia al dueño, logren un resultado de trabajo en equipo.

Su extracción se realiza sin dañar el producto, luego se procede a su primer cepillado en forma suave intentando eliminar la tierra adherida a sus callosidades. Posteriormente la trufa es lavada y desinfectada prolijamente. El producto puede conservar sus cualidades por tres semanas en una cámara frigorífica a 2 grados centígrados por el hecho de ser perecedero.



Imagen 5: Trufa negra del périgord cosechada en Chile.

2. Trufas de interés regional

Tuber melanosporum

El nombre de la trufa negra de invierno viene del latín: *Tuber*= protuberancia; *melanosporum*= negro, por sus esporas.

Trufa globosa a subglobosa, de 3 a 12 cm de diámetro, firme y compacta. Peridio negro, mate, recubierto de verrugas piramidales y poligonales de 3-5 mm. Gleba compacta, al principio gris violáceo y en la madurez parda negruzco, recorrida por venaciones estériles blanquecinas, de tonalidades rosadas al contacto con el aire. Olor perfumado muy característico y de agradable sabor (Moreno *et al.*, 2005).



Imagen 6: Aspecto de la micorriza, esporas y carpóforos de *T. melanosporum*.

El rango de distribución natural de *T. melanosporum* en Europa, va desde los 40° a 47° de latitud norte, abarcando áreas del Noreste de España, Sur de Francia, Norte de Italia. Además se puede encontrar en pequeñas extensiones en Gran Bretaña, Portugal, Suiza, Alemania, Hungría, Bulgaria, Grecia, Serbia y Turquía. Se desarrolla en Europa en altitudes entre 100 y 1600 m., situándose las áreas de mayor altura en las regiones más meridionales (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000; Rioussset *et al.*, 2001).

En general en Europa, las plantaciones artificiales con árboles inoculados con trufa negra se establecen cerca de las áreas productoras naturales, para así ajustarse al máximo a las condiciones ecológicas requeridas por el hongo y de las especies hospedadoras. Al contrario, en Australia, Tasmania, Nueva Zelanda y Estados Unidos se han establecido plantaciones en áreas donde las condiciones edafoclimáticas no son las ideales, pero que mediante técnicas agronómicas han podido manejarse para favorecer la producción de trufas (Hall *et al.*, 1994; Hall y Lefevre, 2001; Edwards *et al.*, 2006).

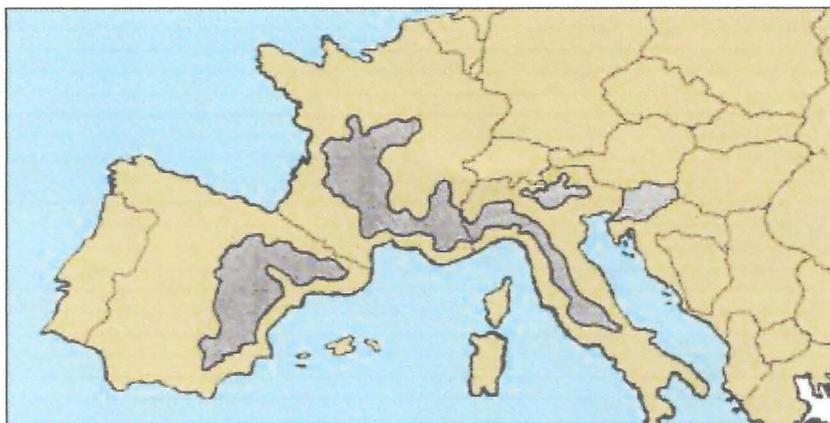


Imagen 7: Mapa de distribución de la trufa negra en Europa (modificado de Reyna, 2000).

T. melanosporum forma una asociación simbiótica con determinadas especies de árboles hospederos, destacando entre estos; Roble pubescente, Roble negro, Encino, encina y coscoja.

Tabla. Especies conocidas que forman ectomicorrizas con *T. melanosporum*:

Nombre común	Nombre científico
Roble Francés	<i>Q. pubescens</i>
Roble negro	<i>Q. petraea</i>
Encino	<i>Q. robur</i>
Encina	<i>Q. ilex</i>
Coscoja	<i>Q. coccifera</i>
	<i>Q. cerris</i>
Alcornoque	<i>Q. suber</i>

Fuente: Hall, *et al.*, 1994; Reyna, 1999; Reyna, 2000; Rioussset *et al.*, 2001; Pérez y Santelices, 2006.

Los diferentes requerimientos de desarrollo de las especies arbóreas usadas en truficultura proporcionan una oportunidad para seleccionar hospederos adaptados a condiciones locales de crecimiento, manteniéndose dentro de los requerimientos específicos de *T. melanosporum*. En cuanto a este punto, cabe destacar que en Chile existen algunas especies ya adaptadas a nuestras condiciones ecológicas, como por ejemplo encinos (*Q. robur*, *Q. ilex*), lo cual asegura la disponibilidad de material vegetal adecuado para el establecimiento de plantaciones.

Los carpóforos de *T. melanosporum*, producidos en Europa, tanto en forma natural como cultivadas, se desarrollan sobre suelos calcáreos de 10-40 cm de profundidad del tipo rendzina, calcosoles y calcisoles. La principal característica de estos suelos son sus elevados niveles de pH, lo cual es causado por un alto contenido de carbonato de calcio (piedra caliza), estos niveles generalmente sobrepasan los 7,5 puntos de pH (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001; Ricard, 2003). Sin embargo, de las plantaciones que actualmente producen trufa, fuera de Europa (Nueva Zelanda, Australia, Tasmania y Estados Unidos), la mayoría han sido establecidas sobre suelos ácidos que han sido enmendados con grandes

cantidades de cal para ajustar su pH (Hall *et al.*, 1994; Edwards *et al.*, 2006; Pérez y Santelices, 2006).

Además de lo anterior, la textura y la materia orgánica del suelo son factores importantes a considerar. La mayoría de los suelos truferos en Europa tienen niveles moderados de materia orgánica, altos niveles de calcio y magnesio disponible para la planta, presentan buen drenaje natural, con textura franca y estructura granular bien aireada. Es común en Europa, encontrar que los suelos donde se produce trufa, tanto natural como cultivada, presentan pedregosidad superficial (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001).

La mejor estructura es la que asegura el máximo de aireación y, al mismo tiempo, la mayor facilidad para la penetración de las raíces del árbol y el micelio de la trufa. Estas características de suelo, resultan de un equilibrio en las proporciones de arena, limo y arcilla (Hall *et al.*, 1994; Sáez y De Miguel, 1995; Reyna, 2000; Hall y Lefevre, 2001; Rioussset *et al.*, 2001; Ricard, 2003).

El clima de las zonas truferas es predominantemente continental, presentando inviernos fríos y veranos calurosos (Tabla 10). El régimen de precipitaciones de estas zonas de Europa, es el típico mediterráneo con sequía estival y máximo de precipitaciones en otoño (Hall *et al.*, 1994; Reyna, 2000 y Ricard, 2003).

Tabla. Resumen de los principales parámetros climáticos de trufa negra en el mundo.

PARAMETROS	Rango
Precipitación anual (mm)	425 a 2430 mm
Tº media anual	8,6 a 14,8 °C
Tº diaria media verano	14,5 ° a 24,6 °C
Tº diaria media invierno	1 a 10,4 °C
Grados día acumulados (septiembre a abril hemisferio sur)	750 a 2729

Tuber aestivum

Tuber aestivum fructifica en prácticamente todos los países de Europa. Investigaciones recientes han demostrado que esta especie presenta dos variedades, la trufa de verano (*Tuber aestivum* var. *aestivum*), que encontramos principalmente en climas mediterráneos, sobre todo en España, sur de Francia e Italia y la trufa de Borgoña (*Tuber uncinatum* o *T. aestivum* var. *uncinatum*) de climas más fríos centroeuropeos.

Sin entrar en polémica sobre su clasificación, ambas especies están íntimamente emparentadas, presentando diferencias a nivel de hábitat (zonas más frescas y orgánicas para *T. uncinatum*), a nivel morfológico (gleba más oscura y ornamentación de las esporas más desarrollada en *T. uncinatum*) y a nivel organoléptico (gusto y aroma más acentuados y atractivos en *T. uncinatum*) que se refleja en el precio de mercado, distinto para las 2 variedades, unos 50-100€/kg al recolector para *T. aestivum* y hasta 250€/kg para *T. aestivum* var. *uncinatum*.

Existen autores que señalan que es la misma especie, pero que según condiciones ecológicas en las que fructifica presenta distintas características organolépticas.

Trufa globosa, compacta, de 1,5 a 7 cm de diámetro. Peridio negro, cubierto de verrugas piramidales de 4 a 6 caras y de 2,5 a 4 mm de altura, con estriaciones longitudinales poco marcadas. Gleba con numerosas venaciones fértiles y estériles, muy ramificadas, que parten de multitud de puntos del peridio: el color de la gleba varía de acuerdo con el estado de madurez, de forma que inicialmente es blanca, después, con la maduración, las venas van tomando un color amarillento parduzco, pardo-oliva y finalmente pardo grisáceo, mientras que las venas estériles permanecen blancuzcas entre las anteriores. En fresco desprenden un olor suave y agradable (Wedén, 2004; Moreno *et al.*, 2005).



Imagen 8: Aspecto de la micorriza, esporas y carpóforos de *T. aestivum*.

T. aestivum es probablemente la especie de trufa comestible más común en Europa. Crece naturalmente en Europa Central (Francia, Reino Unido, Bélgica, los Países Bajos, Suiza, la ex Alemania Occidental y Austria); Europa Norteña (Dinamarca y Suecia); Europa Oriental (ex Alemania Oriental, ex Checoslovaquia, Hungría, Bulgaria, Polonia y las Repúblicas Bálticas); Europa del sur (Portugal, España, Italia y Serbia). De hecho *T. aestivum* se desarrolla desde el valle mediterráneo al Báltico y de la Costa Atlántica a la ex URSS. Su límite oriental es desconocido pero se tienen registros de esta especie en China (Wedén, 2004 y Chevalier *et al.*, 2001).

Numerosas plantas hospederas pueden asociarse con *T. aestivum*, y algunos productores confirmados son: Encina (*Quercus ilex*), Roble turco (*Quercus cerris*) el avellano común (*Corylus avellana*), carpe blanco (*Ostrya carpinifolia*- en Italia) y cedro (*Cedrus atlantica*).

Otras especies que han comenzado a dar buenos resultados son pino negro (*Pinus nigra austriaca*), carpe blanco (*Carpinus betulus*), avellano turco (*Corylus colurna*) y robles (*Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*). Hasta la fecha abedul (*Betula verrucosa*), Tilos (*Tilia spp.*) y el haya común (*Fagus sylvatica*) han dado resultados erráticos (Ferrada *et al.*, 1999; Chevalier *et al.*, 2001; Wedén, 2004).

Tabla 1.- Especies conocidas que forman asociaciones ectomicorrícicas con *T. aestivum*:

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Roble pubescente	<i>Q. pubescens</i>	Tilos	<i>Tilia spp</i>
	<i>Q. pedunculata</i>	Carpe Blanco	<i>Carpinus betulus</i>
	<i>Q. sessiflora</i>	Castaño	<i>C. sativa</i>
Roble negro	<i>Q. petraea</i>	Pino negro	<i>P. nigra</i>
Roble europeo	<i>Q. robur</i>	Cedro	<i>Cedrus atlantica</i>
Encina	<i>Q. ilex</i>	Haya	<i>Fagus sylvatica</i>
	<i>Q. cerris</i>	Carpe	<i>O. carpinifolia</i>
Avellano europeo	<i>C. avellana</i>	Abedul	<i>Betula verrucosa</i>

Fuente: Ferrada *et al.*, 1999; Chevalier *et al.*, 2001; Wedén, 2004.

T. aestivum es capaz de desarrollarse sobre una gran cantidad de terrenos formados de rocas madre de edades geológicas muy diferentes: calizas primarias del Devoniano, calizas secundarias del Triásico y el Jurásico; calizas terciarias del Eoceno, Oligoceno y Mioceno; sedimentos aluviales y coluviales del cuaternario, con un sustrato calcáreo que permita un abastecimiento continuo de éste. Los suelos de la trufa negra de verano generalmente presentan perfiles de tipo rendzina y de tipo suelo moreno calcáreo, aunque esta trufa puede encontrarse en suelos muy superficiales, casi brutos, sobre roca madre de caliza dura; su textura es más a menudo muy variable según los entornos, pero se presenta equilibrada (Wedén, 2004).

T. aestivum puede desarrollarse entre las piedras, entre los intersticios de la roca o en las cuencas, donde también se ha acumulado mucho humus procedente de la descomposición de las hojas. Esta trufa prefiere particularmente terrenos calco-magnésicos, filtrados, ricos en constituyentes finos y gruesos, con estructura aireada y grumosa, soporta mejor que *T. melanosporum* suelos mucho más pesados y duros; la trufa negra de verano puede fructificar en terrenos ricos en arcilla a condición que, además de la presencia de caliza, la parte superficial donde se encuentran los carpóforos sea

con bastante aireación; ello rehúye de los terrenos inundados prefiriendo aquellos en que la humedad no sea prolongada y que se sequen rápidamente (Wedén, 2004).

El aspecto químico de estos suelos revela que *T. aestivum* se desarrolla a niveles de sustancias orgánicas muy variables, sin embargo, con respecto a *T. melanosporum*, soporta contenidos de estas sustancias más elevadas, en efecto, es capaz de desarrollarse en hojarasca amontonada entre las piedras. La cantidad de iones intercambiables presente en los suelos dónde fructifica la especie puede ser variable, aunque generalmente se desarrolla sobre suelos bien abastecidos de potasio pero muy pobres en fósforo y suficientemente ricos en calcio. Algunos recientes resultados demuestran que *T. uncinatum* es capaz de fructificar en suelos con un fuerte abono mineral (Wedén, 2004).

En resumen, las características físicas del suelo, para el desarrollo son muy variables: suelos arcillosos, suelos limosos, suelos limo-arcillosos, suelos limo-arenosos, suelos arenosos (Chevalier *et al.*, 2001) suelos franco-limo-arcillosos y franco-arcillosos, en la provincia de Parma (Belloli *et al.*, 1999).

A pesar de que no tiene mucha consideración, las características del subsuelo también son muy importantes. Antes de plantar es esencial hacer una zanja usando una pala mecánica, para observar permeabilidad del subsuelo, drenaje y capacidad de retención de agua (Chevalier *et al.*, 2001).

T. aestivum, crece en un rango amplio de condiciones climáticas: clima oceánico a semioceánico; semicontinental, continental, montañoso y mediterráneo (Chevalier *et al.*, 2001).

Los climas oceánicos son apacibles y húmedos. Las lluvias son regulares durante todo el año (200 días por año) y no hay intensos fríos durante los meses de invierno. En los climas semioceánicos la precipitación es menor, siendo más baja en verano que en otoño, y los veranos pueden ser secos y los inviernos rigurosos. Los climas semicontinentales se caracterizan por rangos térmicos fuertes, con los veranos secos y los inviernos severos, que pueden ser perjudiciales para el hongo. Los climas montañosos tienen lluvias abundantes, los inviernos son largos con temperaturas muy bajas y los suelos se tapan de nieve por períodos largos, todos estos pueden ser factores limitantes.

En Italia (provincia de Parma), *T. aestivum* se encuentra en áreas donde el clima es predominantemente continental, donde la lluvia más abundante está en primavera y en otoño. El mes más seco es julio pero incluso entonces la lluvia todavía excede 40 mm. (Belloli *et al.*, 1999).

Chevalier *et al.* (2001), menciona que *T. aestivum* se desarrolla favorablemente hasta pluviometrias sobre los 1300 mm.

3. Perspectivas para la región de Aysén

Basado en los datos recopilados en las trufas experimentales en la región de Aysén, Sector Baguales y Valle exploradores, podemos decir que los hongos crecen a gusto bajo estas condiciones, siempre considerando que los puntos críticos par su crecimiento son: temperatura del suelo, química de suelo, textura del suelo y drenaje del suelo

- Temperatura de suelo

Las labores culturales deben estar enfocadas en maximizar la temperatura del suelo. Dentro de las cuales podemos mencionar: control de malezas, mulching negro, poda en forma de cono, densidades bajas de plantación, cortinas corta viento, etc.

- Química del suelo

Esto está enfocado en mantención de los niveles nutricionales óptimos para el crecimiento de los árboles, ya que estos son los encargados de alimentar al hongo. Con respecto a la alcalinidad del suelo, este nunca debiera bajar del pH 7,4; lo que implica aportes periódicos de carbonato de calcio.

- Textura de suelo

En zonas con pluviometrías sobre los 1.000 mm el suelo debe tener una textura tal que permita la rápida evacuación del agua en los primeros 20 centímetros de suelo.

- Drenaje de suelo

Es sabido que a las trufas no les gusta la humedad excesiva, es decir encharcamientos superficiales luego de las lluvias. Por eso los perfiles inferiores del suelo deben permitir la rápida evacuación de agua excesiva en profundidad. Estrategias como zanjas de drenaje han entregado buenos resultados.

6.- Bibliografía

- ✦ BONET, J. y COLINAS, C. 1999a. Truficultura, un cultivo a potenciar. En: III Jornadas Internacionales de Desarrollo Rural Integrado. Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida). 251-261 p.
- ✦ BONET, J. y COLINAS, C. 1999b. Truficultura, una Alternativa Rentable para las Zonas de Media Montaña. *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*. Nº 3. Huesca, España.
- ✦ CALLOT, G. 1999. La truffe, la terre, la vie. INRA Editions. Paris, Francia. 210 p.
- ✦ ETAYO, M y DE MIGUEL, A. 1998. Estudio de las ectomicorrizas en una trufera cultivada situada en Olóriz (Navarra). *Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 11: 55-114 p.
- ✦ FISCHER, C y COLINAS, C. 1997. Propuesta de metodología para la certificación de planta de *Quercus ilex* inoculada con *Tuber melanosporum* para aplicación comercial. Comunicación presentada en la Reunión de Coordinación de INIA sobre Truficultura, celebrada en el Centro de Investigación Agraria de la Diputación General de Aragón en Zaragoza. Soria, España.
- ✦ HALL, I. y YUN, W. 2001. Truffles and other edible mycorrhizal mushrooms- some neww crops for the southern hemisphere. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, Invermay. Agricultural Centre, Private Bag 50034, Mosgiel, New Zealand. P. 5-6.
- ✦ HALL, I., BROWN, G. BYARS, J. y DIMAS, N. 1994. The black truffle: its history, uses and cultivation". New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited. Christchurch, New Zealand. 107 pp. Second Edition.
- ✦ LEFEVRE, C. y HALL, I. 2001. The status of truffle cultivation. A global perspective. In "Proceedings of the Fifth International Congress on Hazelnut". *Acta Horticulturae* 556. Editor S.A. Mehlenbacher. p. 513-520
- ✦ PÉREZ, F. y SANTELICES, R. 2006. Truficultura: 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. Informe final proyecto código FIA-PI-C-2001-1-A-085. FIA-UCM. Talca, Chile. 432 pp.
- ✦ REYNA, S. 1992. La Trufa. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 119 pp.

- ✦ REYNA, S. 1999. Aproximación a una selvicultura trufera. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. 325 pp.
- ✦ REYNA, S. 2000. Trufa, Truficultura y Selvicultura Trufera. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 229 pp.
- ✦ REYNA, S. 2012. Truficultura: fundamentos y técnicas. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 720 pp.
- ✦ REYNA, S.; BORONAT, J y PALOMAR, E. 2001. Quality control of plants mycorrhized with *Tuber melanosporum*Vitt. In: Edible Mycorrhizal Mushrooms and Their Cultivation. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms. New Zeland. 12 pp.
- ✦ RIOUSSET, L.; CHEVALIER, G. y BARDET, M. 2001. Truffes d'Europe et de Chine. INRA Editions. Paris, Francia. 181 pp.
- ✦ SÁEZ, R y DE MIGUEL, A. 1995. La trufa negra *Tuber melanosporum*Vitt. Guía Práctica de Truficultura. Edita I.T.G. Agrícola S.A. Universidad de Navarra. Pamplona, España. 94 pp.
- ✦ VERLHAC, A. 1990. La Truffe, guide pratique. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris, Francia. 108 pp.



Imagen 5: Trufera establecida en valle exploradores, XI región.

**DEPARTAMENTO TÉCNICO
AGROBIOTRUF S.A.**

Agrobiotruf S.A.

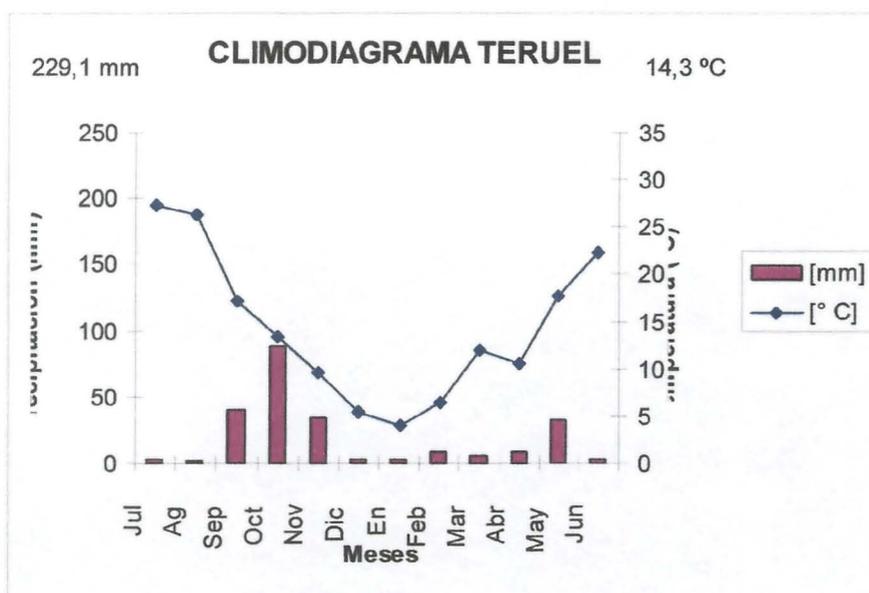
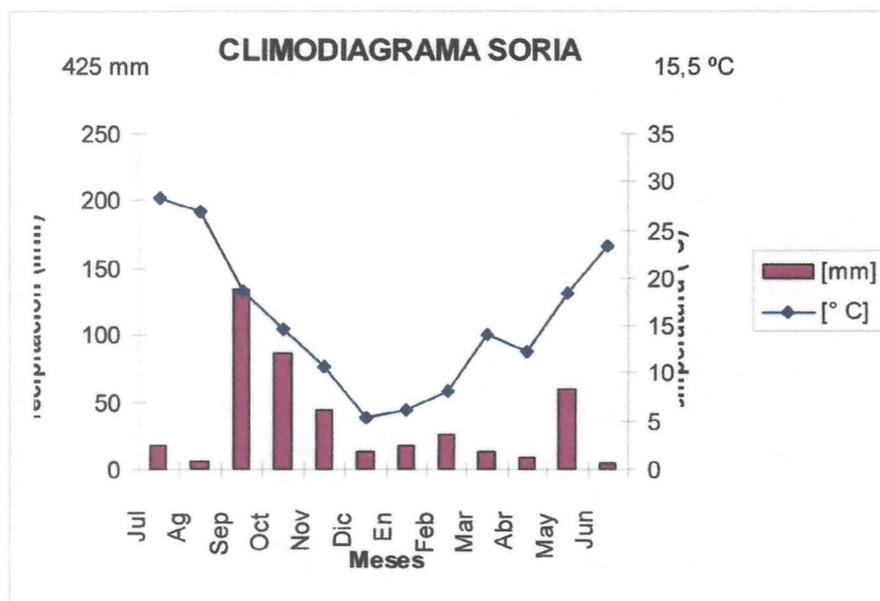
17

www.trufaschile.cl

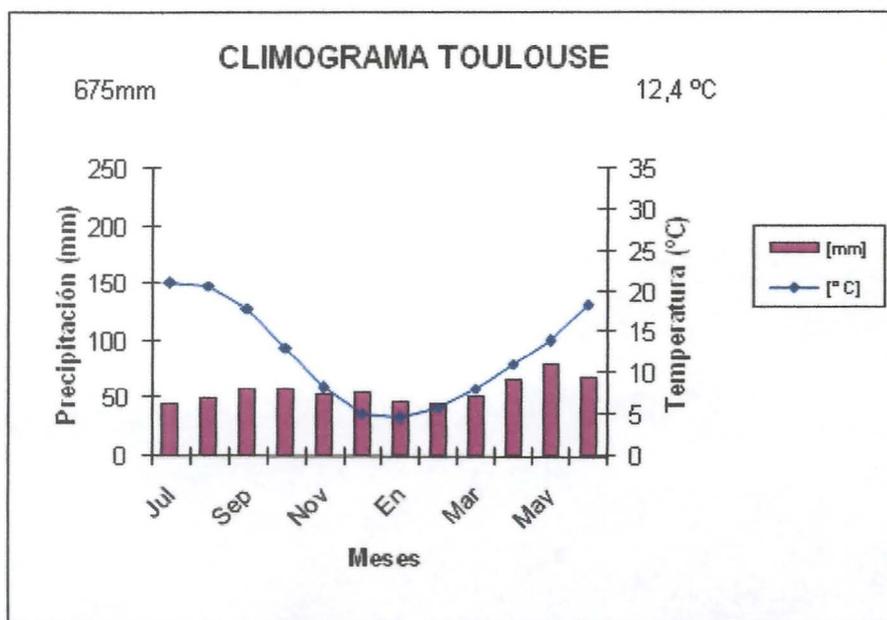
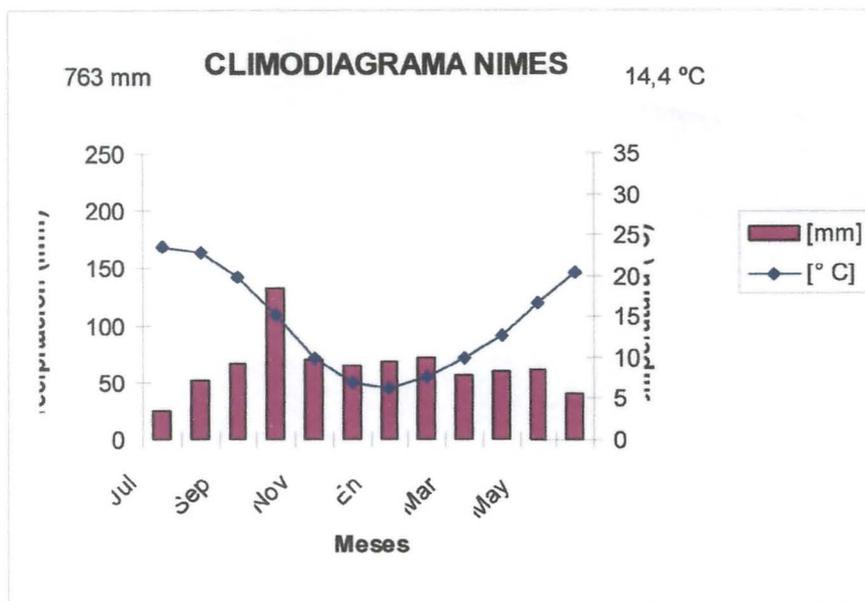
Anexo 1.

Climodiagramas de las Principales Zonas Productoras de *T. melanosporum*

España



Francia



Italia

