

# CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL  
CHILE**





**VOLUMEN 22 N° 3**

**CIENCIA E  
INVESTIGACION  
FORESTAL**

**Diciembre 2016**

**INSTITUTO FORESTAL  
CHILE**



**CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL** es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

<b>Director</b>	Fernando Rosselot Téllez	INFOR	Chile
<b>Editor</b>	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
<b>Consejo Editor</b>	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR	Chile
	Juan Carlos Pinilla Suárez	INFOR - IUFRO	Chile
<b>Comité Editor</b>	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAYDS	Argentina
	Heinrich Schmutzhenhofer	IUFRO	Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Antonio Vita	UCH	Chile
	Juan Gastó	UC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Camilo Aldana	CONIF	Colombia
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquín Campos	CATIE	Costa Rica
	Ynocente Betancourt	UPR	Cuba
	Carla Cárdenas	MINAMBIENTE - IUFRO	Ecuador
	Alejandro López de Roma	INIA	España
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Gerardo Mery	METLA - IUFRO	Finlandia
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	José Antonio Prado	MINAGRI	Chile
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
	Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay
	Florencia Montagnini	U. Yale - IUFRO	USA
	John Parrotta	USDA FS - IUFRO	USA
	Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela
	Ignacio Díaz-Maroto	USC	España

**Dirección**



Instituto Forestal  
Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile  
Fono 56 2 3667115 Fax 56 2 2747264  
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

---

La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

---



## RESUMEN

Es ampliamente reconocido que los bosques no solo producen madera, sino que también numerosos otros productos forestales no madereros (PFNM), con frecuencia de sorprendente e insospechado valor económico.

Los hongos comestibles presentes en los bosques de Chile constituyen un recurso valioso, cuyo comercio adquiere cada vez mayor importancia. No obstante, su producción natural en el bosque es variable, de modo que el interés por obtener una producción alta y estable ha motivado iniciativas para cultivarlos mediante el establecimiento de plantas inoculadas con las especies y cepas de mayor valor. La relación simbiótica que se establece entre hongos y especies forestales constituye una ventajosa oportunidad para implementar líneas de investigación y desarrollo innovativo, que conjuguen la recuperación de suelos degradados, la restauración y enriquecimiento de los bosques nativos y el mejor desempeño de las plantaciones, con la generación de productos intermedios de alto valor económico, ecológico y social, como son los hongos micorrízicos comestibles.

Dentro de las líneas de trabajo del Instituto Forestal en esta materia se ha estado estableciendo un banco de hongos comestibles. Esto mediante colectas de especies y cepas de hongos silvestres comestibles asociados a bosques nativos y bosques plantados en las regiones de Maule y Bio Bio. Establecido este banco, se continuará con líneas de trabajo orientadas a definir protocolos que lleven a una producción sostenida de hongos silvestres comestibles en ambientes silvestres. Considerando ambas regiones se colectó un total de 95 cepas desde bosques nativos y plantaciones, 65 de las cuales corresponden a hongos comestibles.

Palabras clave: PFNM, Bosque nativo, Plantaciones Forestales, Hongos comestibles.

## SUMMARY

Well known is today that forest produce not only Wood but also a number of other non wood forest products (NWFP) which very often have a high and unexpected value. Mushrooms present in Chilean forests are a valuable resource and its trade is becoming an important one. However, its natural production in the forests is very variable and the interest for obtaining high and sustainable productions has driven initiatives to improve that through the establishment of inoculated seedlings in the forests with the higher value species and strains. The symbiotic relationship between fungus and forest trees represents a favourable opportunity for carrying out research and innovative developing lines joining degraded soils recover, native forest restoration and enrichment and a better planted forest growth, to the generation of intermediate high value products of economical, social and environmental importance, represented by the mushrooms.

Within the Chilean Forestry Institute research lines on the matter a fungus bank is being established through edible fungus and strains collect in native and planted forests located in the Maule and Bio Bio regions. Once established the bank, new research lines will be carried out to define technical the protocols to obtain a sustainable mushrooms production in the Chilean forests. So far, considering both regions, Maule and Bio Bio, and native and planted forests, a total of 95 strains has been collected, 65 of which are mushrooms.

Key words: NWFP, Native Forests, Planted forests, Mushrooms

---

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, Investigador Sede Bio Bio, Concepción. Instituto Forestal pchung@infor.cl

## INTRODUCCIÓN

La producción de hongos comestibles en bosques y matorrales constituye una interesante alternativa de ingresos, aunque con frecuencia es ignorada o poco valorada. En general, al mencionar los productos forestales, se piensa exclusivamente en la madera, en circunstancias que los Productos Forestales No Madereros (PFNM), particularmente los hongos comestibles, ofrecen también una valiosa oportunidad productiva para propietarios y recolectores.

La producción de hongos comestibles puede generar una rentabilidad incluso superior a la de cualquier otro producto forestal, sea madera, corteza o frutos, en especial en sitios en que la irregularidad climática y la degradación de los suelos no permite un rendimiento maderero elevado, tal como ocurre en muchos bosques naturales en Chile.

Las rentas obtenidas por la explotación de bosques son logradas en lapsos de tiempo bastante largos, lo que a menudo genera un desarraigo de las comunidades rurales. Lograr que estas comunidades se identifiquen con el bosque puede contribuir a solucionar problemas como el desplazamiento rural, la frecuencia de incendios y otros. Involucrar a la comunidad en el manejo y cuidado del bosque permite que esta lo perciba como un recurso que es necesario conservar. Esta identidad solo se puede lograr si la comunidad rural ve en el bosque algo productivo, que le reporte beneficios periódicamente.

Los hongos silvestres comestibles pueden generar un flujo de ingresos adicionales durante todo el período de rotación de un cultivo forestal, haciendo más atractiva la inversión en silvicultura. Los hongos por sí solos ya son importantes para la generación de ingresos estacionales y también como fuente de alimentos para los habitantes de zonas rurales, por cuanto constituyen un producto altamente proteico, con abundante fibra, vitaminas, minerales y escasa cantidad de grasas y colesterol.

Los hongos comestibles presentes en los bosques de Chile constituyen un recurso valioso, cuyo comercio adquiere cada vez mayor importancia. No obstante, su producción natural en el bosque es variable, de modo que el interés por obtener una producción alta y estable ha motivado iniciativas para cultivarlos mediante el establecimiento de plantas inoculadas con las especies y cepas de mayor valor.

En general, la producción de hongos no suele ser considerada como un objetivo productivo al momento de establecer plantaciones forestales. Esto se debe a la dificultad que involucra cuantificar su producción y su efecto sobre la rentabilidad final para el propietario. Para superar estas dificultades se requieren estudios específicos, así como también crear pautas de gestión de los bosques que permitan compatibilizar el aprovechamiento de los hongos con las restantes finalidades del bosque.

Uno de los factores que explica la relativamente baja producción de cuerpos frutales de hongos comestibles en los bosques naturales y plantaciones forestales es el empleo de técnicas de establecimiento y/o manejo inadecuadas, que afectan negativamente las condiciones ambientales al interior de los bosques, limitando la producción de hongos durante el desarrollo de las masas boscosas.

De igual forma, la falta de información y conocimientos respecto de los hongos comestibles y sus asociaciones con especies forestales limita el aprovechamiento de estos organismos y también las ventajas productivas de estas asociaciones para las plantas.

La relación simbiótica que se establece entre hongos y especies forestales constituye una ventajosa oportunidad para implementar líneas de investigación y desarrollo innovativo, que conjuguen la recuperación de suelos degradados, la restauración y enriquecimiento del bosque nativo, y el mejor desempeño de las plantaciones, con la generación de productos intermedios de alto valor económico, ecológico y social, como son los hongos micorrízicos comestibles.



Esta iniciativa, enmarcada en el área de investigación de Silvicultura y Manejo de Ecosistemas Forestales Nativos y Exóticos del Instituto Forestal, dentro de la cual se inserta la línea investigación sobre Productos Forestales No Madereros (PFNM), tiene como objetivo principal establecer un banco de hongos comestibles mediante la realización de prospecciones y colectas de especies y cepas de hongos silvestres comestibles asociados a bosques de *Nothofagus* spp y a plantaciones de *Pinus radiata* en las regiones de Maule y Bio Bio. Una vez obtenido dicho material, se establecerán líneas de investigaciones en torno a la búsqueda de protocolos que lleven a una producción sostenida de hongos silvestres comestibles en ambientes silvestres.

## ANTECEDENTES

Es ampliamente reconocido que los bosques no solo producen madera, sino que también numerosos otros productos forestales no madereros (PFNM), con frecuencia de sorprendente e insospechado valor económico. Los PFNM son “todos aquellos productos biológicos, excluida la madera, leña y carbón, que son extraídos de los bosques naturales para el uso humano” (Peters, 1996).

Catalán (2006) estima que los PFNM pueden constituir hasta el 30 o 40% del uso comercial de un bosque. Su importancia radica en que constituyen una fuente de ingresos para sus recolectores y en que potencialmente pueden transformarse en la clave para el manejo sustentable de los bosques nativos.

La recolección periódica de productos del bosque representa un ingreso complementario en la economía de muchas familias rurales. La característica estacional de la producción permite mantener en algunos hogares una actividad casi continua que se reparte entre sucesivos productos, constituyendo además una gran oportunidad para valorizar el bosque nativo a través de la generación de actividades económicas alternativas que permiten a los pequeños propietarios ocupar su excedente de mano de obra, obtener ingresos estables y diversificar su base productiva (Tacón y Palma, 2005).

Aunque no existen registros del mercado interno de estos productos, que permitan evaluar su importancia económica en el ámbito nacional, se dispone de estadísticas de comercialización para la mayor parte de los productos de exportación y se aprecia que la mayor demanda se concentra en los países desarrollados del hemisferio norte, los cuales importan principalmente materias primas para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria.

El mercado internacional de los PFNM es creciente y con amplias posibilidades para el futuro (INFOR, 2004; Tacón y Palma, 2005).

A pesar del sorprendente y atractivo negocio que resulta ser la exportación de PFNM, no se encuentra exento de problemas, los elevados precios de compra de ellos han generado una enorme presión por su extracción, lo que ha significado la desaparición de muchas de sus poblaciones naturales, debido principalmente a sus métodos de extracción (Tacón y Palma, 2005).

Este es el caso de algunas especies de hongos silvestres comestibles presentes en los bosques nativos chilenos, cuya sobreutilización está implicando una disminución cualitativa y cuantitativa del recurso. Se extrae la totalidad de los ejemplares comprometiendo así su aprovechamiento sostenible en el tiempo, llegando incluso a la destrucción de los bosques que los albergan, como ocurre en el caso del hongo morcella.

Entre las especies nativas más perjudicadas, están algunas como *Boletus loyo*, *Cortinarius lebre* y varias especies de los géneros *Ramaria*, *Morchella* y *Cyttaria*, son recolectadas por habitantes de zonas rurales para su consumo y/o venta.

Para muchos recolectores los hongos nativos son una de sus principales fuentes de ingresos, tienen alta demanda y elevados precios, pero son cada vez más escasos, lo que motiva

que muchas familias se dediquen a su recolección en las regiones de Bio Bio y La Araucanía (Taller de Acción Cultural, 2003).

La situación descrita justifica plenamente la implementación de acciones orientadas a aumentar la presencia de las distintas especies de hongos comestibles en los bosques nativos, medida necesaria para que el negocio no se transforme en un agente de degradación, sino que al contrario sea un incentivo para su manejo forestal sustentable.

Es así como en los últimos años los productos forestales no madereros del bosque nativo han concentrado la atención de diversos profesionales, debido a la oportunidad que se presenta para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sustentable y la obtención de beneficios económicos por los altos niveles de comercialización que han alcanzado a escala global diversos productos (Saavedra, 2004).

En el caso de las plantaciones de pino en tanto, existen importantes especies de hongos comestibles que son colectadas y comercializadas a nivel nacional e internacional. Su presencia se ve incrementada a edades de entre los 4 y 12 años, siendo las especies fúngicas típicas de estas masas vegetacionales *Suillus luteus*, *S. granulatus* y *Lactarius deliciosus*.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Etapas del Trabajo

El trabajo se dividió en varias etapas, comenzando con la identificación de los hábitats naturales en donde se desarrollan los hongos comestibles, siguiendo con la prospección y colecta de especímenes, y la toma de datos de las características ambientales en las cuales se desarrollan los cuerpos fructíferos.

Los hongos fueron identificados y fotografiados, se los codificó y posteriormente cada ejemplar colectado fue aislado *in vitro* bajo un medio nutritivo estéril. Finalmente se efectuaron ensayos para definir el o los medios de cultivo más aptos para el desarrollo de cada cepa colectada y aislada.

Posteriormente el material se incorporó al cepario del Instituto Forestal, formando parte del material fúngico con potencialidades alimenticias para trabajos de investigación orientados a incluir estos organismos en la silvicultura de bosques y plantaciones.

### Áreas Potenciales de Colecta

La información utilizada para establecer las posibles áreas de prospección y colecta de especímenes de hongos comestibles se basó en la ubicación de las masas vegetacionales con las cuales se asocian las distintas especies de hongos, tanto nativas como exóticas.

Estos hongos se ven favorecidos con la presencia de especies del género *Nothofagus*, como *N. obliqua* (roble), *N. alpina* (raulí), *N. dombeyi* (coihue), *N. glauca* (hualo) y *N. Alessandri* (ruil), como también por las plantaciones de *Pinus radiata*. Las áreas de prospección se determinaron de acuerdo a dos fuentes de información:

- Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, actualizado para las regiones de Maule y del Bio Bio en los años 2009 y 2008, respectivamente (CONAF, 1997).

Para la elaboración del mapa se identificaron masas vegetacionales con presencia de especies del género *Nothofagus*, en base a criterios de dominancia de las mismas. En los mapas confeccionados para las regiones de Maule y Bio Bio, se ubicaron formaciones con presencia de roble, raulí, coihue, hualo y ruil (este último, solo presente en la región de Maule) en condición de especies dominantes o codominantes (Anexo N° 1).

- Para *Pinus radiata*, se utilizó el Mapa de Zonas de Crecimiento del Modelo Nacional de Simulación de Crecimiento de esta especie, el cual define una zonificación basada en características de clima, suelo y rendimiento, entre otras variables. Se emplearon los mapas para las regiones del Maule y Bio Bio (Anexo N° 1) (Real, 1990).

## Prospección y Colecta

Confeccionados los mapas con las áreas potenciales de prospección y posterior colecta del material fúngico, se prepararon formularios de terreno para registrar las descripciones geográficas y ambientales de los sitios de colecta de cada una de las cepas. Además, se estableció una metodología para realizar las campañas de prospección y colecta del material fúngico.

Para cada muestra colectada se completó una ficha que recoge en forma simple la mayor información posible de las características ambientales del sitio de crecimiento del espécimen colectado, destacándose información como ubicación geográfica, asociación vegetacional, suelo, altitud y exposición, entre otros antecedentes. Se contó con un GPS para establecer la ubicación geográfica.

Se complementó esto en laboratorio posteriormente con un registro fotográfico del material y la digitación de los antecedentes ambientales, conformando un registro computacional. Mediante un código de identificación, se vinculará la información anterior con cada cultivo dentro del banco de hongos comestibles creado dentro del Laboratorio de Micología de la Sede Bio Bio del Instituto Forestal.

## Campaña de Terreno

En el país existen dos épocas de cosecha de hongos; otoño y primavera, las cuales son muy notorias para las regiones de Maule y Bio Bio. Además, los períodos de aparición de los hongos pueden variar de un año a otro debido a que están muy ligados a factores climáticos.

Los parámetros principales que inciden en esto son la temperatura y las precipitaciones, por lo que no es posible precisar una fecha de aparición y término de una producción fúngica determinada.

Si bien se identificaron las zonas vegetacionales en donde se desarrollaban las especies *Pinus radiata* y *Nothofagus spp.*, la colecta se desarrolló en base a las condiciones de humedad existentes en las regiones de prospección.

La escasa humedad existente en las áreas de colecta producto del atraso de las lluvias, obligó a desarrollar las actividades iniciales de prospección y colecta de material en las zonas cercanas a la costa, aumentando así las posibilidades de encontrar especímenes de hongos.

En el transcurso de los meses se ampliaron las zonas de búsqueda, debido al aumento de las lluvias y con ello de la aparición de los hongos comestibles silvestres, comenzando las distintas especies a aparecer en concordancia con su fenología reproductiva.

Para el año de colecta la época de lluvias y de condiciones favorables para la fructificación de los hongos se amplió hasta llegar a noviembre, e incluso principios de diciembre. Un ejemplo de ello fueron las especies del género *Morchella*, para las que se amplió el período de fructificación en varias zonas del país.

Existen marcados períodos de aparición de una u otra especie de hongo comestible silvestre dependiendo de su ciclo. Por ejemplo, *Boletus loyo* comienza a aparecer a fines de febrero y comienzos de marzo con las primeras lluvias de otoño y su fructificación solo dura hasta el mes de mayo, mientras que para el género *Morchella* las fructificaciones solo ocurren entre septiembre y mediados de noviembre.

El comienzo de los trabajos de prospección y colecta fue 15 días después de las primeras lluvias otoñales de carácter abundante, que permitieran humedecer la capa vegetal y el primer horizonte del suelo.

La colecta se realizó de acuerdo al siguiente protocolo:

- a. Selección priorizada de sitios de colecta en función de características climáticas favorables a la fructificación.
- b. Identificación preliminar de los hongos en terreno y captura de datos para la caracterización del lugar de muestreo.
- c. Extracción de cuerpos fructíferos y limpieza de los mismos con brocha o pincel grueso para eliminar partículas de suelo y materia orgánica.
- d. Embalaje de las muestras en bolsas de papel para permitir la respiración del hongo e impedir la acumulación de humedad, lo que induciría a un mayor deterioro de la muestra.
- f. Identificación de la bolsa con el número de la muestra colectada en terreno, lugar y fecha.
- g. Almacenaje en contenedor de aislapol o plástico con hielo o ice pack para su preservación durante el viaje.
- h. Transporte en forma rápida (no más de 2 días) al laboratorio para proceder a la aislación del micelio o esporas.
- i. Identificación final si fuese necesario, tanto del cuerpo frutal como del micelio aislado con el apoyo de un especialista en taxonomía fúngica. En esta actividad se contó con la ayuda del Dr. Götz Palfner de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción.

## **Aislación y Acondicionamiento de Cepas**

### **- Codificación**

Con el fin de ordenar los especímenes colectados, aislados e incorporados al Cepario de Hongos Comestibles del Instituto Forestal, se utilizó una codificación que permitió vincular la información de terreno con las diferentes cepas aisladas. El código aplicado fue el siguiente:

IFAABBCCC

Donde: IF: Instituto Forestal (Institución Colectora)  
AA: Región de Chile  
BB: Sector de Colecta  
CCC: Número de la cepa

### **- Confección de Medios de Cultivo**

Para conseguir la aislación definitiva se preparó un medio de cultivo que permitiera el desarrollo de los tejidos de los hongos.

En esta etapa se usó una modificación del medio Melin–Norkrans (MMN), que corresponde a un medio común para el crecimiento de hongos tanto saprófitos, como micorrízicos y parásitos (Marx, 1969). La formulación del medio MMN se muestra en el Cuadro N° 1.

En la etapa de aislación, cada muestra colectada fue registrada en laboratorio en base a una toma fotográfica (Anexo 3) y la asignación del código antes mencionado.

**Cuadro N° 1**  
**FORMULACIÓN DEL MEDIO MMN MODIFICADO**

<b>Nutrientes</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fuentes de Carbohidratos</b>	
Extracto de Malta	<b>2 g</b>
D - Glucosa	<b>5 g</b>
<b>Nutrientes Minerales</b>	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	<b>0,25 g</b>
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	<b>0,5 g</b>
MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	<b>0,15 g</b>
CaCl <sub>2</sub>	<b>0,05 g</b>
FeCl <sub>3</sub>	<b>1,2 ml (sol. 1%)</b>
NaCl	<b>0,025 g</b>
<b>Vitaminas</b>	
Tiamina HCl	<b>100 µg</b>
<b>Agua Destilada</b>	<b>1.000 ml</b>
<b>pH</b>	<b>5,7</b>
<b>Agar</b>	<b>15 g</b>

Cada hongo fue aislado bajo cámara de flujo laminar, utilizando medios de cultivo previamente confeccionados. Cada aislación se realizó en tres discos Petri para asegurar la aislación de la muestra.

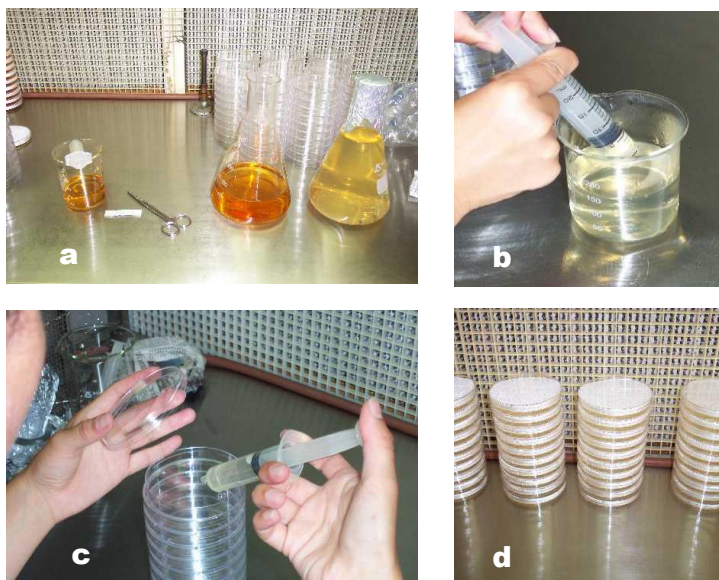
Finalmente, los discos con las aislaciones fueron puestos en una cámara de crecimiento a 23°C y en oscuridad, en espera del crecimiento de las cepas y la aislación definitiva.

Para la confección del medio de cultivo se utilizaron frascos Erlenmeyer de 1 litro, adicionando los productos químicos, vitaminas, carbohidratos y agar correspondientes a la fórmula. Se verificó el pH mediante un peachímetro, ajustándose este con KOH o HCl, para subir o bajar el pH, respectivamente.

Cada medio fue esterilizado en autoclave a 121°C de temperatura, 1,2 atmósferas de presión y un lapso de 20 minutos. Terminada la esterilización de los medios, estos fueron puestos bajo una cámara de flujo laminar, a la espera de su vaciado en discos Petri (Figura N° 1).

El vaciado del medio se realizó con una jeringa estéril con el medio a temperaturas sobre los 50°C, para evitar su solidificación, agregando 20 ml de medio a cada uno de los discos.

Finalizado el vaciado, se dejaron los discos Petri enfriar, visualizando en ellos el término de la condensación producto de la evaporación (Figura N° 1). Posteriormente, estos fueron guardados o utilizados inmediatamente.



- a. Medio de cultivo estéril en cámara de flujo laminar
- b. Utilización jeringa estéril para vaciado medio de cultivo a discos Petri
- c. Vaciado de medios de cultivo en discos Petri estériles
- d. Discos Petri con medios de cultivo en etapa de secado

**Figura N° 1**  
**AISLACIÓN DE LOS HONGOS**

#### - Procedimientos de Aislación de Tejidos

La inoculación de los medio se realizó bajo una cámara de flujo laminar, tomando un segmento de tejido del cuerpo fructífero del hongo. Para ello, se realizó la segmentación del hongo, dejando expuesto el tejido estéril presente en el interior (Figura N° 2), permitiendo así la extracción de pequeñas porciones de tejido, los cuales se colocaron sobre el medio de cultivo.

Otro método utilizado fue la colecta de esporas, debido a la dificultad de extraer tejido aséptico o la poca respuesta de este frente al medio de cultivo utilizado para la aislación. Este consistió en colocar un cuerpo fructífero maduro colgando por encima de un medio de cultivo estéril, pero sin tocar el medio, a un par de centímetros por sobre este, para que la caída de las esporas llegue al medio de cultivo. El tiempo de exposición del medio a la caída de las esporas debe ser corto, verificándose constantemente la cantidad de esporas presentes en el medio, para que luego, una vez germinadas las esporas, estas se puedan extraer y aislar sin ningún inconveniente.

Concluidos estos procedimientos, los discos Petri se sellaron con papel parafilm, procediéndose finalmente a marcar con el código de la cepa y la fecha de aislación (Figura N° 2). Posteriormente los discos Petri se colocaron en un ambiente oscuro a 23°C de temperatura, para que se desarrolle y se verifique el crecimiento sin presencia de otros contaminantes, como bacterias u otro hongo contaminante. En el caso de los procedimientos con esporas, estos debieron ser chequeados constantemente, pues esta forma de aislación mostró una alta probabilidad de presentar contaminación por otros hongos y/o bacterias, lo que llevó a un trabajo de aislación más riguroso. Se suma a lo anterior, la rápida germinación de las esporas, no más allá de 3 a 5 días.



- a. Seccionado del cuerpo fructífero para exponer tejido estéril
- b. Extracción de tejido estéril para colocarlo en medio de cultivo
- c. Colecta de esporas en Morcella
- d. Tejido miceliar, sellado con papel parafilm, código y fecha de aislamiento
- e. Discos Petri con tejido aislado puestos en cámara de crecimiento
- f. Estado de desarrollo de tejido a los 20 días de su aislamiento

**Figura N° 2**  
**PROCEDIMIENTOS DE AISLACIÓN DE TEJIDOS**

Para cada cepa aislada se le realizó un seguimiento para ver la evolución del crecimiento y la posible aparición de contaminantes como bacterias y otros hongos. Ante la aparición de agentes contaminantes, se procedió a realizar subcultivos transfiriendo micelio limpio a medio fresco. De esta forma, se logró la aislación definitiva y una cantidad de material suficiente para el montaje de los ensayos de selección de los medios de crecimiento apropiados para cada cepa.

## Determinación de Medios de Crecimiento

Con las aislaciones definitivas se estableció un ensayo para definir el mejor medio de crecimiento, en términos técnicos y económicos, de entre tres alternativas evaluadas para cada cepa. Los medios utilizados fueron: BAF (Biotina Aneurina Ácido Fólico), MMN (Medio Melin-Norkrans) y PDA (Potato Dextrosa Agar), que varían de mayor a menor complejidad y costo (Cuadro N° 2).

Los ensayos se montaron en discos Petri de vidrio, de 9 cm de diámetro por 1,5 cm de altura, previamente esterilizados en autoclave a 1,2 atm, a 120°C por 30 min. Los medios se esterilizarán en frascos Erlenmeyer de 1 L, dispuestos en autoclave a 1,2 atm de presión y 120°C por 20 min. El vaciado del medio a los discos Petri se realizó con jeringa desechable y trabajando en una cámara de flujo laminar previamente esterilizada con alcohol al 70% y baños de luz ultravioleta. En cada disco Petri fueron depositados 20 ml de medio de cultivo y se dejó enfriar, verificando la eliminación del vapor de agua dentro de cada disco y la solidificación del medio.

**Cuadro N° 2**  
**FORMULACIÓN DEL MEDIOS DE CRECIMIENTO A EVALUAR**

Nutrientes	Composición de Medios de Cultivo		
	Medio MMN	Medio BAF	Medio PDA
<b>Fuentes de Carbohidratos</b>			
Extracto de levadura		0,2 g	
Extracto de papa			4 g
Extracto de Malta	2 g		
Peptona		2 g	
D - Glucosa	10 g	30 g	20 g
<b>Nutrientes Minerales</b>			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,25 g		
FeCl <sub>3</sub> • 6 H <sub>2</sub> O		10 mg	
ZnSO <sub>4</sub> • 7H <sub>2</sub> O		1 mg	
MnSO <sub>4</sub> • 4 H <sub>2</sub> O		5 mg	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,5 g	0,5 g	
MgSO <sub>4</sub> • 7H <sub>2</sub> O	0,15 g	0,5 g	
CaCl <sub>2</sub>	0,05 g	100 mg	
FeCl <sub>3</sub>	1,2 ml (sol. 1%)		
NaCl	0,025 g		
<b>Vitaminas</b>			
Tiamina HCl	0,01 mg	0,05 mg	
Biotina		0,001 mg	
Ácido Fólico		0,1 mg	
Inositol		50 mg	
<b>Agua Destilada</b>	1.000 ml	1.000 ml	1.000 ml
<b>pH</b>	5,6	5,6	5,6
<b>Agar</b>	15 g	15 g	15 g

Para la inoculación de cada cepa en los discos con medios de cultivo, se utilizaron dos sacabocados que permitían obtener círculos de micelio de 1,4 y de 0,7 cm de diámetro a partir del crecimiento inicial en los trabajos de aislación.

La instalación de los ensayos se realizó bajo un ambiente estéril dado por una cámara de flujo laminar, dentro de la cual se realizó la inoculación de los medios de cultivo. Esta se instaló, utilizando los círculos de micelio obtenidos y extraídos con un asa estéril para su ubicación en los



medios de cultivo. Una vez realizadas las inoculaciones, los discos sellados y codificados se colocaron en la cámara de crecimiento bajo oscuridad y a 23°C de temperatura. En el ensayo fueron evaluados tres medios de cultivo para cada cepa aislada, donde cada medio fue representado por tres repeticiones de un disco Petri cada una, totalizando 9 discos por cepa.

La evaluación del crecimiento de las cepas en los medios de cultivo se realizó después de 30 días de incubar los discos Petri en oscuridad a 23 °C. La evaluación del crecimiento consistió en medir con una regla el crecimiento radial de la cepa en cuatro direcciones, tomando como punto 0, el centro del disco de micelio usado para inocular el medio de cultivo. Una vez realizada cada medición, a cada una de ellas se le restó el radio del círculo puesto inicialmente, para obtener finalmente el crecimiento real.

Los datos obtenidos fueron digitados y depurados, para posteriormente realizar los análisis de varianza y comparación múltiple de medias (test de Tuckey con  $\alpha = 0,05$ ) utilizando el software estadístico INFOSTAT, con el propósito de identificar el medio que permitiera el mayor crecimiento de cada cepa.

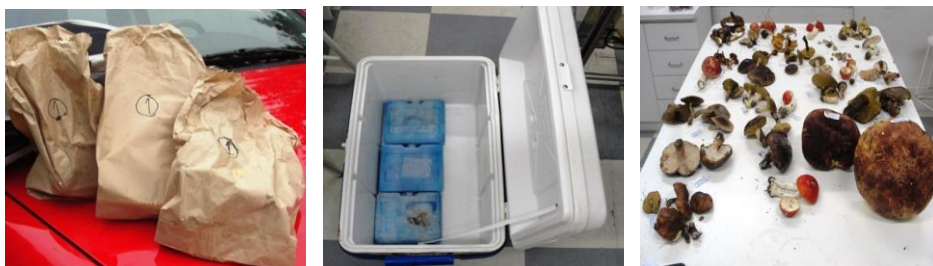
Para realizar las mediciones de crecimiento radial para cada una de las cepas de hongos comestibles, se confeccionó un formulario para registro de las mediciones realizadas (Anexo 4).

## RESULTADOS

### Prospección y Colecta de Hongos

Los datos de los formularios de prospección y colecta en terreno, se muestran en las tablas del Anexo 2. Como resultado final de la campaña de terreno (Figura N° 3), se contabilizó un total de 95 cepas colectadas para las dos regiones contempladas.

Para la región de Maule, se obtuvo un total de 27 cepas, 21 de las cuales corresponden a cepas de especies comestibles. En tanto que para la región de Bio Bio, se recolectó un total de 68 cepas, 44 de ellas de tipo comestible. En total fueron recolectadas 95 cepas de las cuales 65 fueron cepas de hongos comestibles (Anexos 2 y 3).



**Figura N° 3**  
**MUESTRAS EN BOLSA DE PAPEL CON CÓDIGO QUE IDENTIFICA EL SITIO (IZQ), MUESTRAS EN CONTENEDOR CON ICEPACK PARA MANTENER A 3 - 4°C (CENTRO) Y ORDENACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MATERIAL EN LABORATORIO (DER)**

### Aislación de Cepas

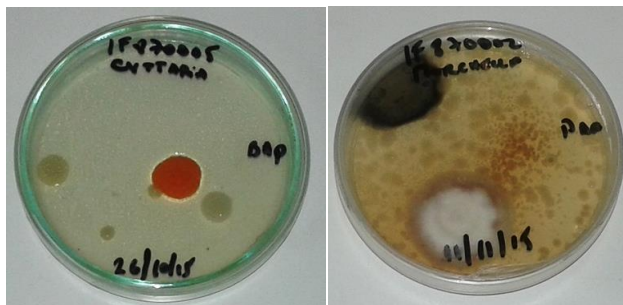
La respuesta de las cepas a la metodología de aislamiento utilizada fue variable, observándose crecimientos muy lentos como fue el caso de *Boletus loyo*, que en una de las cepas no alcanzó a originar suficiente tejido para su evaluación en otros medios de cultivo.

Otros en cambio, no respondieron al medio, como en el caso de *Cortinarius lebre*, cuyos

tejidos aislados permanecieron inertes, sin presentar contaminación alguna.

Se observó también contaminación de algunos tejidos aislados dentro de los cultivos (Figura N° 4), lo que generó un inmediato proceso de subcultivo para la eliminación de la contaminación respectiva, lográndose una eliminación exitosa en la mayoría de los tejidos de las cepas aisladas, después de unos meses de trabajo.

En otros casos las cepas no pudieron ser separadas del organismo contaminante, por lo que estos aislados se perdieron



**Figura N° 4**  
**CONTAMINACIÓN DE CEPAS POR BACTERIAS (IZQ) Y POR HONGOS (DER)**

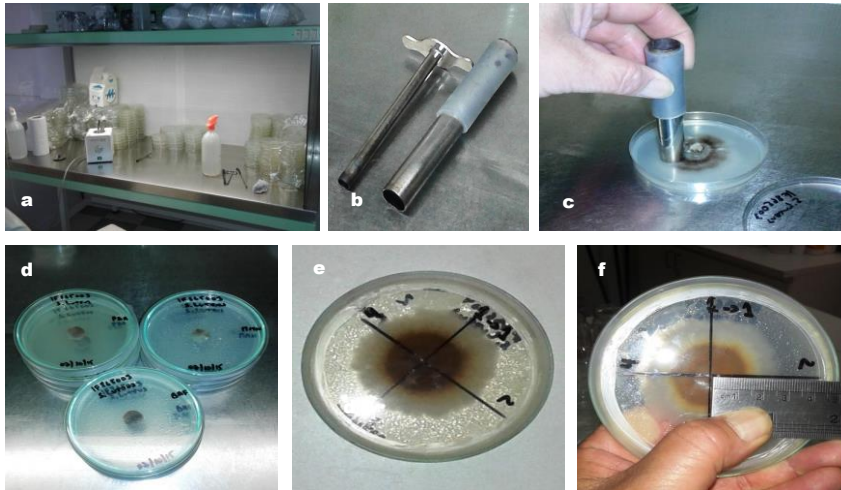
Como resultado de las aislaciones iniciales y limpieza de contaminaciones, el número de cepas definitivamente aisladas, fue de 24 para región de Maule, de las cuales 21 pertenecen a hongos comestibles, y 63 para la Región de Bio Bio, de las cuales 41 corresponden a cepas de hongos comestibles.

Como resultado final, se obtuvieron 87 cepas aisladas, de las cuales 62 corresponden a hongos comestibles y sobre las cuales se evaluaron los diferentes medios.

### **Selección de Medios de Cultivo**

Una vez realizada la instalación de los ensayos y las respectivas mediciones se realizó el análisis de los datos (Figura N° 5).

Los resultados de los crecimientos promedios de las cepas para cada medio y cepa, junto con los resultados de los análisis estadísticos, se muestran en los Cuadros N° 3 y N° 4 donde se presentan los valores promedios de crecimiento para cada una de las cepas de hongos comestibles, en cada uno de los medios evaluados.



- a. Instalación de ensayos bajo ambiente estéril en cámara de flujo laminar
- b. Sacabocados de acero y elaboración de discos de micelio
- c. Elaboración de discos de inoculación
- d. Aspecto de los discos de micelio puesto en los medios
- e. Marcaje de líneas
- f. Medición de crecimiento radial

**Figura N° 5**  
**INSTALACIÓN DE LOS ENSAYOS DE MEDIOS Y MEDICIÓN**

A nivel de especies, el análisis de los datos permite indicar que:

- *Rhizopogon roseolus* exhibe diferentes respuestas en sus distintas cepas; las cepas IF857004, IF829001 y IF732001 presentan crecimientos significativamente superiores en el medio MMN en comparación a los medios BAF y PDA. Mientras que para las cepas de IF736001 y IF734003, muestra crecimientos mayores en el medio BAF, siendo significativamente superiores a MMN y PDA.
- *Boletus loyo* muestra un crecimiento muy lento en sus distintas cepas, verificándose un crecimiento de apenas 0,1 a 0,2 cm a los 30 días. Se observa, además, que existen comportamientos distintos de las tres cepas evaluadas. Para el caso de la cepa IF737001, presenta un crecimiento en el medio BAF significativamente diferente frente a los otros medios, PDA y MMN, en los que no se presentó crecimiento. Respecto a la cepa IF84001, hubo crecimiento tanto para el medio BAF como para MMN, pero no para el medio PDA, en el que no presentaba crecimiento, y con diferencias significativas frente al medio BAF. Finalmente, para la cepa IF83001 se presenta solo crecimiento en medio MMN, presentando diferencias significativas con el resto de los medios.
- Las dos cepas del saprófito *Agrocybe aegerita* presentan un crecimiento bastante rápido, colonizando los 3 medios de cultivo por igual e invadiendo en su totalidad la superficie de estos sin diferencias de crecimiento para los tres medios evaluados.
- Para las especies y cepas de *Morchella* se evidencia un crecimiento bastante rápido en el medio de cultivo BAF, completando a los 30 días toda su superficie, en todos los casos con diferencias significativas respecto a los otros dos medios, MMN y PDA.

**Cuadro N° 3**  
**SELECCIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA CEPAS DE HONGOS COMESTIBLES**  
**PARA LA REGIÓN DEL BIO BIO**

Región	Código Cepa	Especie	N° Repet.	Crecimiento radial en Medios de Cultivo (cm)					
				PDA	*	MMN	*	BAF	*
Bio Bio	IF854001	<i>Suillus luteus</i>	3	1,83	b	1,09	a	1,84	b
Bio Bio	IF855003	<i>Suillus luteus</i>	3	1,45	a	1,38	a	2,04	b
Bio Bio	IF856002	<i>Suillus luteus</i>	3	0,85	a	1,06	ab	1,23	b
Bio Bio	IF857001	<i>Suillus bellini</i>	3	0,45	a	1,26	c	0,90	b
Bio Bio	IF857003	<i>Bovista sp</i>	3	0,98	b	0,29	a	1,13	b
Bio Bio	IF857004	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	1,58	a	1,89	b	1,59	a
Bio Bio	IF858004	<i>Suillus luteus</i>	3	1,23	a	1,18	a	1,63	b
Bio Bio	IF859002	<i>Suillus bellini</i>	3	0,85	a	0,98	a	0,91	a
Bio Bio	IF860001	<i>Suillus luteus</i>	3	1,16	a	1,23	a	1,42	a
Bio Bio	IF861001	<i>Suillus luteus</i>	3	1,26	b	0,57	a	1,59	b
Bio Bio	IF862002	<i>Suillus granulatus</i>	3	1,31	a	1,56	a	1,69	a
Bio Bio	IF862003	<i>Agrocybe aegerita</i>	3	3,50	a	3,50	a	3,50	a
Bio Bio	IF862004	<i>Lactarius deliciosus</i>	3	0,18	a	0,81	b	0,72	b
Bio Bio	IF862005	<i>Ramaria flava</i>	3	1,58	a	2,10	b	3,29	c
Bio Bio	IF862007	<i>Ramaria botrytis</i>	3	2,93	a	2,68	a	2,73	a
Bio Bio	IF862008	<i>Suillus luteus</i>	3	1,19	a	1,29	a	1,80	b
Bio Bio	IF863001	<i>Boletus loyo</i>	3	0,00	a	0,08	b	0,00	a
Bio Bio	IF864001	<i>Boletus loyo</i>	3	0,00	a	0,10	ab	0,19	b
Bio Bio	IF865003	<i>Suillus luteus</i>	3	1,19	a	1,45	b	1,65	b
Bio Bio	IF866002	<i>Suillus luteus</i>	3	1,33	a	1,53	a	1,48	a
Bio Bio	IF867001	<i>Suillus granulatus</i>	3	1,28	a	1,64	ab	1,88	b
Bio Bio	IF867002	<i>Suillus luteus</i>	3	1,56	a	1,24	a	1,63	a
Bio Bio	IF868001	<i>Suillus luteus</i>	3	1,17	a	1,61	a	1,43	a
Bio Bio	IF868003	<i>Suillus bellini</i>	3	0,83	a	0,93	a	0,90	a
Bio Bio	IF869001	<i>Agrocybe aegerita</i>	3	3,50	a	3,50	a	3,50	a
Bio Bio	IF870001	<i>Marcella esculenta</i>	3	0,64	a	0,48	a	2,87	b
Bio Bio	IF870002	<i>Marcella elata</i>	3	1,56	b	0,63	a	3,85	c
Bio Bio	IF870003	<i>Marcella conica</i>	3	2,68	b	0,15	a	3,85	c
Bio Bio	IF870005	<i>Cyttaria berteroi</i>	3	0,30	a	0,34	a	3,36	b
Bio Bio	IF871001	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	0,37	a	1,23	b	1,27	b
Bio Bio	IF871002	<i>Suillus luteus</i>	3	1,14	a	1,23	ab	1,36	b
Bio Bio	IF872001	<i>Suillus granulatus</i>	3	1,01	a	1,23	b	1,59	c
Bio Bio	IF873001	<i>Marcella sp</i>	3	1,78	b	0,33	a	3,85	c
Bio Bio	IF873003	<i>Suillus luteus</i>	3	1,02	a	1,08	a	1,27	b
Bio Bio	IF874001	<i>Suillus luteus</i>	3	0,94	b	0,05	a	1,08	b
Bio Bio	IF874002	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	0,96	a	1,28	b	1,28	b
Bio Bio	IF875001	<i>Coprinus comatus</i>	3	3,07	a	3,85	b	3,85	b
Bio Bio	IF875002	<i>Marcella sp</i>	3	2,37	b	0,73	a	3,85	c
Bio Bio	IF876001	<i>Marcella sp</i>	3	1,12	a	1,08	a	3,85	b
Bio Bio	IF877001	<i>Coprinus comatus</i>	3	2,18	a	2,32	a	3,85	b

Nota: \* Test:Tukey Alfa=0,05

Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Cuadro N° 4**  
**SELECCIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO PARA CEPAS DE HONGOS COMESTIBLES**  
**PARA LA REGIÓN DEL MAULE**

Región	N° Cepa	Especie	N° Repet.	Crecimiento radial en Medios de Cultivo (cm)					
				PDA	*	MMN	*	BAF	*
Maule	IF728002	<i>Suillus bellini</i>	3	0,46	a	1,24	b	1,26	b
Maule	IF728001	<i>Suillus granulatus</i>	3	1,28	b	1,28	b	0,78	a
Maule	IF729001	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	0,32	a	1,78	c	1,36	b
Maule	IF730001	<i>Suillus bellini</i>	3	0,82	a	1,23	b	1,39	b
Maule	IF731001	<i>Suillus bellini</i>	3	0,69	a	1,51	b	1,46	b
Maule	IF731002	<i>Suillus granulatus</i>	3	0,68	a	1,95	c	1,46	b
Maule	IF732001	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	1,29	a	2,14	b	1,65	a
Maule	IF732002	<i>Suillus granulatus</i>	3	1,28	a	1,52	a	2,24	b
Maule	IF732003	<i>Suillus luteus</i>	3	0,68	a	1,52	b	2,32	c
Maule	IF732004	<i>Suillus bellini</i>	3	0,93	a	0,94	a	1,38	b
Maule	IF733002	<i>Suillus bellini</i>	3	0,68	a	1,13	b	1,09	b
Maule	IF734002	<i>Suillus luteus</i>	3	1,13	a	1,25	a	1,74	b
Maule	IF734003	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	0,80	a	1,77	b	2,18	c
Maule	IF734004	<i>Rhizopogon sp.</i>	3	0,99	a	1,83	b	1,77	b
Maule	IF735001	<i>Suillus bellini</i>	3	0,81	a	1,52	c	1,14	b
Maule	IF735003	<i>Suillus luteus</i>	3	1,11	a	1,18	a	1,73	b
Maule	IF735004	<i>Suillus granulatus</i>	3	0,91	a	1,45	b	1,69	b
Maule	IF736001	<i>Rhizopogon luteolus</i>	3	0,87	a	1,73	b	2,40	c
Maule	IF736004	<i>Suillus luteus</i>	3	1,30	a	1,44	a	1,81	b
Maule	IF736005	<i>Agaricus campestris</i>	3	1,62	c	0,13	a	0,50	b
Maule	IF737001	<i>Boletus loyo</i>	3	0,00	a	0,00	a	0,10	b

Nota: \* Test:Tukey Alfa=0,05

Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

- Las cepas de *Suillus luteus* muestran distintas preferencias por los medios de cultivo; algunas no exhiben diferencias significativas entre los medios, mientras que otras presentan mayor crecimiento en los medios MMN y BAF sin presentar diferencias significativas entre ellas. Por otra parte, un gran porcentaje de las cepas presenta buen crecimiento en el medio BAF y diferencias significativas respecto a los otros dos medios.
- *Suillus bellini* y *Suillus granulatus* presentan un comportamiento similar a *Suillus luteus*, en lo que respecta al comportamiento de sus diferentes cepas frente a los distintos medios de cultivo. En ellos se presentan crecimientos diferentes para cada cepa. Algunos presentan mayores crecimientos en el medio MMN, otros en medio BAF, otros poseen un crecimiento similar para las tres cepas, mientras que otros presentan mayores crecimientos en los medios MMN y BAF.
- *Cyttaria berteroi*, presenta un comportamiento similar a las especies de *Morchella*, con un comportamiento lento para los medios PDA y MMN, pero un crecimiento bastante rápido en el medio BAF, presentando diferencias significativas con respecto a los otros medios.
- Las dos cepas de *Coprinus comatus* presentan buen crecimiento en el medio BAF, aunque la cepa IF875001 no exhibe diferencias significativas con respecto al crecimiento observado en el medio MMN.

- *Ramaria botrytis* presenta mayor crecimiento en el medio PDA, aunque sin diferencias significativas respecto a los otros medios. En cambio, para *Ramaria flava* el mayor crecimiento se presenta en el medio más completo, el medio BAF, con diferencias significativas respecto a los medios restantes.
- *Agaricus campestris* y *Bovista sp.*, de comportamiento saprófito, presentan buenos crecimientos en el medio PDA, con una media con diferencias significativas respecto a los medios MMN y BAF para el caso de *A. campestris*, en tanto que para *Bovista sp.*, esta diferencia solo se da para el medio MMN.
- *Lactarius deliciosus* presenta buenos crecimientos tanto para el medio BAF como para el MMN, con medias significativamente diferentes frente al medio PDA.

## CONCLUSIONES

Las tareas de colecta de material fúngico se vieron afectadas por la prolongada sequía que se apreció en las dos regiones a prospectar. Esto produjo un retraso en las labores contempladas, retrasando la temporada de producción de hongos y la aparición de hongos comestibles, como es el caso de especies como *Lactarius deliciosus*, *Suillus luteus* y *Suillus granulatus* en los bosques de pino y de *Boletus loyo*, *Cortinarius lebre*, *Ramaria flava* o *R. botrytis*, entre otras, para los bosques con especies nativas.

A pesar de lo estrecho del período de colecta en la primera temporada de colecta (otoño), se hizo una buena parte del trabajo contemplado, logrando la aislación de especies como *Suillus luteus*, *S. granulatus*, *S. Bellini*, *Lactarius deliciosus* y *Rhizopogon luteolus*, además de *Boletus loyo* en Bosque nativo.

La normalización de las lluvias en el período de primavera y el alargue de estas hasta el mes de noviembre, favoreció la presencia de otros hongos como las especies de los géneros *Bovista*, *Coprinus*, *Cyttaria* y *Morchella*, colectándose incluso algunos especímenes de *Suillus*.

En total se realizaron 97 colectas de cepas, de las cuales 65 correspondieron a cepas de hongos comestibles, 21 para la Región del Maule y 44 para la Región del Bio Bio. De estas se lograron aislar un total de 87 cepas, de las cuales 62 corresponden a cepas de hongos comestibles, 21 para la Región del Maule y 41 para la Región del Bio Bio, lográndose el cumplimiento del objetivo al incorporar un banco de hongos comestibles en el Cepario de INFOR, con la mayoría de las especies presentes en las dos regiones.

Sin embargo, se deberá ir actualizando y completando el cepario con especies de difícil aislación, como *Cortinarius lebre*. También se deberá seguir colectando cepas, con el propósito de aumentar la variabilidad genética regional de cada especie fúngica comestible resguardada en el cepario.

Los trabajos realizados para la aislación de las cepas, permitieron aislar cerca del 90% de las cepas colectas con aproximadamente un 10% de pérdidas por contaminación bacteriana o fúngica, nula respuesta al medio de cultivo o nula esporada de los cuerpos fructíferos al momento de la cosecha de estas.

Respecto a los ensayos para evaluar 3 tipos de medios de cultivo y establecer el medio más favorable para el crecimiento de cada cepa, se pudo constatar que algunos hongos no presentaban preferencias por alguno de ellos, como la especie *Agrocybe aegerita*, mientras que en otros se observó un mayor crecimiento en uno o dos de los tres medios evaluados.

De las medias obtenidas se puede ver que no existe un medio común que pueda ser el más eficaz para obtener el mayor crecimiento para un especie fúngica en particular,

demostrándose que existen comportamientos diferentes entre cepas de una misma especie.

Para el caso de *Boletus loyo* su crecimiento en los diferentes medios podría indicar un lento crecimiento micelial o medios utilizados no aptos para el crecimiento de esta especie, lo cual lleva a seguir investigando para definir medios de crecimiento que sean óptimos para esta especie.

El conocimiento acabado del comportamiento de los hongos y las diferentes cepas de estos en medios específicos requerirá de mayores estudios para definir medios específicos para cepas específicas, buscando precisar no solo el medio preciso para su crecimiento, sino que además sus requerimientos ambientales.

## REFERENCIAS

**Catalán, R., 2006.** La Otra Oferta de los Árboles Nativos: No sólo madera da el bosque. Coordinador del Programa de Conservación con Comunidades de la oficina en Chile del Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF). [En línea] <[http://www.lignum.cl/noticias/imprimir\\_noticia.php?id=8046](http://www.lignum.cl/noticias/imprimir_noticia.php?id=8046)> (Consulta :13 de diciembre 2006).

**CONAF, 1997.** Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF).

**INFOR, 2004.** Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales No Madereros (PFNM) en Chile. [En línea] <<http://www.gestionforestal.cl/pfnm/index.htm>>. (Consulta :13 de abril 2008).

**Marx, D. H., 1969.** The Influence of Ectotrophic Mycorrhizal Fungi on the Resistance of Pine Roots to Pathogenic Infections. I. Antagonism of Mycorrhizal Fungi to Root Patogenic Fungi and soil Bacteria. *Phytopathology*, 59, 153-163. 1969.

**Peters, C. 1996.** The Ecology and Management of Non Timber Forest Resources. World Bank Technical. Paper 322. Washington, D.C., USA. 157 p.

**Real, P. 1990.** Zonas de Crecimiento de Pino Radiata. 27 p.

**Saavedra, J., 2004.** Análisis del Proceso de Comercialización de Semillas Forestales y Ornamentales en Dos Centros de Semillas. Memoria para optar al título de Ingeniería Forestal. Universidad De Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 104 p.

**Tacón, A. y Palma, J., 2005.** Productos Forestales No Madereros. En: Bosques y comunidades del sur de Chile. Editado por Catalán, R; Wilken, P; Kandziór, A.; Tecklin, A. y H. Burschel. Editorial Universitaria, Chile. Pp: 253-266.

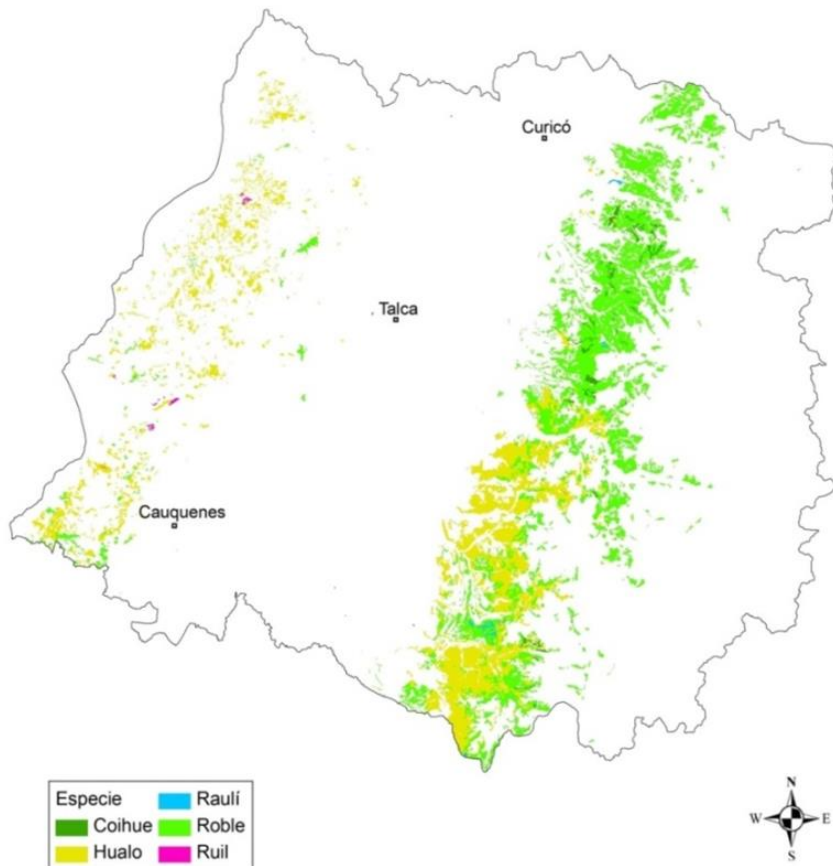
**Taller de Acción Cultural (TAC), 2003.** Recolectoras de Frutos Silvestres. Oficio de Mujeres en la Región del Bio Bio. Santiago de Chile. Serie de Derechos Laborales. 135 p.

## ANEXO 1

### Mapas Vegetacionales para Bosques de *Nothofagus* y Plantaciones de *Pinus radiata*

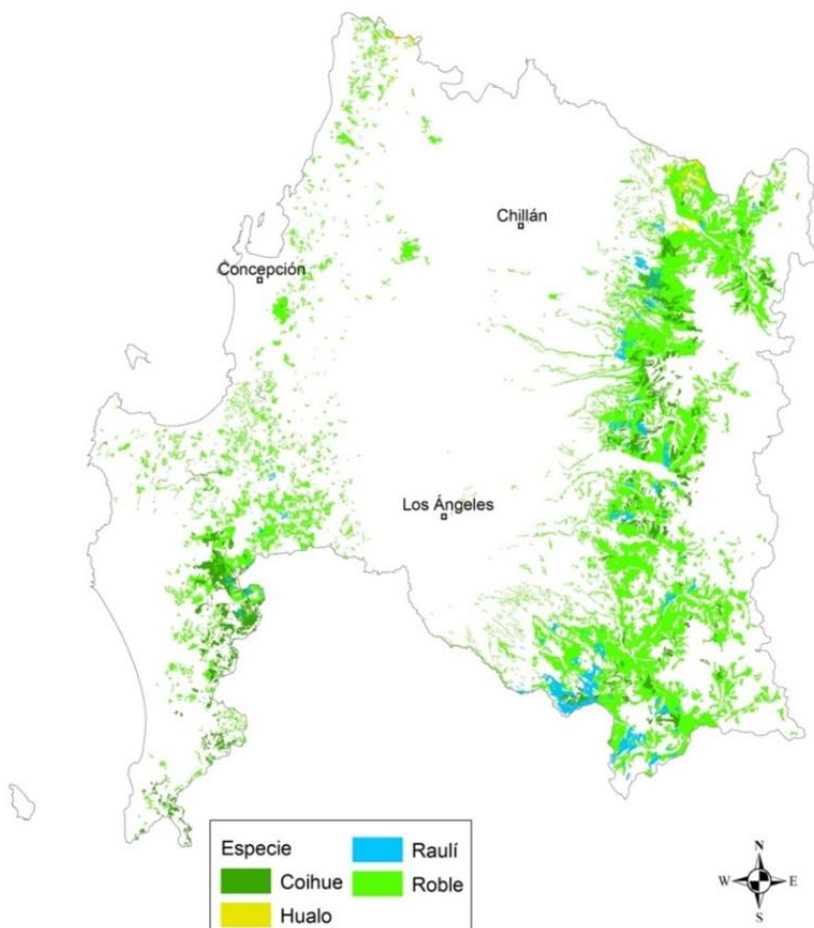
#### Mapas Vegetacionales para Bosques de *Nothofagus*

Mapa de la Región de Maule con Presencia de Masas Vegetacionales con Participación de Roble, Raulí, Coihue, Hualo y Ruil



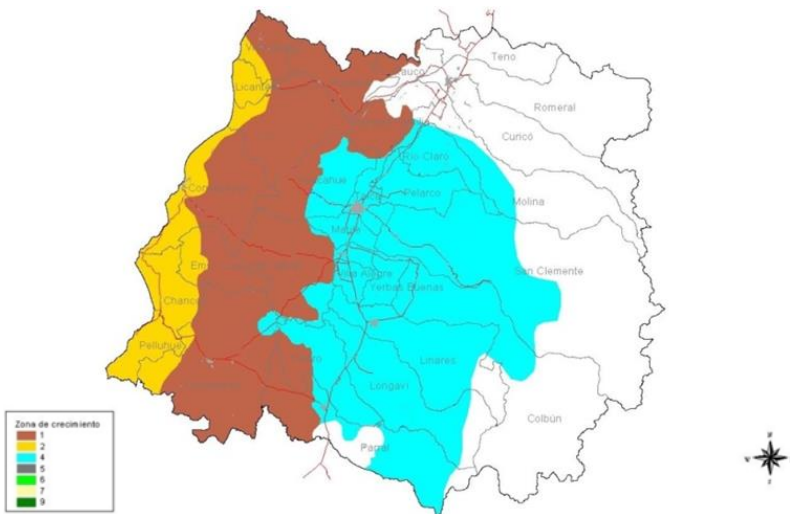


**Mapa de la Región de Bio Bio con Presencia de Masas Vegetacionales con Participación de Roble, Raulí, Coihue y Hualo**

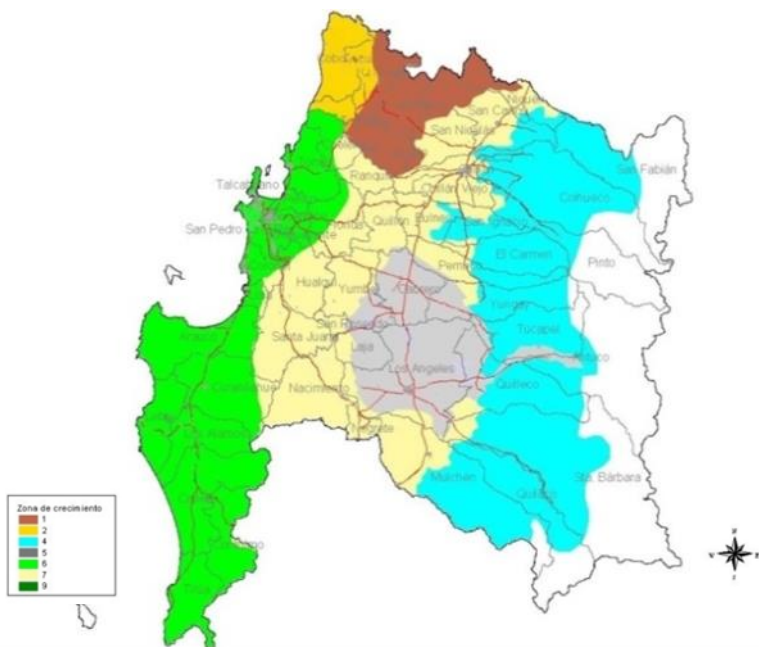


## Mapas Vegetacionales para Plantaciones de *Pinus radiata*

### Mapa con Zonas de Crecimiento de *Pinus radiata* para la Región de Maule



**Mapa con Zonas de crecimiento de *Pinus radiata* para la Región de Bio Bio**





Código	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
			Latitud			Longitud								
0354491	<i>Quilua lauro</i>	San José de Chilo	18 18 047576	VIII	Troncos	110	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0354492	<i>Amuzga maculata</i>	San José de Chilo	18 18 047576	VIII	Troncos	110	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0354493	<i>Trichostema pycnanthum</i>	San José de Chilo	18 18 047576	VIII	Troncos	110	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0354494	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0355081	<i>Amuzga maculata</i>	Puñared Nueva Esperanza	18 11 064630	VIII	Troncos	145	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0355082	<i>Cratogeomys luteo-olivaceum</i>	Puñared Nueva Esperanza	18 11 064630	VIII	Troncos	145	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0355083	<i>Quilua lauro</i>	Puñared Nueva Esperanza	18 11 064630	VIII	Troncos	145	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0355084	<i>Amuzga sp.</i>	Puñared Nueva Esperanza	18 11 064630	VIII	Troncos	145	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0355085	<i>Trichostema pycnanthum</i>	Puñared Nueva Esperanza	18 11 064630	VIII	Troncos	145	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	Puro	No existe	no	M
0355086	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0355087	<i>Chalchicomula piperata</i>	Cuyquilhue	18 11 064763	VIII	Av.illo brnco	109	Puro rodal	Mayo	2015	10	Puro	33	no	M
0355088	<i>Quilua lauro</i>	Cuyquilhue	18 11 064763	VIII	Av.illo brnco	109	Puro rodal	Mayo	2015	10	Puro	33	no	M
0355089	<i>Amuzga maculata</i>	Cuyquilhue	18 11 064763	VIII	Av.illo brnco	109	Puro rodal	Mayo	2015	10	Puro	33	no	M
0355090	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0357081	<i>Quilua lauro</i>	2 km Nacimiento	18 11 070251	VIII	Av.illo Lirno	90	Puro rodal	Mayo	2015	14 x 4	SO	44 x 32	SI y SO	M
0357082	<i>Amuzga maculata</i>	2 km Nacimiento	18 11 070251	VIII	Av.illo Lirno	90	Puro rodal	Mayo	2015	14 x 4	SO	44 x 32	SI y SO	M
0357083	<i>Amuzga sp.</i>	2 km Nacimiento	18 11 070251	VIII	Av.illo Lirno	90	Puro rodal	Mayo	2015	14 x 4	SO	44 x 32	SI y SO	M
0357084	<i>Trichostema laetevale</i>	2 km Nacimiento	18 11 070251	VIII	Av.illo Lirno	90	Puro rodal	Mayo	2015	14 x 4	SO	44 x 32	SI y SO	M
0357085	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0358081	<i>Chalchicomula piperata</i>	Limé Los Patos	18 11 064477	VIII	Av.illo	526	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	NI	No existe	SI	M
0358082	<i>Amuzga maculata</i>	Limé Los Patos	18 11 064477	VIII	Av.illo	526	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	NI	No existe	SI	M
0358083	<i>Trichostema pycnanthum</i>	Limé Los Patos	18 11 064477	VIII	Av.illo	526	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	NI	No existe	SI	M
0358084	<i>Quilua lauro</i>	Limé Los Patos	18 11 064477	VIII	Av.illo	526	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	NI	No existe	SI	M
0358085	<i>Amuzga sp.</i>	Limé Los Patos	18 11 064477	VIII	Av.illo	526	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	NI	No existe	SI	M
0358086	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0359081	<i>Amuzga maculata</i>	Limé Los Patos	18 11 064715	VIII	Av.illo brnco	324	Puro rodal	Mayo	2015	4	Puro	33	SI	M
0359082	<i>Quilua lauro</i>	Limé Los Patos	18 11 064715	VIII	Av.illo brnco	324	Puro rodal	Mayo	2015	4	Puro	33	SI	M
0359083	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0360081	<i>Quilua lauro</i>	Chico Los Patos	1811064839	VIII	Av.illo brn	317	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	SO	No existe	SI	M
0360082	<i>Amuzga maculata</i>	Chico Los Patos	1811064839	VIII	Av.illo brn	317	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	SO	No existe	SI	M
0360083	<i>Amuzga sp.</i>	Chico Los Patos	1811064839	VIII	Av.illo brn	317	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	SO	No existe	SI	M
0360084	<i>Trichostema pycnanthum</i>	Chico Los Patos	1811064839	VIII	Av.illo brn	317	Mito No. Pato	Mayo	2015	Mecha	SO	No existe	SI	M
0361081	<i>Quilua lauro</i>	Santa Juana	1811067930	VIII	Troncos	52	Puro rodal	Mayo	2015	11	S	4 x 5	SI	M
0361082	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0362081	<i>Adiantum sp.</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362082	<i>Quilua sp.</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362083	<i>Conium maculatum</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362084	<i>Lasianthus deltoideus</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362085	<i>Amuzga sp.</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362086	<i>Amuzga sp.</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362087	<i>Amuzga lauro</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362088	<i>Quilua lauro</i>	Cayumannesi	1811072242	VIII	Av.illo brnco	536	Mito No. Pato	Mayo	2015	Variable	Variable	Variable	NO	M
0362089	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas	Región	Suelo	Altitud (m.s.n.m.)	Especie asociada <td>Mes Colección</td> <td>Año</td> <td>Etapa del rodal (metros)</td> <td>Exposición</td> <td>Densidad (árboles/ha)</td> <td>Raleo o Manejo</td> <td>Tipo Hongo</td>	Mes Colección	Año	Etapa del rodal (metros)	Exposición	Densidad (árboles/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
0363081	<i>Adiantum sp.</i>	Natahuera	1811065906	VIII	Av.illo	929	Bouque Puro	Mayo	2015	Mecha	NO	Naturista	NO	M

### ANEXO 3

## Fotografías de Cepas Colectada en las Regiones de Maule y Bio Bio Especie Probable y Código

### Región del Maule



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF728001



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF728002



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF729001



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF730001



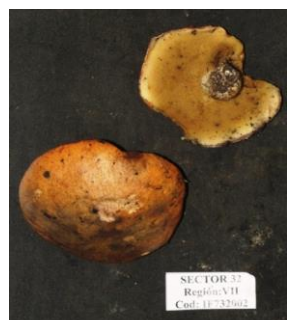
Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF731001



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF731002



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF732001



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF732002



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF732003



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF732004



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF732005



Especie Probable: *Gymnopillus spectabilis*  
Código: IF733001



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF733002



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF734001



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF734002



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF734003



Especie Probable: *Rhizopogon sp*  
Código: IF734004



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF735001



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF735002



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF735003



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF735004



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF736001



Especie Probable: *Amanita gemmata*  
Código: IF736002



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF736003



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF736004



Especie Probable: *Agaricus campestris*  
Código: IF736005



Especie Probable: *Boletus lloydii*  
Código: IF737001



## Región del Bio Bio



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF854001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF854002



Especie Probable: *Tricoloma pessundatum*  
Código: IF854003



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF855001



Especie Probable:  
Código: IF855002



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF855003



Especie Probable: *Ramaria sp*  
Código: IF855004



Especie Probable: *Chalciporus piperatus*  
Código: IF855005



Especie Probable: *Chalciporus piperatus*  
Código: IF856001



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF856002



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF856003



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF857001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF857002



Especie Probable: *Bovista* sp  
Código: IF857003



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF857004



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF858001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF858002



Especie Probable: *Tricholoma pessundatum* Código: IF858003



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF858004



Especie Probable: *Boletus loyita*  
Código: IF858005



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF859001



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF859002



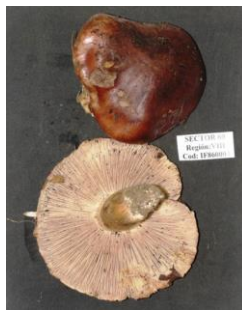
Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF860001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF860002



Especie Probable: *Agrocybe aegerite*  
Código: IF860003



Especie Probable: *Tricholoma pessundatum*  
Código: IF860004



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF861001



Especie Probable: *Boletus loyo*  
Código: IF862001



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF862002



Especie Probable: *Cortinarius lebre*  
Código: IF862003



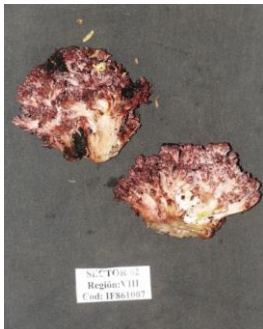
Especie Probable: *Lactarius deliciosus*  
Código: IF862004



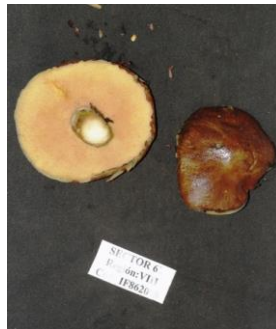
Especie Probable: *Ramaria flava*  
Código: IF862005



Especie Probable: *Ramaria sp*  
Código: IF862006



Especie Probable: *Ramaria botrytis*  
Código: IF862007



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF862008



Especie Probable: *Boletus loyo*  
Código: IF863001



Especie Probable: *Boletus lloyi*  
Código: IF864001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF865001



Especie Probable: *Russula sardonica*  
Código: IF865002



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF865003



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF866001



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF866002



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF867001



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF867002



Especie Probable: *Hebeloma crustuliniforme*  
Código: IF867003



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF868001



Especie Probable: *Amanita muscaria*  
Código: IF868002



Especie Probable: *Suillus bellini*  
Código: IF868003



Especie Probable: *Agrocybe aegerita*  
Código: IF869001



Especie Probable: *Morchella esculenta*  
Código: IF870001



Especie Probable: *Morchella elata*  
Código: IF870002



Especie Probable: *Morchella conica*  
Código: IF870003



Especie Probable: *Gyromitra esculenta*  
Código: IF870004



Especie Probable: *Cyttaria berteroi*  
Código: IF870005



Especie Probable: *Rhizopogon roseolus*  
Código: IF871001



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF871002



Especie Probable: *Amanita gemmata*  
Código: IF871003



Especie Probable: *Suillus granulatus*  
Código: IF872001



Especie Probable: *Amanita gemmata*  
Código: IF872002



Especie Probable: *Morchella elata*  
Código: IF873001



Especie Probable: *Amanita gemmata*  
Código: IF873002



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF873003



Especie Probable: *Suillus luteus*  
Código: IF874001



Especie Probable: *Rhizopogon luteolus*  
Código: IF874002



Especie Probable: *Coprinus comatus*  
Código: IF875001



Especie Probable: *Morchella esculenta*  
Código: IF875002



Especie Probable: *Morchella conica*  
Código: IF876001



Especie Probable: *Coprinus comatus*  
Código: IF877001



Especie Probable: *Morchella esculenta*  
Código: IF877002



**ANEXO 4**  
**Formulario de Medición del Crecimiento Radial**

**INSTITUTO FORESTAL**

Hoja N°: \_\_\_\_\_

CÓDIGO CEPA	MEDIO DE CULTIVO	Disco Petri 1				Disco Petri 2				Disco Petri 3			
		Crec. Radial 1	Crec. Radial 2	Crec. Radial 3	Crec. Radial 4	Crec. Radial 1	Crec. Radial 2	Crec. Radial 3	Crec. Radial 4	Crec. Radial 1	Crec. Radial 2	Crec. Radial 3	Crec. Radial 4
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												
	PDA												
	MMN												
	BAF												

Nota: PDA : Potato Dextrosa Agar  
 MMN: Medio Melin - Norkrans  
 BAF: Biotina Aneurina Ácido Fólico



# CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRATA HERBÁCEA EN PRADERAS Y BOSQUES DE ÑIRRE (*Nothofagus antarctica*) EN LA PATAGONIA SUR DE CHILE

Alonso, Máximo<sup>2</sup>; Balocchi, Oscar<sup>3</sup> y Schmidt, Andreas<sup>4</sup>

## RESUMEN

Los bosques de *Nothofagus antarctica* de la Patagonia Sur de Chile son muy valorados tanto por su rol ecológico como por su uso ganadero, el cual se remonta a la colonización de la región. A pesar de lo anterior, no existe suficiente información sobre las características productivas de la estrata herbácea asociada a ellos, lo que dificulta su manejo silvopastoril. Así, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de distintos niveles de cobertura arbórea sobre las características de la estrata herbácea asociada a los bosques de *N. antarctica* (ñirre) en la región de Magallanes.

Se establecieron 4 ensayos a lo largo de un transecto de 100 km en la Patagonia Sur Chilena. En cada ensayo se identificaron sectores (condiciones) de pradera y bosques con diferentes niveles de cobertura. Las precipitaciones en los ensayos fluctúan entre los 398 y 486 mm al año. La temperatura mínima de 0 °C se produce en Julio y la máxima de 11 °C en Enero. Los suelos corresponden a materiales fluvio-glacio-volcánicos desarrollados en un relieve plano a ligeramente inclinado de 30 a 60 cm de profundidad. Los bosques de *N. antarctica* se encuentran en distintas fases de desarrollo, con alturas dominantes entre 5 y 14 m. En cada ensayo y condición se establecieron en forma aleatoria múltiples cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. En los sectores sometidos a pastoreo en forma regular se establecieron jaulas metálicas de 1 m<sup>2</sup> a manera de exclusiones. Se determinó la composición botánica y el rendimiento de materia seca (MS) en cada cuadrante y jaula de exclusión.

Los resultados obtenidos indican un rendimiento de la estrata herbácea equivalente a 1.834, 1.842 y 1.131 kg MS por hectárea para praderas, bosques abiertos y semidensos, respectivamente, no habiendo diferencias significativas en la producción de MS entre praderas y bosques abiertos. Sin embargo, la condición de bosque abierto presentó el mayor porcentaje de especies de alto valor forrajero, como *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus*. La pradera en cambio, presentó mayor porcentaje de *Agrostis capillaris* y de malezas de importancia agronómica. Se concluye que bosques de *N. antarctica* con coberturas arbóreas <50% presentan un gran potencial de uso silvopastoril, dado por el rendimiento y calidad de la pradera asociada a ellos.

Palabras clave: Composición botánica, Estrata herbácea, Patagonia

## SUMMARY

*Nothofagus antarctica* forests in the Southern Chilean Patagonia are valuable resources by their ecological role and the cattle grazing use, which goes back to the colonization of the region. However, there is not enough information about the productive characteristics of the understory associated to them, which makes difficult their silvopastoral management. Thus, the objective of this work was to study the effect of different tree cover levels on the characteristics of the understory associated to *N. antarctica* (Ñirre) forests in the Magallanes Region.

---

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. maximo.alonso@uach.cl

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile

<sup>4</sup> Ingeniero Forestal, Dr. BIO\* Consultores. Valdivia, Chile

Four trials were established along a 100 km transect in the Southern Chilean Patagonia. At each trial open grasslands and forests with different tree cover levels sectors (conditions) were identified. Precipitation at the trials fluctuated between 398 and 486 mm per year. The minimum temperature of 0 °C was obtained on July and the maximum temperature of 11 °C was registered on January. Soils corresponded to fluvio-glacio-volcanic materials developed in a plain to lightly inclined profile of 30 to 60 cm depth. *N. antarctica* forests were in different stages of development, with dominant tree heights from 5 to 14 m. At each trial and condition multiple 1 m<sup>2</sup> quadrats were randomly established. In regularly grazed sectors 1 m<sup>2</sup> metallic cages were established. Botanical composition and dry matter (DM) yield at each quadrat and cage were determined.

Results showed an understory yield equivalent to 1.834, 1.842 y 1.131 kg DM by hectare in grasslands, open forests and semidense forests of *N. antarctica*, respectively. Differences in DM yield between grasslands and open forests were not significant. However, the understory in open forests showed a higher percentage of high grazing value species like *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* and *Holcus lanatus*. Instead, open grasslands presented a higher percentage of *Agrostis capillaris* and weeds of agronomic relevance. It is concluded that *N. antarctica* forests with tree covers <50% have a high potential for silvopastoral use, based on yield and quality of the understory associated to them.

Keywords: Botanical composition, Patagonia, Understory

## INTRODUCCIÓN

Los bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. de la Patagonia Sur de Chile son muy valorados, tanto por su rol ecológico como por su uso ganadero, el cual se remonta a la colonización de la región. Estos bosques corresponden a ecosistemas xerofíticos con precipitaciones anuales entre 300 y 500 mm. Se desarrollan en una amplia gama de condiciones edafoclimáticas, desde suelos con problemas de drenaje a bajas y altas altitudes, sitios expuestos con sustratos inestables, depresiones frías, suelos secos y delgados, hasta las zonas de contacto con la estepa patagónica (Veblen *et al.*, 1996).

En la región de Magallanes los bosques de *N. antártica* (ñirre) comprenden una superficie superior a las 220.000 ha y gran parte de ellos se encuentran en zonas de contacto con praderas, en terrenos ubicados a menos de 400 m de altitud y con pendientes menores al 30%, lo que los hace accesibles para pastoreo gran parte del año (MINAGRI, 2012; SAG, 2003; 2004a y 2004b).

Experiencias de manejo silvopastoril a nivel internacional (Bahamonde *et al.*, 2012; Barnes *et al.*, 2011; Benavides *et al.*, 2009; Peri, 2005; Peri, 2008; Peri, 2009) han demostrado que la presencia de una estrata arbórea produce un fuerte aumento en la disponibilidad de forraje, prolonga la curva de crecimiento de la pradera asociada a esta e influye favorablemente en el comportamiento animal, no solo por la mayor disponibilidad de alimento, sino también por las mejores condiciones ambientales que le permiten a los animales ahorrar energía, que de otro modo utilizarían en termorregulación, para destinarla a producción.

Ensayos de manejo silvopastoril realizados en bosques de ñirre de las provincias de Magallanes y de Última Esperanza (Schmidt, 2008; Schmidt *et al.*, 2013; Schmidt y Alonso, 2016), confirman el valor de estos bosques y las ventajas de su manejo con criterios silvopastoriles.

A pesar de ello, no existe suficiente información sobre las características productivas de la estrata herbácea asociada a estos bosques, lo que dificulta su manejo silvopastoril y pone en riesgo su regeneración. Así, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de distintos niveles de cobertura arbórea sobre las características de la estrata herbácea asociada a bosques de *N. antarctica* (ñirre) en la Región de Magallanes.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se establecieron 4 ensayos a lo largo de un transecto de aproximadamente 100 km de longitud en la Patagonia Sur Chilena (Figura N° 1).

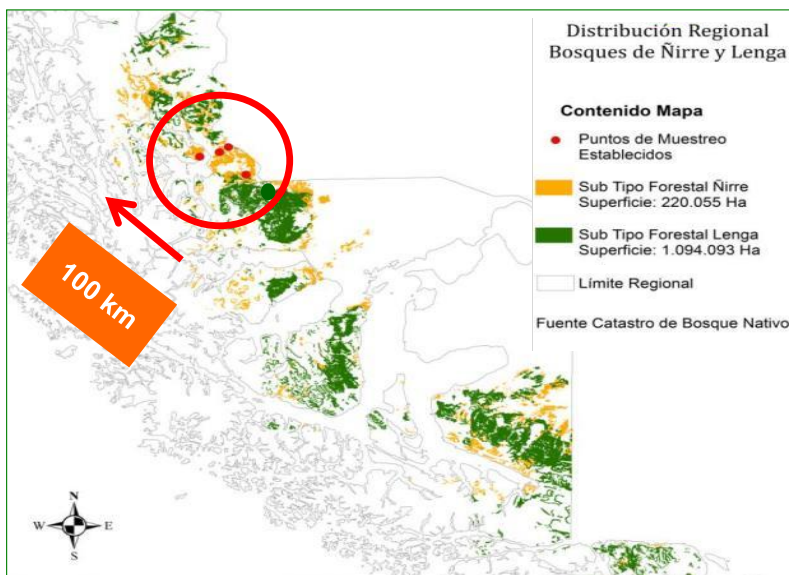


Figura N° 1  
UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE SILVOPASTOREO EN MAGALLANES

Los bosques de *N. antarctica* se encuentran en distintas fases de desarrollo, con alturas dominantes entre los 5 y 14 m (Figura N° 2). La temperatura mínima de 0 °C se produce en julio y la máxima de 11 °C en enero.

**Tranquilo:** Corresponde a un bosque puro de ñirre históricamente sometido a pastoreo por bovinos, con una altura de árboles dominantes de 13 m. De acuerdo a la información climática disponible en la base de datos de WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), las precipitaciones en el sector donde se ubica el ensayo bordean los 431 mm anuales.

**El Palenque:** Corresponde a un sector con bosques puros de ñirre, con una altura de árboles dominantes de 8 m. Gran parte de los bosques en esta área fueron quemados durante la primera mitad del siglo XX para habilitar praderas para la ganadería. Actualmente, el sitio del ensayo es sometido a pastoreo por ganado bovino y guanacos. De acuerdo a la información climática disponible en WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), las precipitaciones en el sector bajo estudio alcanzan los 416 mm anuales.

**Los Cerritos:** Corresponde a un sector con bosques puros de ñirre, con una altura de los árboles dominantes de 5 m. En el pasado, este predio ha sido sometido a pastoreo ovino y bovino. En la actualidad se pastorea con ganado bovino. En el predio se han realizado distintos manejos históricos, por lo que es posible encontrar renovales en estado de latizal, sectores de bosque abierto con coberturas arbóreas menores a 30%, praderas arboladas y sectores con fajas. De acuerdo a la información climática disponible en WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), las precipitaciones en el sector donde se ubica el ensayo alcanzan los 398 mm anuales.

**Península Antonio Varas:** Corresponde a un renoval denso de fiirre, con una altura de los árboles dominantes de 14 m y una abundante estrata arbustiva que se originó a partir de incendios en la primera mitad del siglo XX. En el año 2005 se establecieron cuatro tratamientos de 1 ha: Un testigo, una tala rasa, fajas alternas de ancho variable y un raleo en el que se eliminó el 40% del área basal, bajando de 1.830 a 560 árboles por hectárea y dejando un 40% de cobertura arbórea. Desde su establecimiento el año 2005, la superficie de este ensayo no ha sido sometida a pastoreo. De acuerdo a la información climática disponible en WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), las precipitaciones en el sector del ensayo bordean los 486 mm anuales.



Tranquilo  
13 m, 431 mm/año



El Palenque  
8 m, 416 mm/año



Los Cerritos  
5 m, 398 mm/año



Península Antonio Varas  
14 m, 486 mm/año

**Figura N° 2**  
**ENSAYOS DE SILVOPASTOREO EN MAGALLANES**

Los suelos de los sitios de muestreo se desarrollan en un relieve plano a ligeramente inclinado y han evolucionado a partir de materiales fluvio-glacio-volcánicos. En general, estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje imperfecto provocado por un abrupto cambio textural o bien por la presencia de capas compactadas entre los 40 y 60 cm de profundidad. El subsuelo (Horizontes C), generalmente compacto, está constituido por till glaciar. Figuras redoximórficas características de drenajes impedidos son frecuentes de observar en los horizontes sub-superficiales C. Esto último, es más notorio en las localidades de mayor precipitación (Schmidt, 2008).

Los perfiles de suelos en los sitios de muestreo son similares en cuanto a los horizontes y sus espesores promedio. En los distintos sitios de muestreo los horizontes A y Ap son poco profundos, variando entre los 5 y 8 cm de espesor. Los horizontes sub-superficiales AB o B son poco evolucionados (Bw), presentan espesores entre 20 y 35 cm, y generalmente constituyen el límite para el desarrollo radicular de la vegetación arbórea. Las texturas en general varían desde franco a franco-arenosas, aumentando en el caso de Antonio Varas el contenido de arcillas en profundidad (Horizonte C). Este tipo de texturas hace inferir que los suelos presentan una buena permeabilidad (Schmidt, 2008).

Los suelos son fuertemente a moderadamente ácidos presentando valores de pH (H<sub>2</sub>O 1:1) entre 4,6 y 6,1. El contenido de materia orgánica del suelo sigue una tendencia normal con una marcada disminución en profundidad en todas las situaciones y coberturas analizadas. Diferencias entre los sitios de estudio son perceptibles al comparar condiciones más áridas, como Palenque y Cerritos, con las de mayor precipitación efectiva, como Tranquilo y Antonio Varas (Schmidt, 2008).

Los sectores de Antonio Varas y Tranquilo presentan los mayores contenidos de NPK aprovechables, preferentemente en los primeros 10 cm de suelo y con tendencias a una disminución en profundidad. Las coberturas medias y bajas tienden a presentar mayores concentraciones de NPK aprovechables. El N aprovechable sigue una tendencia en función de los contenidos de materia orgánica. El N aprovechable en los ensayos corresponde a un nivel medio (25-50 ppm). En términos de P aprovechable, este tiende a presentarse mayoritariamente en niveles bajos (7-15 ppm) a muy bajos (<7 ppm). Solo en los primeros 10 cm del suelo en Tranquilo, el P aprovechable está en cantidades adecuadas para el óptimo crecimiento de la vegetación. El K aprovechable no es un elemento limitante, encontrándose en general niveles altos (>50 ppm) de este elemento (Schmidt, 2008).

En cada ensayo se identificaron sectores (condiciones) de pradera y bosques con diferentes niveles de cobertura. Cada sector de muestreo se caracterizó en términos de la cobertura de copas y la radiación global disponible bajo el dosel arbóreo (Figura N° 3). La cobertura arbórea y la radiación disponible bajo el dosel arbóreo se determinaron mediante el uso de fotografías hemisféricas.



**Figura N° 3**  
**FOTOGRAFÍAS HEMISFÉRICAS EN RALEO DE ANTONIO VARAS (IZQUIERDA) Y FAJAS EN LOS CERRITOS (DERECHA)**

Las fotografías se tomaron en forma sistemática a intervalos de 30 m en transectos paralelos separados 20 m unos de otros. Las fotografías se tomaron a 1,2 m de altura, en condiciones de cielo cubierto siguiendo los protocolos del fabricante del equipo CoolPix 5400, Nikon®, Japan (*Delta-T Devices Ltd., United Kingdom*). Posteriormente, las fotografías fueron procesadas mediante el software Hemiview® 2.1 (*Delta-T Devices Ltd., United Kingdom*).

La cobertura arbórea corresponde a la superficie de dosel proyectada verticalmente por unidad de superficie del suelo. El cielo visible corresponde a la proporción de cielo visible en un determinado sector del cielo relativo a su contribución al hemisferio celeste completo. La radiación global corresponde a la suma de la fracción de radiación difusa e indirecta que llega a cada sitio respecto a la que llegaría a un sitio equivalente a cielo abierto, teniendo en cuenta la latitud del sitio (Valladares y Guzmán, 2006). Los niveles de cobertura arbórea para praderas, bosques abiertos y

semidensos fueron de 0-25, 26-50 y 51-75%, respectivamente.

En cada ensayo y condición se establecieron en forma aleatoria múltiples cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>. En los sectores sometidos a pastoreo en forma regular se establecieron jaulas metálicas de 1 m<sup>2</sup> a manera de exclusiones. Se determinó el porcentaje de suelo desnudo, mantillo o material en descomposición, riqueza de especies, composición botánica y rendimiento de materia seca (MS) de cada cuadrante y jaula de exclusión.

Los resultados fueron sometidos a un ANDEVA y la prueba de comparación de medias de Tukey utilizando JMP® versión 11.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de suelo desnudo, mantillo o material en descomposición y cobertura de las distintas especies herbáceas asociadas a los bosques se muestra en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**  
**PORCENTAJE DE SUELO DESNUDO, MANTILLO Y COBERTURA HERBÁCEA EN PRADERAS Y BOSQUES ABIERTOS Y SEMIDENSOS DE *N. antarctica* EN MAGALLANES**

Tipo	Bosque Semidenso		Bosque Abierto		Pradera	
	(%)	EE	(%)	EE	(%)	EE
Suelo desnudo	1,56 a	0,8	0,00 b	0,0	0,00 b	0,0
Mantillo	10,63 a	1,3	13,92 a	3,8	6,76 a	1,0
Cobertura herbácea*	87,81 a	-	86,08 a	-	93,24 a	-

\* 100% - (% suelo desnudo + % mantillo). EE: Error Estándar.

Diferentes letras indican diferencias significativas en la prueba de Tukey (P<0.05)

De las tres condiciones de cobertura arbórea estudiadas, la pradera resultó ser aquella con mayor riqueza, con un total de 30 de especies herbáceas. En la estrata herbácea del bosque abierto y del bosque semidenso se encontraron un total de 24 y 23 especies, respectivamente (Cuadro N° 2).

Respecto de la composición botánica de la estrata herbácea, la condición de bosque abierto presentó un mayor porcentaje de especies de alto valor forrajero como *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus*, comparada con la pradera y el bosque semidenso.

Por el contrario, la pradera presentó mayor porcentaje de *Agrostis capillaris*, una gramínea de bajo valor forrajero, y de malezas de importancia agronómica como *Hieracium pliosella* y *Rumex acetosella*.

Por su parte, el bosque semidenso presenta una elevada cobertura de *Trifolium repens*, *Blechnum penna-marina* y *Festuca rubra*.

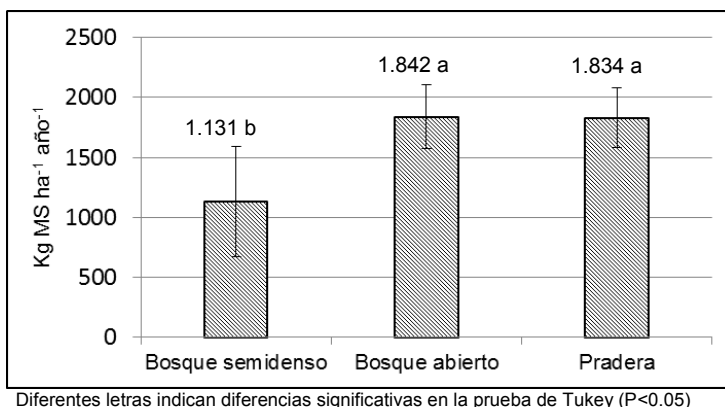
En términos de productividad, los resultados obtenidos indican un rendimiento de la estrata herbácea equivalente a 1.834, 1.842 y 1.131 kg/ha de MS para praderas, bosques abiertos y semidensos de *N. antarctica* respectivamente, no habiendo diferencias significativas en la producción de MS entre praderas y bosques abiertos (Figura N° 4).



**Cuadro N° 2**  
**PORCENTAJE DE COBERTURA DE ESPECIES HERBÁCEAS PRESENTES EN PRADERAS Y BOSQUES**  
**ABIERTOS Y SEMIDENSOS DE *N. antarctica* EN MAGALLANES**

Tipo	Bosque Semidenso		Bosque Abierto		Pradera	
	(%)	EE	(%)	EE	(%)	EE
<i>Acaena magellanica</i>	2,31	0,74	2,85	1,17	1,67	0,72
<i>Acaena pinnatifida</i>	1,25	1,25	0,62	0,54	0,24	0,24
<i>Achillea millefolium</i>	0,31	0,31	0,38	0,38	2,43	0,84
<i>Adenocaulon chilense</i>	1,25	0,72	1,46	0,98	0,10	0,10
<i>Agrostis capillaris</i>	2,81	2,50	8,12	2,86	28,48	4,50
<i>Agrostis magellanica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,57	2,70
<i>Anemone decapetala</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Baccharis magellanica</i>	3,44	2,36	0,00	0,00	2,00	1,28
<i>Berberis buxifolia</i>	0,75	0,63	0,65	0,43	0,29	0,16
<i>Berberis microphylla</i>	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Blechnum penna marina</i>	15,31	4,09	11,35	3,75	0,14	0,10
<i>Bromus coloratus</i>	0,00	0,00	0,19	0,19	0,95	0,95
<i>Carex gayana</i>	0,94	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Carex macloviana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
<i>Cerastium arvense</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,60
<i>Dactylis glomerata</i>	0,00	0,00	2,12	1,47	0,71	0,52
<i>Empetrum rubrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,24
<i>Escallonia rubra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,71
<i>Festuca magellanica</i>	2,06	2,06	3,19	2,15	3,10	1,84
<i>Festuca rubra</i>	11,88	4,30	4,62	1,71	6,67	2,54
<i>Gaultheria mucronata</i>	5,63	4,08	7,35	2,80	0,48	0,48
<i>Gentianella magellanica</i>	0,00	0,00	0,12	0,12	0,24	0,24
<i>Gunnera magellanica</i>	0,31	0,31	3,00	2,04	0,00	0,00
<i>Hieracium patagonicum</i>	0,31	0,31	3,54	1,40	8,71	1,88
<i>Hieracium pilosella</i>	6,56	3,78	0,19	0,19	7,86	3,57
<i>Holcus lanatus</i>	2,50	1,65	6,92	2,84	2,62	1,88
<i>Hypochaeris radicata</i>	0,00	0,00	0,69	0,58	0,00	0,00
<i>Luzula alopecurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,24
<i>Musgo spp.</i>	0,00	0,00	0,19	0,19	0,00	0,00
<i>Nothofagus antarctica</i>	0,94	0,94	0,15	0,11	0,00	0,00
<i>Osmorhiza chilensis</i>	5,69	3,75	0,46	0,39	0,00	0,00
<i>Phleum commutatum</i>	0,06	0,06	0,00	0,00	1,05	0,74
<i>Poa pratensis</i>	0,00	0,00	3,62	1,70	2,52	1,37
<i>Rumex acetosella</i>	0,50	0,50	0,00	0,00	0,90	0,40
<i>Senecio patagonicus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,56
<i>Taraxacum officinale</i>	5,31	1,67	4,08	1,63	2,24	0,81
<i>Trifolium repens</i>	17,56	4,72	20,23	5,05	9,81	2,79
<i>Trifolium spadiceum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	0,70

EE: Error Estándar



**Figura N° 4**  
**RENDIMIENTO DE MS DE LA ESTRATA HERBÁCEA EN PRADERAS, BOSQUES ABIERTOS Y SEMIDENSOS DE *N. antarctica* EN MAGALLANES**

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con aquellos de trabajos realizados en la Patagonia Argentina (Bahamonde *et al.*, 2012; Barnes *et al.*, 2011; Benavides *et al.*, 2009; Peri, 2005; Peri, 2008; Peri, 2009), los cuales han demostrado que la presencia de una estrata arbórea favorece a la estrata herbácea asociada a ella, confirmando la ventaja del manejo de estos bosques con criterios silvopastoriles.

## CONCLUSIONES

Doseles arbóreos con coberturas <50% permiten el desarrollo de una estrata herbácea con rendimientos similares a los obtenidos en praderas más expuestas, bordeando las 2 t/ha/año de MS. Sin embargo, la composición botánica de la estrata herbácea en bosques y praderas difiere, aumentando el porcentaje de especies de mayor valor forrajero, como *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus*, bajo la protección del dosel arbóreo.

Considerando el rendimiento y composición botánica de la estrata herbácea, los bosques de *N. antarctica* con coberturas arbóreas <50% (bosques abiertos), presentan un gran potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en la región de Magallanes.

## RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo es parte del proyecto 029/2013 del Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) de CONAF.

## REFERENCIAS

Bahamonde, H.; Peri, L.; Álvarez, A. y Barnei, A., 2012. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia. *Ecología Austral* 22:62-73.

Barnes, P.; Wilson, B. R.; Trotter, M. G.; Lamb, D. W.; Reid, N.; Koen, T. and Bayerlein, L., 2011. The patterns of grazed pasture associated with scattered trees across an Australian temperate landscape: An investigation of pasture quantity and quality. *Rangeland Journal* 33, 121-130.

- Benavides, R.; Douglas, G. and Osoro, K., 2009.** Silvopastoralism in New Zealand: Review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. *Agroforestry Systems* 76, 327-350
- CONAF, 2008.** Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales de Chile.
- MINAGRI, 2012.** Estrategia para la competitividad del sector agroalimentario y forestal. Región de Magallanes y la Antártica Chilena 2012 - 2020.
- Peri, P., 2005.** Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. IDIA XXI Forestal.
- Peri, P., 2008.** Respuesta de ovinos a pastizales creciendo en diferentes cobertura de copas en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur, Argentina. *Zootecnia Tropical* 26, 363-366.
- Peri, P., 2009.** Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica*-Método Ñirantal Sur, 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. INTA, Posadas, Misiones, Argentina, pp. 335-342.
- SAG, 2003.** El pastizal de Tierra del Fuego. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Punta Arenas, Chile. 120 p.
- SAG, 2004a.** El pastizal de Magallanes. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Punta Arenas, Chile. 132 p.
- SAG, 2004b.** El pastizal de Última Esperanza y Navarino. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Punta Arenas, Chile. 132 p.
- Schmidt, H., 2008.** Mejoramiento de la productividad ganadera a través del manejo silvopastoril de los bosques de ñire en la XII Región. Informe Final Proyecto FIA Código FIA-PI-C-2004-1-F-054. Santiago, Chile. 54 p.
- Schmidt, H.; Schmidt, A. y Alonso, M., 2013.** Investigación, Mejoramiento, Productividad y Silvopastoreo en la XII Región. Informe Final, Programa FONDEMA Código BIP 30077120-0. Santiago, Chile. 211 p.
- Schmidt, A. y Alonso, M., 2016.** Manejo silvopastoril de los bosques de ñire en la XII Región de Magallanes. Informe Final, Proyecto Fondo de Investigación en Bosque Nativo CONAF Código 029/2013. Santiago, Chile. 70 p.
- Valladares, F. and Guzmán, B., 2006.** Canopy structure and spatial heterogeneity of understory light in an abandoned Holm Oak woodland. *Annals of Forest Science* 63: 749-761.
- Veblen, T. T.; Hill, R. S. and Read, J., 1996.** The Ecology and Biogeography of *Nothofagus* Forests. Yale University Press. New Haven and London. 403 p.



## RESUMEN

La región oeste de Patagonia Argentina posee una extensa faja de bosque nativo dominado por *Nothofagus* spp., que alberga numerosas especies de hongos, algunas de ellas comestibles aunque muy poco conocidas. Hacia el este, en la zona de ecotono bosque-estepa patagónica, se han establecido plantaciones de coníferas exóticas donde también fructifican especies de hongos comestibles. El objetivo de este trabajo es presentar las especies de hongos comestibles de estos dos ambientes en Patagonia, y los avances realizados en su estudio.

En el bosque nativo, las especies comestibles detectadas y estudiadas son *Grifola gargal*, *Fistulina antarctica*, *Fistulina endoxantha*, *Aleurodiscus vitellinus*, *Cortinarius xiphidipus*, *Cortinarius magellanicus*, *Ramaria patagonica*, *Hydropus dusenii*, *Macrolepiota procera*, *Lepista nuda*, *Lycoperdon* sp., *Cyttaria hariotti* y *Morchella* spp. Con estas especies se ha trabajado en la caracterización morfológica y de las propiedades organolépticas, la evaluación de diferentes métodos de conservación de las fructificaciones, la descripción de la fenología y las variables ambientales asociadas a su fructificación, la evaluación de características de vigor de cultivos de las especies cultivables, la evaluación de la composición nutricional, química y propiedades antioxidantes y el análisis etnomicológico de las especies con los pobladores criollos y/o provenientes de pueblos originarios de Patagonia.

En plantaciones de coníferas las especies detectadas son *Suillus luteus*, *Suillus lakei*, *Rhizopogon roseolus*, *Tuber borchii* (en vivero) y *Lactarius deliciosus*. Se ha trabajado principalmente con *S. luteus*, haciendo estudios de productividad por hectárea, análisis de las variables macro y microambientales asociadas a la fructificación, evaluación de la incorporación de técnicas de manejo para incrementar la productividad, análisis de la producción potencial de la especie en las forestaciones, análisis económico del aprovechamiento y estudios sobre la genética poblacional de *Suillus luteus* y variación filogeográfica de *Rhizopogon* Subgénero *Roseoli*.

La información generada es importante para establecer pautas de cosecha de las especies en función de su disponibilidad, asegurando su uso sustentable. Se ha trabajado conjuntamente la divulgación y transferencia de los resultados hacia los cosecheros y hacia el sector gastronómico como demandantes. El aprovechamiento exitoso de estos recursos no madereros dependerá en gran medida de generar una estrategia para fomentar usos novedosos de las especies a nivel medicinal (productos nutraceuticos), en micogastronomía y micoturismo.

Palabras clave: Hongos silvestres comestibles, Patagonia.

## SUMMARY

The western region of Patagonia (Argentina) has a wide strip of native forest dominated by *Nothofagus* spp., home to numerous species of fungi, some of them edible but very little known. To the east, in the forest-steppe ecotone area, plantations with exotic conifers have been established, which also offer fruitings of edible mushroom species. The aim of this paper is to present the species of edible fungi of these two environments in Patagonia, and progress in their study.

In the native forest, edible species detected and studied are *Grifola gargal*, *Fistulina antarctica*, *Fistulina endoxantha*, *Aleurodiscus vitellinus*, *Cortinarius xiphidipus*, *Cortinarius*

*magellanicus*, *Ramaria patagonica*, *Hydropus dusenii*, *Macrolepiota procera*, *Lepista nuda*, *Lycoperdon* sp., *Cyttaria hariotti* and *Morchella* spp. Work done with these species included the characterization of their morphological and organoleptic properties, the evaluation of different conservation methods of their fruiting bodies, the description of the phenology and environmental variables associated with their fructification, the evaluation of culture vigor characteristics of cultivable species, the assessment of the nutritional composition, chemical and antioxidant properties and the etnomicological analysis of the species with the creole and native people from Patagonia.

In conifer plantations, the edible species *Suillus luteus*, *Suillus lakei*, *Rhizopogon roseolus*, *Tuber borchii* (nursery) and *Lactarius deliciosus* have been detected. Studies have mainly dealt with *S. luteus*, evaluating its productivity per hectare, analyzing the macro and microenvironmental variables associated with its fruiting, assessing management techniques to increase productivity, analyzing the potential fruiting production of afforestations and the economic analysis of its exploitation, and studying the population genetics of *S. luteus* and the phylogeographic variation of *Rhizopogon* Subgenus *Roseoli*.

The generated information is important to establish harvesting patterns for the species, depending on their availability, ensuring their sustainable use. The dissemination and transfer of these results to the mushroom pickers and to the gastronomic sector as buyers have been jointly worked. The successful use of these non-wood resources will depend to a great extent on generating a strategy to promote novel uses of medicinal species (nutraceutical products), micogastronomy and mycotourism.

Key words: Edible wild fungi species, Patagonia.

## INTRODUCCIÓN

La región oeste de Patagonia (Argentina) posee una extensa faja de bosque templado, que se inicia en el Norte de la Provincia de Neuquén, a los 36° 25' de Latitud Sur, prolongándose 2088,7 km hasta la Provincia de Tierra del Fuego, a los 54° 53'. Tiene un ancho máximo de 107,56 km en el sector continental, y de 225,9 km en Tierra del Fuego, cubriendo un área total de 3.350.786 ha (SAyDS, 2007).

Existen bosques puros o mixtos, y las especies arbóreas predominantes pertenecen al género *Nothofagus*; coihue (*N. dombeyi* (Mirb.) Oerst.), ñire (*N. antarctica* (G.Forst.) Oerst.), lenga (*N. pumilio* (Poep. & Endl.) Krasser), raulí (*N. alpina* (Poep. & Endl.) Oerst., roble pellín (*N. obliqua* (Mirb.) Oerst.) y guindo (*N. betuloides* (Mirb.) Oerst.), junto con las coníferas *Austrocedrus chilensis* (D.Don) Pic.Serm. y Bizzarri y *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch. Estos ambientes albergan una gran diversidad de hongos que son particulares y endémicos en algunos casos, entre ellos varias especies con buena aptitud comestible, aunque muy poco conocidas.

Hacia el este, la zona de ecotono bosque-estepa patagónica, que comprende una estrecha faja (80 km de ancho y unos 1.500 km de largo), contiene la mayoría de los sitios propicios para realizar forestaciones en la región. Allí se han establecido plantaciones de coníferas exóticas donde también fructifican especies de hongos comestibles. Pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws.) es la especie más plantada y más distribuida.

Las plantaciones se iniciaron alrededor de 60 años atrás y existen actualmente 80.000 ha forestadas aproximadamente (CFI-FUNDAEP, 2009). La zona forestable con esta especie posee un régimen de precipitación mediterráneo, determinando que la mayoría de los sitios de plantación se encuentren en zonas expuestas a severo estrés hídrico (CFI-FUNDAEP, 2009).

Pino oregon (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) es la segunda especie más plantada, distribuida a lo largo del piedemonte de Patagonia andina, entre los 40° y los 43° LS y 71°

a 71° 40' LO, con precipitaciones anuales desde los 600 mm en el sur hasta los 900 mm en el norte. La superficie actual de plantada con esta especie es alrededor de 5.000 ha (Davel, 1998).

Junto a la instalación de forestaciones con coníferas exóticas comenzaron a aparecer también, en los meses del otoño y algunas primaveras lluviosas, especies de hongos silvestres comestibles asociados a los árboles, de las cuales *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray, conocido en la región como "hongo de pino", es el más cosechado. Con la proliferación de este recurso, se han realizado diversos estudios relacionados con la evaluación y estimación de productividades asociadas con su fructificación, y con el manejo y el análisis económico de la rentabilidad de su comercialización.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar las especies de hongos comestibles de estos dos ambientes en Patagonia argentina y los avances realizados en su estudio.

## RESULTADOS

### Los Hongos Silvestres Comestibles del Bosque Nativo

Las especies de hongos señaladas con buenas posibilidades para su uso alimentario (Gamundi y Horak 2002; Toledo *et al.*, 2014, 2016a) fructifican sobre diversos sustratos vegetales o en el suelo de los bosques, y establecen diferentes asociaciones ecológicas con las especies arbóreas presentes, ya sea como parásitos, simbioses, lignícolas o saprófitos. Poseen fructificaciones de tamaño apropiado, buena disponibilidad, y características organolépticas atractivas en relación al color, aroma y/o textura (Toledo *et al.*, 2014, 2016b).

Las especies comestibles detectadas y estudiadas son:

*Grifola garga*  
*Fistulina antártica*  
*Fistulina endoxantha*  
*Aleurodiscus vitellinus*  
*Cortinarius xiphidipus*  
*Cortinarius magellanicus*  
*Ramaria patagónica*  
*Hydropus dusenii*  
*Macrolepiota procera*  
*Lepista nuda*  
*Lycoperdon* sp.  
*Cyttaria hariotti*  
*Morchella* spp.

#### - ***Aleurodiscus vitellinus* (Lév.) Pat.**

Descripción: Se destaca por sus fructificaciones gelatinosas cupuliformes, de 2-6 cm de diámetro y hasta 4 cm de altura, color naranja o naranja/rosados, adheridas mediante un corto pie acanalado, central (Figura N° 1). Sobre corteza de *N. dombeyi*, *N. betuloides* y *N. pumilio*.

Modo de vida y hábito: Degradadora de madera. Se desarrolla de manera abundante sobre ramas o troncos en madera viva o muerta o sobre corteza. Prefiere los lugares abiertos, con baja cobertura arbórea.

Características organolépticas: Carne delgada y firme, de textura carnosa. Aroma y sabor fúngico, muy agradable.



Figura N° 1  
EJEMPLARES DE *A. vitellinus* SOBRE MADERA DE *Nothofagus dombeyi*.

- ***Hydropus duseinii* (Bres.) Singer**

Descripción: fructificaciones de aspecto seco, con un sombrero infundibiliforme semejante a una “trompeta”, de color blanquecino a ocráceo pálido (Figura N° 2). Especie abundante, principalmente asociada a *N. dombeyi*.

Modo de vida y hábito: degradadora de madera. Fructifica sobre troncos caídos con un estado de degradación avanzado. Generalmente en grupos, rara vez solitaria.

Características organolépticas: Carne muy delgada, de textura cartilaginosa. Aroma y sabor fúngico.



Figura N° 2  
EJEMPLARES DE *H. duseinii* SOBRE MADERA EN DESCOMPOSICIÓN DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Fistulina antarctica* Speg.**

Descripción: Denominada comúnmente “lengua de vaca”, produce carpóforos que resultan llamativos por su gran tamaño, en forma de lengua y color rojizo (Figura N° 3). Se la encuentra sobre *N. pumilio*, *N. dombeyi*, *N. obliqua*, *N. alpina* y *N. antártica*.

Modo de vida y hábito: Degradadora de madera, a la que le provoca una pudrición



castaña. Se la encuentra sobre árboles vivos con estado de degradación poco avanzado.

Características organolépticas: Carne rojiza, muy gelatinosa, de textura carnosa. Aroma fúngico suave y sabor dulce.



Figura N° 3  
EJEMPLARES DE *F. antarctica* SOBRE MADERA DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Fistulina endoxantha* Speg.**

Descripción: Sus fructificaciones son de gran tamaño, en forma de lengua, de color castaño-amarillo (Figura N° 4), sobre árboles en pie de *N. alpina* y *N. obliqua*.

Modo de vida y hábito: Degradadora de madera, a la que le provoca una pudrición castaña. Se la encuentra sobre árboles vivos con estado de degradación poco avanzado.

Características organolépticas: Carne castaño-amarillo, firme, de textura carnosa. Aroma fúngico suave y sabor dulce.



Figura N° 4  
EJEMPLARES DE *F. endoxantha* SOBRE MADERA DE *Nothofagus obliqua*.

- ***Grifola garga* Singer**

Descripción: Posee fructificaciones de gran tamaño, multipileadas, dispuestas unas sobre

otras, de color blanco crema, con aspecto de sucio (Figura N° 5). Crece solo sobre *Nothofagus obliqua*.

Modo de vida y hábito: Degradadora de madera, a la que le provoca una pudrición blanca alveolar. Crece sobre ramas y fustes de árboles en pie o caídos, en lugares con baja cobertura arbórea.

Características organolépticas: Carne muy delgada, de textura carnosa. Aroma y sabor a almendras.



Figura N° 5  
EJEMPLARES DE *G. gargal* SOBRE MADERA DE *Nothofagus obliqua*

- ***Ramaria patagonica* (Speg.) Corner**

Descripción: Posee fructificaciones de color amarillo, con forma de coral (Figura N° 6). Detectada bajo bosque de *N. dombeyi* y *N. pumilio*.

Modo de vida y hábito: Micorrízica. Se la observa frecuentemente en grupos y puede formar hileras de más de 5 ejemplares sobre el suelo. Rara vez solitaria.

Características organolépticas: Carne anaranjada pálida, de textura seca aterciopelada. Aroma fúngico suave y sabor dulce amaderado.



Figura N° 6  
EJEMPLARES DE *R. patagonica* EN BOSQUE DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Cortinarius magellanicus* Speg.**

Descripción: Posee fructificaciones de tamaño mediano, de color liliáceo brillante a purpúreo, muy glutinosas, con laminillas argiláceas (Figura N° 7). Crece bajo bosque de *N. dombeyi*, aunque también con *N. betuloides*, *N. pumilio* y *N. antarctica*.

Modo de vida y hábito: Micorrízica. Frecuentemente se la encuentra en sitios tapizados por helechos, formando grandes grupos.

Características organolépticas: Carne blanca, de textura mucilaginoso delicada (sombbrero). Aroma fúngico fuerte y sabor dulce suave.



Figura N° 7  
EJEMPLARES DE *C. magellanicus* EN BOSQUE DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Cortinarius xiphidipus* M.M. Moser & E. Horak**

Descripción: Posee sombreros de color amarillento pálido a castaño, que suelen estar cubiertos por restos de hojarasca debido a la presencia de una capa glutinosa. Laminillas argiláceas y pie blanco, sólido, con restos de velo, que destaca por su forma radicante, de hasta 15 cm. Especie muy abundante, se asocia a *N. dombeyi*, *N. pumilio*, *N. betuloides* y *N. antarctica* (Figura N° 8).

Modo de vida y hábito: Micorrízica. Fructifica en grupos numerosos, en racimos, sobre la hojarasca, frecuentemente en lugares relativamente abiertos.

Características organolépticas: Carne blanca, de textura mucilaginoso (sombbrero) y firme (pie). Aroma fúngico fuerte y sabor dulce suave.



Figura N° 8  
EJEMPLARES DE *C. xiphidipus* EN BOSQUE DE *Nothofagus dombeyi*.

- ***Macrolepiota procera* (Scop.) Singer**

Descripción: Denominada comúnmente “parasol”, es una especie muy característica en bosques mixtos de *N. dombeyi* y *Austrocedrus chilensis*. De sombrero marrón pálido, con escamas aplanadas oscuras. Se la reconoce fácilmente por sus típicos carpóforos de grandes dimensiones en forma de “paraguas o sombrilla”, y con un pie largo con un doble anillo que se separa fácilmente del sombrero (Figura N° 9).

Modo de vida y hábito: Saprofítica. Fructifica principalmente en claros del bosque y a veces a orillas de los caminos. Aparece individualmente o en grupos numerosos.

Características organolépticas: Carne blanquecina, de textura corchosa ligera (sombrero), mientras que el pie es fibroso y poco consistente. Aroma a levadura y sabor fúngico suave, muy agradable con matices a frutos secos.



Figura N° 9  
EJEMPLARES DE *M. procera* EN BOSQUE MIXTO DE *N. dombeyi* Y *A. chilensis*.

- ***Lepista nuda* (Bull.) Cooke**

Descripción: Se caracteriza por su color azul-violáceo, con las laminillas concoloras (Figura N° 10). Conocida comúnmente con el nombre de “pie azul” o “blewit”, es una especie ampliamente distribuida en Norte América. En Patagonia se la ha detectado fructificando asociada a rodales de *N. dombeyi* y *N. obliqua*.

Modo de vida y hábito: Saprófitica. Aparece individualmente o en grupos numerosos, formando anillos de brujas, sobre el suelo.

Características organolépticas: Carne blanquecina, de textura carnosa tierna sobre todo en el sombrero. Aroma frutado y sabor fúngico suave, muy agradable. El pie es fibroso y poco consistente.



Figura N° 10  
EJEMPLARES DE *L. nuda* EN BOSQUE DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Lycoperdon perlatum* Pers.**

Descripción: Posee fructificaciones con forma de pera cambiando a globosa con la madurez, hasta 5 cm de alto y 2,5 - 3 cm de diámetro; la superficie es blanquecina cuando joven y parduzca en la madurez, recubierta de pequeñas espinas (Figura N° 11). Posee amplia distribución mundial. En Patagonia aparece en bosques de *N. dombeyi*, *N. antactica*, *N. pumilio*, *N. obliqua* y *N. alpina*, en sitios con poca profundidad de mantillo.

Modo de vida y hábito: Saprófitica. Fructifica solitaria o en grupos, sobre suelos ricos en madera en descomposición.

Características organolépticas: Sus fructificaciones se consumen jóvenes, cuando la carne es blanca, de textura carnosa. Aroma y sabor fúngico cuando inmaduro, que es el único estadio comestible. Cuando la gleba se oscurece cambian sus cualidades y debe desecharse.



Figura N° 11  
EJEMPLARES DE *L. perlatum* EN BOSQUE DE *Nothofagus dombeyi*

- ***Cyttaria hariatii* E. Fisch.**

Descripción: Conocida comúnmente como "lao-lao". Sus estromas de color amarillos anaranjados, se encuentran frecuentemente infectados por larvas de Dípteros micetofílicos (Figura N° 12).

Modo de vida y hábito: Parásita obligada de varias especies de *Nothofagus*, formadora de tumores, desarrollándose de manera abundante sobre las ramas o fustes de sus hospederos.

Características organolépticas: Carne gruesa, amarillenta, de textura carnosa blanda. Aroma fúngico suave y sabor fúngico dulce.



Figura N° 12  
EJEMPLARES DE *C. hariatii* SOBRE *Nothofagus antarctica*

- ***Morchella septimelata* M. Kuo y *Morchella tridentina* Bres.**

Descripción: Sombrero de color ocre amarillento a marrón oscuro, de forma cónica o subglobosa, formado por alvéolos alargados o irregulares, separados por costillas glabras, concoloras con los alvéolos (Figura N° 13). El interior es hueco y tiene el margen inferior soldado al pie.

Modo de vida y hábito: Saprofítica. Generalmente solitaria, rara vez en grupos no muy numerosos, sobre el suelo.

Características organolépticas: Carne frágil y quebradiza. Aroma dulce tenue y sabor fúngico suave, textura firme.



**Figura N° 13**  
**EJEMPLARES DE *Morchella tridentina***

Con estas especies se ha trabajado en la caracterización morfológica y de las propiedades organolépticas, la evaluación de diferentes métodos de conservación de las fructificaciones (Toledo, 2016), la descripción de la fenología y las variables ambientales asociadas a su fructificación (Toledo *et al.*, 2014), la evaluación de la composición nutricional, química y propiedades antioxidantes (Toledo *et al.* 2016a), la evaluación de características de vigor de las especies cultivables y el análisis etnomicológico de las especies con los pobladores criollos y/o provenientes de pueblos originarios de Patagonia (Toledo, 2016).

### **Los Hongos Silvestres Comestibles de las Plantaciones**

En plantaciones de coníferas las especies comestibles más ampliamente distribuidas y abundantes son:

*Suillus luteus*  
*Suillus lakei*  
*Rhizopogon roseolus*

Con distribución más marginal y menos abundante fructifican también las especies:

*Suillus granulatus*  
*Tuber borchii* (solo detectada en vivero)  
*Lactarius deliciosus*.

#### **- *Suillus luteus* (L.) Roussel**

Descripción: Fructificaciones de coloración variable, desde castaño a ocre amarillento, con zonas cremas, sombrero hemisférico algo cónico a convexo, cutícula separable de la carne con facilidad y con la superficie muy viscosa y pegajosa. El envés presenta tubos y el pie presenta un anillo fibriloso conspicuo, persistente, blanquecino con tintes vináceos (Figura N° 14). Aparece asociado a plantaciones del género *Pinus*.

Modo de vida y hábito: Micorrízico. Solitario o en racimos sobre el suelo.

Características organolépticas: Carne gruesa, tierna, blanca a amarillenta, sombrero de

textura esponjosa, el pie más consistente. Aroma suavemente frutado, sabor delicado y dulce. Luego del deshidratado presenta sabor amaderado, ahumado, aroma intenso y textura carnosa y tierna, conservando el color amarillo si ha sido correctamente procesado.



**Figura N° 14**  
**Ejemplares de *Suillus luteus* EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN**

- ***Suillus lakei* A.H. Sm. & Thiers**

Descripción: Fructificaciones color ocre, sombrero de forma convexa, cubierto por escamas castaño rojizas que se levantan sobre la superficie, de aspecto seco; en el envés presenta tubos, posee pie corto, amarillento a pardo, con un anillo fibriloso que desaparece en la madurez (Figura N° 15). Aparece asociado a plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* únicamente.

Modo de vida y hábito: Micorrízico. Solitario o en racimos sobre el suelo.

Características organolépticas: Carne gruesa, amarillenta, de textura esponjosa. Aroma y sabor no distintivos. Luego del deshidratado presenta un sabor ligeramente dulce y ácido, agradable; más suave que *S. luteus*; textura carnosa, tierna, y más acuoso que *S. luteus*, conservando el color amarillo si ha sido correctamente procesado.



**Figura N° 15**  
**EJEMPLARES DE *Suillus lakei***



- ***Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.**

Descripción: Fructificaciones pequeñas, de hasta 5 cm de diámetro, de forma esférica e irregular, de superficie lisa y seca, de color variable, en sus primeros estadios casi blanquecino con algún matiz rosado, volviéndose rosado pálido a vináceo, o amarillo oscuro por fuera y rosado-vináceo por debajo; los ejemplares insolados pueden adquirir un tono más oliváceo. Gleba blanda, cartilaginosa, blanca cuando inmadura, luego esponjosa, tornándose pardo olivácea en los ejemplares viejos (Figura N° 16). Aparece asociado a plantaciones del género *Pinus*.

Modo de vida y hábito: Micorrízico. Generalmente en grupos, enterrado o a veces ligera pero evidentemente semienterrado.

Características organolépticas: Carne blanda, de textura cartilaginosa, blanca cuando joven, luego esponjosa y color ocre oliváceo. Aroma nulo o ligeramente frutado muy suave en ejemplares jóvenes, sabor no distintivo.



Figura N° 16  
EJEMPLARES DE *Rhizopogon roseolus*, INMADUROS Y PROPICIOS PARA COMER (IZQ.),  
MADUROS YA NO APTOS PARA CONSUMIR (DER.)

Se ha trabajado principalmente con la especie *S. luteus*, la más cosechada en la región, haciendo estudios de productividad por hectárea (Barroetaveña 2007) y análisis de la producción potencial de la especie en las forestaciones (Barroetaveña *et al.*, 2010a), análisis de las variables macro y microambientales asociadas a la fructificación (Barroetaveña *et al.*, 2008), evaluación de la incorporación de técnicas de manejo para incrementar la productividad (Solans *et al.*, 2010), y se han mensurado los aportes que la recolección y comercialización de esta especie puede brindar al productor forestal, analizando su impacto en la rentabilidad del proyecto forestal, junto con analizar la capacidad que esta actividad tiene desde el punto de vista social, evaluando la generación de ingresos que puede ofrecer a familias de bajos recursos, o con ocupaciones estacionales (Fernández *et al.*, 2012). Actualmente están en curso estudios sobre la genética poblacional de *Suillus luteus* y la variación filogeográfica de *Rhizopogon*. Subgénero *Roseoli*.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La información generada a lo largo de los años de trabajo con estas especies de hongos silvestres comestibles es importante y necesaria para establecer pautas de cosecha de las especies en función de su disponibilidad, asegurando su uso sustentable. La fructificación y el desarrollo de estos hongos en los ambientes boscosos está condicionada por diversos factores ambientales como la exposición en las laderas, la edad y la cobertura arbórea, las especies de árboles y del sotobosque presentes, todo lo cual determinará la cantidad de luz que ingrese al

bosque así como la temperatura, el contenido de materia orgánica y de humedad del suelo. El conocimiento de estas características ambientales, sumado a la fenología, frecuencia de hallazgo, disponibilidad y producción de biomasa relativa de estas especies permite evaluar la posibilidad de realizar su aprovechamiento como recurso alimenticio y, eventualmente, sugerir opciones de manejo para incrementar su productividad, en el marco de lo que se ha denominado micosilvicultura (Savoie y Largeteau, 2011). El estudio de la ecología de especies comestibles con alto valor comercial de otros bosques en el Oeste de EEUU, como *Cantharellus cibarius* Fr. y *Tricholoma magnivelare* (Peck) Redhead, ha permitido generar herramientas y políticas de aprovechamiento sustentable y monitoreo de sus poblaciones (Pilz y Molina, 2002).

El abordaje científico - técnico del estudio de estas especies se ha trabajado conjuntamente con la divulgación y transferencia de los resultados hacia los cosecheros y hacia el sector gastronómico como demandantes del producto. Para abordar la divulgación y referenciar con material accesible y específico las charlas, talleres y cursos brindados en la temática, se editaron diversos manuales de campo (Barroetaveña *et al.*, 2016; Toledo *et al.*, 2016b; Valtriani *et al.*, 2010) que ofrecen una guía para el reconocimiento de cada especie y presentan información sobre el modo de vida y hábito de cada una, su distribución y hábitat, los momentos de aparición, su valor comestible y características organolépticas, sus opciones de conservación post-cosecha y modos de consumo recomendado. También se presentan criterios para la colecta segura, eficaz y sustentable, modos de preservación y uso gastronómico, incluyendo varias recetas.

El aprovechamiento exitoso de estos recursos no madereros dependerá en gran medida de generar una estrategia para fomentar usos novedosos de las especies a nivel medicinal (productos nutraceuticos), en micogastronomía y micoturismo. En este sentido, a partir de la reciente iniciativa *Patagonia Fungi, senderos y sabores*, se está trabajando en la divulgación directa a los consumidores, en el desarrollo de nuevas recetas junto a chefs, y en una propuesta de sendas micoturísticas para la región.

Los hongos silvestres comestibles constituyen uno de los productos forestales no madereros del bosque más diversos y abundantes. La amplia distribución de ambientes boscosos en la Patagonia ofrece la oportunidad de obtener estos productos novedosos para la gastronomía, que pueden aprovecharse en una oferta particular y exclusiva de micogastronomía regional. Además, pueden ser incorporados en actividades ecoturísticas tales como sendas de búsqueda, reconocimiento, fotografía y/o cosecha de ejemplares para degustación (micoturismo). Estas actividades implican el uso múltiple de los ambientes boscosos de Patagonia, favoreciendo su valoración y conservación.

## REFERENCIAS

**Barroetaveña, C., 2007.** El Hongo del Pino: Otro producto rentable que ofrecen las plantaciones en Patagonia. Resultados preliminares de evaluaciones de productividad. In Gonda H, M Davel, G Loguercio, OA Picco eds. Primera Reunión sobre Forestación en la Patagonia EcoForestar 2007, Esquel, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. p. 286-293.

**Barroetaveña, C.; La Manna, L. y Alonso, V., 2008.** Variables affecting *Suillus luteus* fructification in Ponderosa Pine plantations from Patagonia (Argentina). *Forest Ecology and Management* 256(1): 1868-1874. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.07.029.

**Barroetaveña, C.; Fernández, M. V.; Bassani, V. N. y Ríos, M. F., 2010a.** Productividad potencial del hongo comestible *Suillus luteus* en plantaciones de pino del oeste de Chubut. In Primera Eco Reunión sobre productos forestales no madereros 2010, Esquel, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. p. 38-43.

**Barroetaveña, C.; Toledo, C. y Rajchenberg, M., 2016.** Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la región Andino Patagónica de Argentina. Manual N°17, Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. 64p

**CFI-FUNDFAEF, 2009.** Inventario de Bosque implantado de la provincia de Neuquén. Consejo Federal de Inversiones-Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico. Buenos Aires.

Consejo Federal de inversiones. 50p

**Davel, M. M., 1998.** Identificación y caracterización de zonas de crecimiento para pino oregon en la Patagonia Andina Argentina. -MSc Thesis, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 120p.

**Fernández, M. V.; Barroetaveña, C.; Basanni, V. M. y Ríos, F., 2012.** Rentabilidad del aprovechamiento del hongo comestible *Suillus luteus* para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. *Bosque* 33(1): 43-52.

**Gamundi, I. J. y Horak, E., 2002.** Hongos de los Bosques Andino-Patagónicos. Vazquez Mazzini (Eds.). Buenos Aires. 139 p.

**Pilz, D. y Molina, R., 2002.** Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*, 155: 3-16.

**SAyDS, 2007.** Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos: Informe Regional Bosque Andino Patagónico - 1a ed- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Dirección de Bosques. 84 p. En: [http://leydebosques.org.ar/zips/bosquesargentinos/Inventario%20Nacional%20de%20Bosques%201998\\_2005%20Andino%20Patag%C3%B3nico%20\(SAyDS\).pdf](http://leydebosques.org.ar/zips/bosquesargentinos/Inventario%20Nacional%20de%20Bosques%201998_2005%20Andino%20Patag%C3%B3nico%20(SAyDS).pdf)

**Savoie, J. M. y Largeteau, M. L., 2011.** Production of edible mushrooms in forests: Trends in development of a mycosilviculture. *Applied Microbiology Biotechnology*, 89: 971-979.

**Solans, M.; Barroetaveña, C.; Fariña, M. y Rajchenberg, M., 2010.** Aplicación de riego para incrementar la fructificación de *Suillus luteus* en plantaciones de pino ponderosa. *In* Primera Eco Reunión sobre productos forestales no madereros 2010, Esquel, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. p. 122-132.

**Toledo, C. V., 2016.** Hongos comestibles silvestres de bosques nativos de *Nothofagus* en Patagonia. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

**Toledo, C.; Barroetaveña, C. y Rajchenberg, M., 2014.** Fenología y variables ambientales que condicionan la fructificación de hongos silvestres comestibles de los bosques de *Nothofagus* spp. en Patagonia, Argentina *Rev. Mex. Biodiv.* 85: 1093-1103.

**Toledo, C.; Barroetaveña, C. y Rajchenberg, M., 2016a.** Hongos comestibles silvestres de los bosques nativos de la región Andino Patagónica de Argentina. Manual N°16, Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. 71 p

**Toledo, C. V.; Barroetaveña, C.; Fernandes, A.; Barros, I. y Ferreira, I. C. F. R., 2016b.** Chemical and Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms from Native *Nothofagus* spp. *Forest, Argentina Molecules* 21(9): 1201; doi:10.3390/molecules21091201.

**Valtriani, A.; Barroetaveña, C. y Fernández, M. V., 2010.** Hongos silvestres comestibles de la región Andino Patagónica. Folleto de divulgación N° 20, Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. 36 p



## RESUMEN

En el marco del proyecto CONICYT *Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations* se realizó una gira técnica a Alemania, país que cuenta con un importante desarrollo en el uso de la biomasa forestal para generación de energía y el uso de plantaciones forestales para la generación de biomasa con este objetivo.

La gira se efectuó entre el 28 de julio y el 8 de agosto del año 2014 y tuvo por objeto conocer la silvicultura de plantaciones dendroenergéticas en Alemania, experiencias en el uso de la biomasa a escala local (pequeña y mediana) y experiencias en el cultivo de especies forestales, gestión de la biomasa y sistemas de generación de energía para sectores residenciales o industriales. Conocimientos y experiencias aplicar si es posible en proyectos en desarrollo del Instituto Forestal (INFOR) en Chile en los cuales se investiga sobre esta materia.

La gira en Alemania incluyó las zonas de Freiburg, Rottenburg, Munich, Baden-Wurtemberg, Baviera y Renania-Palatinado. Se pudo apreciar que Alemania presenta una gran experiencia con el uso de especies forestales con fines energéticos (astillas, pellets), posee plantaciones para este fin, conoce su silvicultura y posterior procesamiento, y los mercados para electricidad y calor a nivel local.

Investigadores y profesionales ligados al rema de la biomasa para energía manifestaron su interés por el trabajo que se desarrolla en Chile y por establecer relaciones de colaboración mutua.

Esta gira permite concluir que Chile presenta condiciones adecuadas para el uso de plantaciones forestales con fines energéticos y que lo importante es abordar los sistemas a utilizar; las especies y su manejo, y los procesos de generación de energía.

Palabras clave: Plantaciones forestales, Biomasa, Energía, Alemania.

## SUMMARY

Under the frame of the CONICYT's Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations it was realized a technical tour to Germany, country with an important development on the planted forest silviculture and its use to biomass production field.

The trip was on July 28 to August 8 and the main objective was to learn about planted forest species and silviculture for biomass production, as well as the use of this material to generate energy for residential or industrial sectors. Knowledge and experience to be applied if possible to the Chilean Forestry Institute's research projects on the matter in Chile.

The technical tour included the Freiburg, Rottenburg, Munich, Baden-Wurtemberg, Baviera and Renania-Palatinado zones. Germany has a great development on the use of forest species to energy production (chips, pellets), important planted forest areas and a good knowledge on the silviculture and energy process production as well as the energy markets at the local level. Researchers and institutions on the matter there showed their interest on the Chilean projects developed by the Forestry Institute and their availability to establish mutual collaboration.

As results of this technical tour to Germany, can be concluded that Chile has appropriated conditions to fast growing species planted forests for biomass based energy production. Research has to be conducted to species selection, planted forest silviculture for high biomass volumes production and to face the energy production processes.

Key words: Planted forests, Biomass, Energy, Germany.

## DESARROLLO DE LA GIRA TÉCNICA

La experiencia existente en Alemania es de gran interés, los sistemas utilizados, las especies empleadas y su manejo se vislumbran como una interesante opción para su aplicación en Chile, pero es preciso conocer en forma más detallada los procedimientos y la logística en materia de la silvicultura, la transformación de la biomasa y sus usos dendroenergéticos.

La gira fue planificada precisamente para abordar las materias mencionadas y al mismo tiempo explorar iniciativas conjuntas de investigación con el Instituto de la utilización del bosque (FOBAWI) de la Universidad de Friburgo.

La gira técnica en Alemania se inició en la ciudad de Friburgo de Brisgovia, Baden-Wurtemberg, la ciudad más meridional de Alemania, y finalizó en Colonia (Figura N°1).



Figura N° 1  
MAPA POLÍTICO DE ALEMANIA

## Objetivos

Los objetivos de la gira se enmarcaron en:

- Conocer la silvicultura de plantaciones dendroenergéticas en Alemania y experiencias en el uso de la biomasa a escala local (pequeña y mediana).
- Visitar experiencias de cultivo de especies forestales, gestión de la biomasa y sistemas de generación de energía para sectores residenciales o industriales.
- Realizar contactos y establecer relaciones con instituciones, empresarios e investigadores en Alemania para el intercambio de experiencias y conocimiento científico en el sector de la bioenergía y la ampliación de su utilización en Chile.

## Itinerario y Visitas

### Día 1

Universidad de Freiburg. Reunión con profesores de la universidad y del Instituto de Utilización Forestal de esta universidad, quienes presentaron sistemas y de cosecha de la biomasa, junto con otros antecedentes relacionados con el ciclo de vida (*Life Cycle Analysis*). Se habló sobre el estado actual de la investigación y tecnología en el sector de bioenergía en Alemania.

### Día 2

Universidad de Rottenburg. En reunión con autoridades de la universidad se conoce los laboratorios de la universidad y su investigación en bioenergía, y se conversa sobre las actividades que está desarrollando INFOR en Chile. Se visita un ensayo agroforestal con plantaciones de *Salix spp.*

### Día 3

St. Peter Bioenergiedorf. Visita a planta y sistema de calefacción distrital de la comuna St. Peter. Se conoce planta de biomasa de 1,7 MW y el sistema para calefacción de 220 casas.

### Día 4

Se visita un ensayo agroforestal con investigadores del Institute for Forest Growth y una plantación de corta rotación de un propietario particular. Manejo de plantaciones de corta rotación con especies de los géneros *Populus*, *Salix* y *Miscanthus* para producir calor para calefacción distrital. Máquina de plantación y cosecha.

### Día 5

Bingen y Neufra. Visita a variadas plantaciones de corta rotación en el distrito forestal de la comuna Neufra. Ensayos e investigación sobre *Populus spp* (con irrigación y fertilización), se visitan varias visitar plantaciones con *Populus spp* cerca de Sigmaringen. También se visita un sector de bosque nativo manejado para producción de biomasa.

### Día 6

Erkheim. Baufritz casas de madera donde se implementa calefacción en base a biomasa en la fabricación de casas.

### Día 7

Freising. Visita a granja particular en la cual se produce calor y electricidad para autoconsumo con una planta de biomasa pequeña. Planta de la empresa Spanner.

### Día 8

Bingen. Se conoce un ensayo del Forest Resarch Institute Baden-Württemberg (FVA). Plantación de corta rotación con *Populus spp*, con un sistema de irrigación y fertilización.

### **Día 9**

Karlsruhe. Reunión final de trabajo en Universidad de Freiburg. Revisando el proyecto bilateral y sus próximas actividades.

### **Día 10**

Colonia. Visita a Landwirtschaftliches Technologiezentrum LTZ. Se conoce ensayo de una plantación de corta rotación con 35 especies diferentes; géneros *Populus*, *Salix*, *Acacia*, *Paulownia*, *Miscanthus* y otros.

### **Día 11**

Retorno a Chile.

## **Actividades**

Durante el primer día de la gira se visitaron las dependencias de la Universidad de Freiburg<sup>7</sup> y del Institute of Forest Utilization<sup>8</sup> (FOBAWI). Durante esta visita se realizó una jornada de trabajo con el profesor de utilización forestal Dr. Gero Becker, Director del Instituto de Utilización Forestal, y la investigadora Dr. Janine Schweier. Se realizó una breve presentación de la labor de INFOR en general y de sus actividades relacionadas con la investigación en bioenergía. El profesor Becker entregó antecedentes acerca del instituto FOBAWI, sus actividades y principales proyectos en desarrollo, y la Dra. Schweier mostró diferentes presentaciones sobre el sector forestal en Alemania, la universidad y la investigación del instituto en el sector de bioenergía. Se analizó el proyecto bilateral, las actividades a realizar durante las dos semanas de la gira y se propusieron nuevas ideas de investigación y posibilidades de cooperación.

En relación con las actividades a desarrollar, el profesor Becker sugirió plantear algunas iniciativas para ser discutidas una vez finalizada la gira y conocido del sector de la bioenergía en Alemania.

Se señalaron instancias de trabajo en relación con la silvicultura y manejo de plantaciones de corta rotación (SRC. Short Rotation Crops) y su utilización en Chile, planteando que uno de los primeros factores a analizar son las áreas disponibles para plantación, las especies forestales a utilizar y la ubicación de los centros de demanda o consumo de esta biomasa, entre otros aspectos. También se señaló lo importante de contar con la logística necesaria y conocer los productos y formas de uso de la biomasa.

Al respecto y luego de los antecedentes entregados por INFOR en relación al sector forestal y energético de Chile, se concluyó que la opción de las SRC en Chile debería apuntar a satisfacer demandas de biomasa para energía a distintas escalas y centros industriales, y se resaltó la oportunidad que la biomasa representa para disminuir los problemas de contaminación ambiental o polución que afectan a varias ciudades en Chile.

Especial interés se prestó a las ciudades del sur de Chile, donde el uso de la leña es común, tales como Concepción, Chillan, Temuco, y Coyhaique, entre otras. Se comentó la posibilidad de desarrollar proyectos en conjunto apuntando a estos dos temas, la generación de biomasa para su uso en energía y el apoyo a los procesos de descontaminación que se implementan en Chile a través del uso eficiente de biomasa.

Posteriormente se reúnen los equipos técnicos para intercambiar experiencias sobre la silvicultura y manejo de plantaciones para energía, y la bibliografía disponible en la Universidad de Freiburg, repasando además las actividades a realizar, reunión en la que participó la Dra. Schweier y otros investigadores del instituto.

Durante el segundo día, en compañía del investigador del FOBAWI señor Martin

---

<sup>7</sup> <http://www.uni-freiburg.de/>

<sup>8</sup> <http://www.fobawi.uni-freiburg.de/>



Brunsmeyer, se visitó la escuela de Ciencias Forestales de la Universidad de Rottenburg, sosteniéndose una reunión con el profesor Dr. Stefan Pelz y el Rector de la Universidad, profesor Bastian Kaiser<sup>9</sup>. La reunión se inició con presentaciones de la universidad acerca de su investigación en el área de los SRC y especialmente en el tema del uso de la biomasa en energía, su análisis, caracterización e investigación. Se destaca el nivel de equipamiento tecnológico en sus laboratorios lo que les permite realzar este tipo de investigación, visitando sus laboratorios y observando sus estudios, por ejemplo en la calidad del pellet obtenido desde diferentes fuentes de biomasa. También se conoció de sus otras actividades en cuanto a la caracterización y clasificación de maderas nativas, tales como *Fagus*. Se analizó la posibilidad de trabajos y proyectos conjuntos.

Posteriormente se visitó un ensayo de bioenergía establecido cerca de la Universidad, en compañía del asistente de investigación señor Göran Spanngenberg conociendo la investigación en una plantación de corta rotación con *Salix* con un doble objetivo, generar biomasa para energía y protección de animales domésticos. Se obtuvieron antecedentes acerca de la silvicultura utilizada, cuidados y mantención, turnos esperados y otros datos de interés. En este tipo de bosques en Alemania se privilegia la silvicultura por sobre la mejora genética, donde la variable principal es la especie/variedad a utilizar.



**UNIVERSIDAD DE FREIBURG (IZQ), PROFESOR DR. GERO BECKER E INVESTIGADORA JANINE SCHWEIER DEL INSTITUTE OF FOREST UTILIZATION (FOBAWI), UNIVERSIDAD DE FREIBURG Y JUAN CARLOS PINILLA, INVESTIGADOR DE INFOR (DER)**



**INSTITUTE OF FOREST UTILIZATION (FOBAWI), UNIVERSIDAD DE FREIBURG**

<sup>9</sup> <https://en.hs-rottenburg.net/startseite/>



**UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG  
DR. STEFAN PELZ, SCIENTIFIC DIRECTOR INSTITUTE OF APPLIED SCIENCES (CENTRO)**



**LABORATORIOS UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG (IZQ) LABORATORIO DE PELLETS (DER)**



**UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG LABORATORIO ESTUDIOS DE LA MADERA (IZQ)  
ENSAYOS CON ESPECIES DEL GÉNERO SALIX PARA PRODUCCIÓN BIOMASA PARA ENERGÍA**

Continuando la gira se visitó una caldera de biomasa para calefacción distrital para 220 casas en el pueblo St. Peter. La producción por el año es 8.500 MWh. Se conoció del diseño de la planta, sus características técnicas y la forma de operación en base a astillas. La propiedad de la planta es de la comunidad, que se abastece a través de ella de energía térmica y/o eléctrica.



#### **DISTRITO ST. PETER PLANTA PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL EN BASE A BIOMASA 1,7 MW 220 CASAS**

Después de la visita a la planta de biomasa se sostuvo una reunión con la Dra. Schweier para revisar la continuación del proyecto bilateral. Se concluye que la aplicación de sistemas de SRC en Chile requiere de información al menos en lo que se refiere a:

- Datos climatológicos: Temperaturas medias, máximas y mínimas; distribución y monto de precipitaciones; días con heladas; períodos sin lluvia.
- Mapas de suelos: Clasificación, textura, profundidad, densidad, porosidad y otros aspectos.
- Rendimientos de especies para SRC: Rangos de rendimiento anuales en volumen o biomasa para diferentes especies según condiciones de suelo y clima.

Se acordó revisar la información disponible para crear una base para programas de fomento establecimiento de SRC.

Al día siguiente se visitó en compañía de los investigadores, Christopher Morhardt, del Instituto für Waldwachstum (IWW)<sup>10</sup> (crecimiento del bosque) y Michael Nahm del Forest Research Institute Baden-Württemberg (FVA)<sup>11</sup>, un ensayo agroforestal con diferentes especies de árboles y diferentes objetivos, incluido el de biomasa para energía.

Se conoció sobre especies utilizadas, donde destaca *Miscanthus* sp. y algunas del género *Populus* (álamos), para el tema de generación de biomasa para energía. Se conoció la

<sup>10</sup><http://www.wabo.boku.ac.at/en/wafo/>

<sup>11</sup><http://www.auerhuhn-windenergie.de/en/funding-partners/forest-research-institute-baden-wuerttemberg-fva-dep-forest-conservation>

silvicultura utilizada y las formas de evaluación del ensayo, destacando el uso de sensores en el árbol para monitorear crecimiento, variaciones debidas a temperaturas y otros factores. Respecto de las especies, otorgan importancia a las variedades a utilizar y no plantean como algo relevante eventuales programas de mejoramiento genético.



**INSTITUTE FOR FOREST GROWTH. ENSAYO SILVÍCOLA DE ESPECIES PARA ENERGÍA *Miscanthus sp* (IZQ), ENSAYO AGROFORESTAL CON ESPECIES PARA ENERGÍA (DER)**

En compañía de la Dra. Schweier se visitó posteriormente a un agricultor que cuenta con 8 ha de plantaciones de corta rotación de Sauce y Álamo y con una caldera de biomasa para calefacción distrital. Se conoció las plantaciones establecidas, manejo, turnos de corta (4-6 años) y su uso en calefacción distrital. Interesante resultó la experiencia de observar la logística para el tratamiento de la biomasa.



**PLANTACIONES DE CORTA ROTACIÓN CON SAUCE Y ÁLAMO PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL**

Se conoció las formas de cosecha de las plantaciones, su paso por un astillador y la forma de almacenamiento de las astillas. El propietario ha diseñado para estos efectos galpones de acumulación de astillas y también un prototipo para la cosecha de los árboles, maquinaria que es eficiente hasta un cierto diámetro de los árboles.



**ALMACENAMIENTO DE ASTILLAS Y MÁQUINA COSECHADORA**



**DISTRITO ELZACH. BOSQUES DE CORTA ROTACIÓN PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL  
SAUCE (IZQ) ALAMO (DER)**

Se viajó posteriormente a la localidad de Neufra (Gammertingen) para conocer el manejo de bosque nativo, siendo acompañados por el consultor Ing. Forestal señor Robert Hauser. Se observaron diferentes tratamientos silvícolas utilizados para su manejo, donde uno de los productos es la biomasa para energía y participan especies latifoliadas y coníferas. Se señaló que los productos de los raleos planificados para los diferentes bosques son comercializados en distintas formas para su uso en energía, desde leña hasta astillas. Sin embargo, se indicó que un tema importante en este caso es la distancia para el transporte de la biomasa, factor relevante a considerar al momento de destinar la biomasa a su uso en energía.

Más tarde se visitó una empresa constructora de casas en madera, Schwoerer Haus<sup>12</sup>, que incluyen la utilización de calefacción central en base a una caldera de biomasa o de chimeneas adaptadas al uso de biomasa en forma de astillas o pellets.



**NEUFRA (GAMMERTINGEN). SCHWOERER HAUS, EMPRESA QUE PRODUCE CASAS DE MADERA CON CALEFACCIÓN EN BASE A BIOMASA**

Al inicio de la segunda semana de la gira se visitó la empresa Spanner Holzkraftwerke<sup>13</sup>, la cual se dedica a la producción de calderas de cogeneración con biomasa para toda Alemania. Durante la visita se conoció del proceso de fabricación, el tipo de biomasa recomendado para su uso en estas calderas y el creciente interés por el uso de este tipo de elementos. Respecto de la biomasa, se han estado desarrollando innovaciones para utilizar desechos de la agroindustria y de la industria del vino (restos de poda de vides), entre otros. La empresa desconocía el uso de la biomasa en Chile y manifestaron interés en conocer más del mercado nacional y de los tipos de tecnologías utilizadas en los procesos de generación y cogeneración.



**EMPRESA QUE PRODUCE CALDERAS DE COGENERACIÓN BASADAS EN BIOMASA**

<sup>12</sup> <https://www.schwoerer.es/es/>

<sup>13</sup> <http://www.holz-kraft.de/es/>



### SPANNER HOLZKRAFTWERKE ASTILLAS UTILIZADAS EN CALDERAS DE COGENERACIÓN CON BIOMASA E INSTALACIONES

En la localidad de Bingen se visitó un ensayo de la Universidad de Freiburg, donde se prueban diferentes especies de álamos y sauces en un formato de corta rotación con fines de producción de biomasa para energía. El ensayo se destaca además, por la utilización de un sistema de irrigación y fertilización totalmente computarizado con monitoreo a distancia. En este ensayo se analizaron las especies y variedades utilizadas, el porqué de su selección y el método de establecimiento. El ensayo fue cosechado el año 2012 y se manejó la retoñación de modo de generar biomasa para uso energético, estimándose rotaciones de 4 años. Se conoció las mejores variedades en cuanto a rendimiento en biomasa, destacando la variedad *Monviso*, adquirida en Italia. Se observó también el efecto de un insecto que afectó en particular a una de las variedades de álamo utilizadas, que presentó notorias diferencias en su crecimiento.



### BINGEN, ENSAYO DE LA UNIVERSIDAD DE FREIBURG. PLANTACIÓN DE CORTA ROTACIÓN CON DIFERENTES ESPECIES DE ÁLAMO Y CON UN SISTEMA DE IRRIGACIÓN Y FERTILIZACIÓN E INSTALACIONES PARA EL CONTROL DEL SISTEMA



#### **DISTINTAS ESPECIES DE ÁLAMOS, DETALLES DE RETOÑACIÓN DESPUÉS DE PRIMERA COSECHA Y DIFERENCIAS DE CRECIMIENTO ENTRE ESPECIES**

Después de estas visitas se efectuó una nueva reunión del equipo técnico en la Universidad de Freiburg; Prof. Becker, Prof. Jaeger, Dra. Schweier y Martin Brunsmeier, de la universidad y Cisco Aust y Juan Carlos Pinilla de INFOR. Se analizaron las experiencias visitadas y se revisó la información que se pudo obtener en relación con los objetivos del proyecto. Se decidió sobre diversas nuevas actividades a desarrollar y productos inmediatos de este viaje. Junto con ello se discutió acerca de nuevas opciones de desarrollo en el marco del proyecto.

Se señaló la necesidad de establecer las áreas disponibles de plantación en Chile para su uso en plantaciones forestales dedicadas a energía. El profesor Becker reiteró la necesidad para esto de contar con bases de datos de suelo y clima apropiadas para este análisis en Chile, todo modelado a través de sistemas de información geográfico (SIG) e inicialmente, enfocado en áreas piloto.

En principio se señaló que las primeras opciones de trabajo deberían ser la región del Bio Bio por ser la principal región forestal del país en materia de plantaciones, con gran población y desarrollo industrial, y la región de Aysén, dados sus requerimientos de energía local y su grave problema de contaminación ambiental derivado del uso ineficiente de leña.

Se acordó analizar las bases de datos disponibles en Chile y realizar una actividad piloto utilizando alguna de las especies forestales que está investigando INFOR. Se decidió hacer el primer estudio en la región del Bio Bio con la especie forestal *Acacia dealbata*.

Un segundo tema analizado correspondió a la necesidad de contar con antecedentes de crecimiento y rendimiento de especies forestales potenciales para su uso en energía n forma de SRC. Se comentó la necesidad de contar con información acerca del efecto del espaciamiento inicial sobre el crecimiento y rendimiento de las especies forestales para energía.



Los investigadores chilenos señalaron que INFOR y otras instituciones en Chile están estudiando este tema, mencionado que existe un listado de especies potenciales a utilizar, entre las que destacan:

*Populus* spp. (álamos)  
*Acacia dealbata* y *A. mearnsii* (acacias)  
*Eucalyptus globulus*, *E. nitens* y *E. camaldulensis* (eucaliptos)  
*Salix* spp. (sauces)

Para cada especie se deberían estudiar las mejores procedencias para cada zona e instalar nuevos ensayos con distintas densidades iniciales. A partir de estos ensayos más antecedentes recopilados desde las investigaciones anteriores de INFOR y otras fuentes se deberían conformar bases de datos de crecimiento y rendimiento según especie y procedencia.

Un tercer punto analizado correspondió a la logística de cosecha y transporte de la biomasa, y de la forma de utilización. Se mencionó la necesidad de estudios de la maquinaria disponible, tanto para la cosecha como para el transporte, así como de las condiciones del material biomásico. Una vez analizados estos factores se debería estudiar el modo de utilización de la biomasa; chips, pellets u otras formas. Cada uso dependerá de las condiciones o escenarios donde se desee utilizar esta biomasa; generación eléctrica o térmica, domiciliaria o industrial.

Se abrió también la discusión en torno al Pellet y cómo este producto a incrementado su participación en el mercado chileno. Los profesionales de la Universidad de Freiburg mencionaron su experiencia al respecto agregando que es una buena opción para uso en generación térmica para comunidades, edificios públicos y otras aplicaciones. Agregaron que lo importante es conocer las características técnicas y económicas de este producto y de la biomasa que se utilizará, y las opciones de abastecimiento de la biomasa antes de recomendar su uso.

En el tema tecnológico recomiendan realizar estudios respecto del tipo de biomasa a utilizar para la producción de pellet en Chile, analizando distintas especies, zonas de crecimiento y características del aserrín o virutas para hacer el pellet, y caracterizar el pellet resultante. Para esto se requiere de un número importante de pruebas y de laboratorios para hacer los análisis, estando la universidad dispuesta a participar y apoyar este estudio, junto con prestar asesoría para la instalación de un laboratorio para estos fines en INFOR.

Desde el punto de vista económico, se analizaron opciones para la realización de estudios para demostrar la eficacia económica de este tipo de soluciones para energía, ya sea en forma de astillas o pellet. Esto implica análisis a distintas escalas; local, comunal, provincial o regional, y conocer las tecnologías disponibles para el uso de este tipo de material y las condiciones de ubicación, transporte y abastecimiento de la biomasa. El análisis de las distintas combinaciones de escenarios permitiría revisar en qué circunstancias recomendar el uso de uno u otro tipo de combustible, en qué condiciones y en qué escenarios de demanda, consumo, precios y otros. Para estos análisis la universidad también manifestó su disposición a participar de proyectos conjuntos.

Finalmente, se abordó la necesidad de conformar en Chile una red de trabajo en torno a la biomasa. Esto requiere de reunir en torno a este tema a distintas entidades, tales como ministerios (energía, agricultura, salud, medioambiente), INFOR, gobiernos locales, universidades, propietarios, empresas forestales, CONAF, CORMA, comunidades indígenas, municipios, empresas de servicios, consultores, empresas generadoras de energía, pymes forestales, privados y otros. La conformación de esta red permitiría consensuar acciones o puntos de vista respecto del uso de la biomasa, definir acciones requeridas en beneficio del sector, afrontar en conjunto las demandas o desafíos que se generan en esta temática y tener una voz común ante la sociedad y sus demandas, entre otros beneficios.

Durante el viaje de vuelta a Frankfurt se visitó el Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (Instituto de Investigación de Agricultura) donde se observó la

investigación relacionada con plantaciones para bioenergía utilizando diferentes especies forestales y otras herbáceas como el *Miscanthus sp.*



**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE AGRICULTURA, ENSAYOS DE PLANTACIONES PARA BIOENERGÍA CON DIFERENTES ESPECIES ARBÓREAS (IZQ) Y *Miscanthus sp* (DER)**

## COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Ante la necesidad de aplicar conocimientos relativos al valor de las energías renovables en Chile, se formuló y adjudicó a CONICYT en el marco de las actividades del Programa de cooperación científica internacional convocatoria 2013, el proyecto Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations. El proyecto está siendo desarrollado en conjunto por The Institute of Forest Utilization (FOBAWI) de la Universidad de Freiburg y el Instituto Forestal de Chile. En el marco de esta iniciativa se generó y realizó una gira tecnológica por Alemania para conocer la situación actual de los modelos de manejo de plantaciones forestales de corta rotación (SRC) para la producción de biomasa para su uso en la generación de energía.

La dendroenergía es la energía que se produce en base a la combustión de biomasa como madera, leña, astilla, pellets, briquetas y carbón. La gira contempló el estudio del proceso de producción de la dendroenergía dentro del marco de la sostenibilidad energética, esto es que la producción de energía asegure un equilibrio entre la seguridad energética (sostenibilidad en el tiempo), la equidad social (accesible para todos) y la mitigación del impacto ambiental, lo que se traduce en el desarrollo de sistemas de energía estables, accesibles y ambientalmente aceptables.

Se visitaron proyectos de producción de especies forestales de rápido crecimiento (álamos, sauces, otras), se observó sus cuidados silviculturales, su productividad, los mercados de la energía, funcionamientos comunitarios, logística y abastecimiento, entre otros aspectos.

En esta gira, los investigadores de INFOR de la Sede Bio Bio, Juan Carlos Pinilla y Cisco Aust, visitaron la Universidad de Freiburg en Alemania, para conocer el desarrollo de los conceptos de utilización regional de la biomasa procedente de plantaciones de corta rotación como un recurso para los sistemas de calefacción y energía locales.

El objetivo de la gira fue intercambiar experiencias con profesionales y científicos con amplios conocimientos sobre árboles forestales de corta rotación y diseño de proyectos en materia energética, con el objetivo de extender la utilización económica y sostenible del potencial de bioenergía en Chile, junto con propietarios de la tierra y empresas pequeñas y medianas, y propiciar el intercambio científico en el sector de la bioenergía.

El programa de trabajo consideró la visita de los investigadores de INFOR a las Universidades de Freiburg y Rottenburg en Alemania, así como a otras instituciones de

investigación y empresas relacionadas con el uso de la biomasa forestal en la producción de energía y de calefacción distrital. La gira permitió además, interactuar con los investigadores del Institute of Forest Utilization (FOBAWI) para conocer los principales conceptos relacionados con la utilización de especies forestales en bosques de corta rotación, la silvicultura empleada, las aplicaciones locales de calefacción distrital en base a biomasa, los suministros establecidos con madera para energía. Se visitaron plantaciones para energía en diversas localidades de Alemania, se conoció a los actores estratégicos y se analizó la posibilidad de formulación de propuestas de trabajo conjunto que permitan crear una red bilateral de trabajo en bosques de corta rotación para energía.

Las visitas realizadas, las reuniones de trabajo sostenidas y las conversaciones con expertos y productores de biomasa, no hacen sino confirmar que las plantaciones dendroenergéticas o bosques para energía constituyen una importante opción, tanto desde el punto de vista económico como del ambiental. Estas plantaciones están destinadas a suministrar en el corto y mediano plazo, un abastecimiento seguro de biomasa frente a la creciente demanda de energía que requiere el desarrollo económico y productivo. Esta biomasa es utilizada por medio de la combustión, generando energía térmica o eléctrica, sea en un sistema de calefacción interconectado o directamente para la producción de energía eléctrica.

La gestión del uso de la biomasa requiere del análisis de variados factores, desde la recolección de la biomasa en el bosque, el tratamiento de esta materia prima para su uso como chips o pellet, la inversión en equipos térmicos y su mantenimiento, hasta la venta de energía útil al cliente.

Esta generación requiere de una base tecnológica y de investigación con el objetivo de mejorar la eficiencia en todo el ciclo de la biomasa. En este sentido se destaca que la innovación es un pilar fundamental, requiriendo de aplicaciones tecnológicas para hacer seguimiento y control durante la recogida de la biomasa y la logística de las materias primas así como el monitoreo en los consumos y los niveles de confort de las instalaciones térmicas que se gestionan.

Desde el área de ingeniería, se observó que hay diferentes opciones para el uso de la biomasa para la generación térmica, es posible instalar nuevas calderas de biomasa en centros domiciliarios o la reconvertir calderas a petróleo para su uso con biomasa. Existen empresas que realizan proyectos de transformación de salas de calderas a biomasa y redes de distrito, generando energía térmica consiguiendo ahorros elevados respecto a otros combustibles. Esto incluye la opción que una empresa comercialice la energía directamente, suministrando los equipos requeridos, su instalación, mantención y la biomasa requerida para su funcionamiento, incorporando una adición de valor a la biomasa que se vende en forma regular para el funcionamiento de los equipos, por un determinado plazo luego del cual el dueño de casa o la comunidad se hace dueña de toda la instalación.

Esta transformación es una real posibilidad para su uso en calefacción distrital o bien para su uso en servicios, tales como hospitales, edificios públicos, universidades, otros. Solución que es factible de utilizar en Chile con biomasa en radios adecuados de abastecimiento y, en especial, en áreas aisladas o ciudades con problemas de contaminación derivados del uso inadecuado de biomasa, tales como Temuco, Chillán o Coyhaique, entre otras.

Durante la visita se discutió acerca del denominado círculo virtuoso de la biomasa, que recomienda la promoción de la sustitución de los contaminantes combustibles fósiles potenciando las ventajas socioeconómicas y ambientales que la bioenergía tiene para la sociedad.

El desafío ahora es concretar, a través del proyecto bilateral estudiar la aplicación en Chile de la experiencia alemana. Para esto es necesario definir con claridad donde localizar este tipo de instalaciones y con qué objetivo principal, conocer el verdadero potencial existente de en volumen de biomasa posible de generar anualmente dentro el radio económico de abastecimiento de las instalaciones, y definir las tecnologías basadas en diferentes forma de biomasa como astillas, pellets u otras.

Existe así la evidente necesidad de generar información que permita caracterizar, cuantificar, zonificar y gestionar desde un punto de vista operativo, técnico y económico, el recurso biomasa existente o potencial, condición necesaria para propiciar la generación de emprendimientos productivos basados en la utilización de la biomasa forestal como fuente de energía, sobre el principio del aprovechamiento sustentable de las plantaciones y los bosques nativos. Así, sobre la base de las ERNC (Energía renovables No Convencionales) se podría llegar a significativas reducciones en el consumo de los contaminantes y cada día más costosos combustibles fósiles, y a generaciones energéticas más limpias y diversificadas.

INFOR, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y del proyecto bilateral con la Universidad de Freiburg, ha estado fortaleciendo su línea de trabajo en el área de dendroenergía y espera continuar haciéndolo en los próximos años. El proyecto bilateral concluye a fin de 2016, pero ya se está gestionando una continuidad en esta línea con el Gobierno Alemán.

Existe gran disposición de la Universidad de Freiburg y de otras instituciones alemanas visitadas en Alemania para cooperación mutua e iniciativas conjuntas, que tienen una importante experiencia en el tema, tanto en los aspectos silvícolas como en los de las tecnologías y escalas de generación energética.

INFOR por su parte, tiene completa información de inventarios forestales, tanto de plantaciones como de bosques nativos, a nivel comunal, provincial y nacional, con todo el respaldo digital que esto involucra, información que actualiza permanentemente, y está avanzando en la investigación silvícola sobre plantaciones de corta rotación para producción de biomasa, disponiendo ya de 8 ensayos con este fin entre las regiones de Maule y Aysén, en los cuales se está probando principalmente especies y espaciamientos de plantación, con aquellas especies que hasta ahora parecen adecuadas para generación de biomasa en turnos cortos, como acacias (*Acacia dealbata* y *A. mearssii*), varias especies de álamos (*Populus spp*), eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, *E. nitens* y *E. camaldulensis*) y varias especies de sauces (*Salix spp*). Estos ensayos contemplan tanto la evaluación de crecimiento según especie y espaciamiento como la caracterización técnica de la biomasa producida, en términos de poder calorífico, densidad y otras propiedades de interés para la generación de energía.

En consecuencia, cabría esperar en el corto plazo un significativo aporte de información procedente de las investigaciones y el inicio de algunos emprendimientos energéticos locales con el apoyo de las instituciones alemanas.

## REGLAMENTO DE PUBLICACION

**CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL** es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada, del Instituto Forestal de Chile, en la que se publican trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Se acepta también trabajos que han sido presentados en forma resumida en congresos o seminarios. Consta de un volumen por año, el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos, de diversos países y de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, este es enviado por el Editor a al menos dos miembros del Comité Editor para su calificación especializada. El autor o los autores no son informados sobre quienes arbitran su trabajo y los trabajos son enviados a los árbitros sin identificar al o los autores.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

## ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

### Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

**Título:** El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

**Resumen:** Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará a los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

**Introducción:** Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en lo que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o

compresión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

**Objetivos:** Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

**Material y Método:** Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

**Resultados:** Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

**Discusión y Conclusiones:** Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

**Reconocimientos:** Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

**Referencias:** Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

**Apéndices y Anexos:** Deben ser incluidos solo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

## Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

## PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español, inglés y portugués, redactados en lenguaje universal, que pueda ser entendido no solo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, interlineado sencillo y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Justificación ambos lados. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Usar formato abierto, no formatos predefinidos de Word que dificultan la edición.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 10, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el *Summary*. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el *Summary*.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 10 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

---

**EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE.** Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. [vvargas@infor.cl](mailto:vvargas@infor.cl)

---

Título puntos principales (Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Solo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con dos espacios antes y uno después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo.

Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guion y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencias citadas en texto y solo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: .... señalaron que... (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

**Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967.** Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Solo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página.

Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su uso.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atentas a la Real Academia Española (RAE) y el Sistema Internacional de Unidades (SI). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que la unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como Watts (W), Newton (N) y otros. Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m**, metro cúbico **m<sup>3</sup>**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha**, toneladas **t**, metros cúbicos por hectárea **m<sup>3</sup>/ha**.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa y deben aparecer al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos; "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o a los miembros del Comité Editor que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

## ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor (sbarros@infor.gob.cl). El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

Respecto del peso de los archivos, tener presente que hasta 5 Mb es un límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que



siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como RTF.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente y no hay observaciones de fondo por parte del Comité Editor, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte), editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.





# CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL

ARTICULOS	PÁGINAS
DESARROLLO DE BANCO DE HONGOS COMESTIBLES INSTITUTO FORESTAL. <b>Chung, Patricio. Chile.</b>	7
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRATA HERBÁCEA EN PRADERAS Y BOSQUES DE ÑIRRE ( <i>Nothofagus antártica</i> ) EN LA PATAGONIA SUR DE CHILE. <b>Alonso, Máximo ; Balocchi, Oscar y Schmidt, Andreas. Chile.</b>	43
HUERTOS MELÍFEROS CON ESPECIES FORESTALES NATIVAS, UNA ALTERNATIVA PARA APOYAR A LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA Y MEJORAR EL NEGOCIO APÍCOLA. <b>Molina, M. P.; Soto, H.; Gutiérrez, B.; González, J.; Koch, L.; Ipinza, R.; Rojas, P. y Chung, P. Chile.</b>	53
<b>APUNTES</b>	
HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES NOVEDOSOS EN EL BOSQUE NATIVO Y EN LAS PLANTACIONES DE PATAGONIA ANDINA, ARGENTINA. <b>Barroetaveña, C. y Toledo, C. V. Argentina.</b>	73
INFORME GIRA TÉCNICA SOBRE BOSQUES PARA ENERGÍA EN ALEMANIA. <b>Pinilla, Juan Carlos. Chile.</b>	89
<b>REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN</b>	105

