



BANCOS DE GERMOPLASMA DE INFOR BOLETIN ANUAL 2021

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación

**BANCOS DE GERMOPLASMA DE INFOR
BOLETIN ANUAL 2021**

Laura Koch Zuñiga¹ y Patricio Chung Guin-Po²

**INSTITUTO FORESTAL
2021**

¹ Investigadora Instituto Forestal. Sede Bio Bio lkoch@infor.cl

² Investigador Instituto Forestal. Sede Bio Bio pchung@infor.cl



INFOR



INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397. Ñuñoa

Santiago, CHILE

F. 223667115

www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-231-6

Registro Propiedad Intelectual N° 2022-A-2869

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando sea efectuada la cita correspondiente:

Koch Zuñiga, Laura y Chung Guin-Po, Patricio, 2021. Bancos de Germoplasma de INFOR. Boletín Anual 2021. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 64. Pp. 24

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: BANCO DE GERMOPLASMA VEGETAL IN VITRO	3
INTRODUCCIÓN.....	3
INFRAESTRUCTURA	4
COLECCIONES CONSERVADAS.....	4
PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION	6
CONSIDERACIONES FINALES	8
CONTACTO	8
SERVICIOS	9
REFERENCIAS	9
CAPITULO 2: BANCO DE DE CEPAS DE HONGOS	11
INTRODUCCIÓN.....	11
INFRAESTRUCTURA	12
COLECCIONES CONSERVADAS.....	13
PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION	13
CONSIDERACIONES FINALES	21
CONTACTO	21
SERVICIOS	21
REFERENCIAS	22
ANEXO 1: LISTADO RESUMIDO DE ESPECIES Y CANTIDAD DE CEPAS POR REGIÓN PRESENTES EN EL BANCO DE CEPAS DE HONGOS DEL INSTITUTO FORESTAL.....	23

INTRODUCCIÓN

El Instituto Forestal es el organismo de investigación forestal del Estado, tiene su origen en 1961 como un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Gobierno de Chile, en 1965 es creado por el Gobierno de Chile como uno de los Institutos Tecnológicos de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y más recientemente es adscrito al Ministerio de Agricultura. Hoy está estructurado en cinco grandes Áreas de Investigación, con objetivos de largo plazo, enfocadas en la Información y Economía Forestal, el Inventario y Monitoreo de los Ecosistemas Forestales, la Silvicultura y Manejo de los Ecosistemas Forestales, la Diversificación Forestal y la Tecnología y Productos de la Madera. Cada una de estas Áreas organizada en Líneas de Investigación en temas más específicos y con objetivos de corto y mediano plazo.

Una de las Líneas de Investigación del Área de Silvicultura y Manejo de los Ecosistemas Forestales está en la Conservación y Mejoramiento Genético, ámbito de trabajo que existe en INFOR desde los años 80 del siglo pasado. A partir de los resultados de proyectos anteriores. Como Introducción de Especies Forestales de rápido Crecimiento, de Manejo de Eucaliptos y otros se inician programas de mejoramiento genético para 7 especies del género *Eucalyptus* que en los ensayos anteriores mostraban altas tasas de crecimiento, introduciéndose desde Australia colecciones completas de semillas representativas del área de distribución natural de tales especies. Estos programas paralelamente requirieron mejorar tanto las técnicas de producción de plantas como las de establecimiento de plantaciones en terreno, de modo de asegurar su supervivencia y estimular un rápido crecimiento que permitiera realizar en el menor tiempo posible *rankings* genéticos e índices de selección del mejor material genético producido para características de interés productivo.

Con posterioridad, esta misma planificación y metodología se utilizó en varias especies nativas de interés maderero, como raulí, roble, coihue, lenga, laurel, entre otras, y en especies de uso tradicional en el mundo, como pino oregón, pino ponderosa y especies del género *Acacia*. En todos los casos se generó material genético valioso susceptible de clonación, que era necesario preservar con fines de investigaciones posteriores o para emprendimientos de terceros. En este marco nace en los años 90 el Laboratorio de Micropropagación de INFOR y su respectivo Banco de Germoplasma Vegetal *in vitro*.

Además, ante la necesidad de conocer la importancia de los microorganismos en la funcionalidad ecológica y productiva de los ecosistemas forestales, en el año 1999, se comienza a trabajar en el área de los hongos, mediante la captura y elaboración de inóculos biológicos de hongos ecto y endomicorrícicos para su aplicación en especies exóticas y nativas. Desde esa fecha hasta la actualidad, se ha generado una serie de proyectos que han tenido como líneas base: (i) la investigación para el desarrollo de Inóculos Biológicos basados en hongos micorrícicos para mejorar la supervivencia y crecimiento de las plantas forestales nativas y exóticas; (ii) el estudio de hongos micorrícicos comestibles; y (iii) investigaciones en el ámbito de los hongos saprofitos comestibles nativos y exóticos. Durante el transcurso de dichos proyectos, se generó a partir del año 2003, el Laboratorio de Micología, con un alto nivel de equipamiento que ha permitido desarrollar diversas investigaciones y asesorías en proyectos relacionados al área de los hongos. Paralelamente, se crea el Banco de Cepas Fúngicas, donde se guardan más de 60 especies y 570 cepas de macrohongos, para fines de investigación e iniciativas productivas.

En el presente boletín anual se presentan algunos antecedentes de los Bancos de Germoplasma (de plantas y hongos) que INFOR mantiene en su Sede Biobío, detallándose aspectos de su infraestructura, servicios, material resguardado y los datos de contacto de los investigadores involucrados.

CAPITULO 1

BANCO DE GERMOPLASMA VEGETAL *IN VITRO*

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de conservación *ex situ*, entendidos como la mantención de los organismos o germoplasma de los mismos fuera de su hábitat natural, surgen como una medida complementaria a los mecanismos de conservación *in situ*, y buscan el resguardo de los recursos genéticos fundamentalmente a través de operaciones de almacenamiento y propagación de colecciones de germoplasma representativos de la variabilidad que se desea preservar. En el caso de las plantas, estas se conservan en colecciones de campo y jardines botánicos, mientras que el germoplasma se mantiene en bancos de semillas, de polen, bancos *in vitro*, bancos de genes o de ADN (Glowka *et al.*, 1996; Seguel, 2001; Phartyal *et al.*, 2002).

El objetivo del almacenamiento *ex situ* es garantizar la viabilidad y la información del material almacenado, permitiendo de esta forma que se disponga de un efectivo resguardo del germoplasma obtenido en las campañas de recolección de las muestras representativas de la variabilidad genética que se desea conservar. Estas colecciones, adecuadamente almacenadas y administradas, permitirán, además de conservar los recursos genéticos, mejorar el conocimiento de las características anatómicas, fisiológicas y bioquímicas del material almacenado, y proporcionar propágulos para su utilización en programas educativos, de investigación, de mejora genética, y de restauración, entre otros (Cano, 2013).

La conservación *in vitro* constituye parte esencial de la estrategia general de conservación e intercambio de recursos genéticos en el mundo. Entre otras ventajas, ofrece la posibilidad de almacenar un gran número y variedad de muestras en un área reducida, además de garantizar la sanidad de las muestras e incrementar la posibilidad del intercambio de material vegetal.

Diversos autores mencionan que las técnicas basadas en biotecnología, como el cultivo *in vitro*, son métodos eficientes para la conservación de germoplasma (Dong & Dunstan, 1999; Benson *et al.*, 2011). Estos métodos pueden considerarse como herramientas para la conservación *ex situ*, siendo utilizados preferentemente para la preservación del germoplasma que es cultivado en forma clonal. Engelmann & Takagi (2000) señalan que la conservación de germoplasma *in vitro* permite mantener duplicados seguros de los genotipos de interés, disponer de numerosos genotipos en un espacio reducido, producir vitroplantas en un período de tiempo relativamente corto y facilitar la manipulación del material vegetal, dado que su desarrollo fisiológico es homogéneo. Además, el método tiene la ventaja de preservar los tejidos en un estado juvenil, aspecto que es esencial para permitir la propagación vegetativa, a gran escala de los genotipos resguardados (Watt *et al.*, 2000).

Considerando lo anterior, la conservación de la diversidad genética de especies arbóreas mediante técnicas *in vitro* también ha sido ampliamente explorada y utilizada en programas de conservación *ex situ*, como método de resguardo de recursos genéticos forestales.

El Instituto Forestal (INFOR), con el fin de conservar germoplasma manteniendo su juvenilidad e integridad genética, ha implementado un banco activo de germoplasma vegetal *in vitro* en el Laboratorio de Micropropagación de la línea de Conservación y Mejoramiento Genético, que funciona en su sede Biobío. Este ha desarrollado diversos programas de mejoramiento genético y conservación de especies exóticas y nativas, contando hoy con un gran número de árboles superiores de distintas especies forestales de valor comercial y ecológico. Estos árboles han sido seleccionados en base a sus características de crecimiento, rectitud y forma del fuste, y en algunos casos, también se han utilizado criterios de resistencia a estrés abióticos, como tolerancia al déficit hídrico y compuestos químicos. Dado que el diferencial de selección de estos ejemplares es muy elevado, su productividad potencial es sustancialmente mayor a la obtenida en plantaciones comerciales sin selección de material genético.

Algunos de los genotipos más valiosos de dichos programas de mejoramiento han sido rejuvenecidos mediante el uso de técnicas de organogénesis y hoy se cuenta con protocolos específicos de micropropagación para la producción de vitroplantas, que en una etapa posterior, pueden ser masificadas a escala operacional a través de técnicas de enraizamiento de estacas o macropropagación. En su actual modalidad de funcionamiento, el banco permite efectuar conservación *in vitro* de germoplasma forestal a corto y mediano plazo.

El objetivo del laboratorio de micropropagación, es prestar servicios de propagación a los proyectos institucionales de investigación, desarrollando estudios de protocolos para la multiplicación *in vitro* de especies o genotipos específico de interés maderero, frutoforestal o ecológico y paralelamente la mantención del material vegetal a través de la conservación del Banco de Germoplasma *in vitro*.

INFRAESTRUCTURA

Las instalaciones del laboratorio y banco de conservación están especialmente diseñadas y equipadas para el adecuado desarrollo de las actividades asociadas a la propagación y mantenimiento *in vitro* de la colección del Banco de Germoplasma. El equipamiento incluye autoclave, destilador de agua, hornos de secado, balanzas semianalíticas, pH-metros, agitadores, lupa estereoscópica, cámaras de flujo laminar, salas de crecimiento y conservación, más todo el complemento de insumos, reactivos y accesorios asociados a esta labor (Figura N°1).



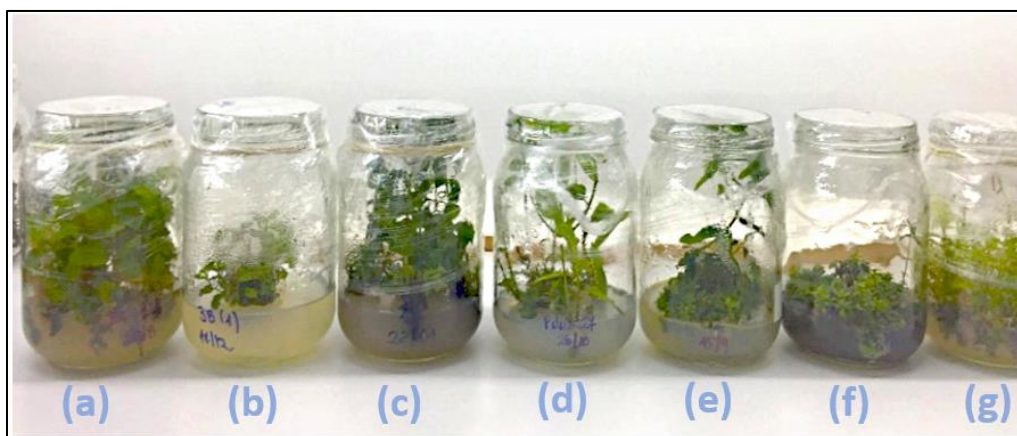
Figura N° 1. Instalaciones Laboratorio Micropropagación Banco Germoplasma *in vitro*

COLECCIONES CONSERVADAS

Actualmente en el banco de conservación *in vitro* se mantiene germoplasma viable de 87 árboles selectos, pertenecientes a tres especies nativas (*Nothofagus alpina*, *N. pumilio* y *Peumus boldus*) y cuatro especies exóticas (*Castanea sativa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus* y *Acacia melanoxylon*) (Figura N° 2).

En todos los casos se trata de árboles de características superiores identificados en los programas de mejoramiento genético de INFOR, en función de atributos de propósito general como crecimiento, rectitud, forma del fuste y sanidad; en algunas especies también se han aplicado criterios de resistencia a estreses abióticos, como tolerancia al déficit hídrico y variables fenotípicas y químicas de interés comercial.

Las colecciones conservadas en el banco de germoplasma *in vitro* de INFOR se resumen en el Cuadro N° 1 y se detallan a continuación:



(a) Raulí (*Nothofagus alpina*); (b) lenga (*N. pumilio*); (c) boldo (*Peumus boldus*); (d) castaño (*Castanea sativa*); (e) *Eucalyptus camaldulensis*; (f) *E. globulus*; y (g) aroma australiano (*Acacia melanoxylon*).

Figura N° 2. Especies forestales conservadas en banco de germoplasma in vitro

Cuadro N° 1. Resumen de colecciones en el banco de germoplasma in vitro

Especie	Clones (N°)	Criterio de selección	Uso
<i>Nothofagus alpina</i>	39	Volumen y forma	Madera
<i>Nothofagus pumilio</i>	2	Volumen y forma	Madera
<i>Castanea sativa</i>	5	Volumen y forma	Madera
<i>Eucalyptus globulus</i>	19	Volumen y forma	Madera
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	8	Volumen y forma	Madera
<i>Acacia melanoxylon</i>	4	Volumen y forma	Madera y Bioenergía
<i>Peumus boldus</i>	10	Compuestos activos	Hojas
TOTAL	87		

***Nothofagus alpina* (raulí)**

El material vegetal representado en el banco corresponde a treinta y nueve árboles plus adultos, con edades que fluctúan entre 40 y 100 años, los cuales fueron seleccionados en rodales naturales, en función de su manifiesta superioridad en atributos de crecimiento y forma, lo que los constituye en individuos especialmente deseables para el establecimiento de plantaciones con fines de producción maderera. Los árboles seleccionados se encuentran localizados en toda el área de distribución natural de la especie, que abarca desde los 35° hasta los 41° de latitud Sur.

***Nothofagus pumilio* (lenga)**

Los árboles conservados en el banco corresponden a dos individuos juveniles seleccionados en un ensayo de progenies establecido en la Reserva Forestal Coyhaique. En este caso la selección se basó en la evaluación genética cuantitativa del ensayo, utilizando un índice de selección para la variable altura. A su vez el ensayo donde se efectuó la selección representa a las progenies de polinización abierta de árboles adultos seleccionados en bosques naturales de tres procedencias de lenga en la región de Aysén.

***Peumus boldus* (boldo)**

El material vegetal conservado representa a 10 individuos adultos seleccionados por su alta productividad química (alto contenido de alcaloides, flavonoides y aceites esenciales), localizados en Rauco, región del Maule.

***Castanea sativa* (castaño)**

En el banco se preservan explantes de cinco individuos, seleccionados en plantaciones forestales adultas de entre 40 y 60 años de edad, ubicadas entre las regiones del Biobío y Los Lagos. Los individuos representados corresponden a árboles plus que exhibían crecimientos superiores a la media de sus rodales, así como excelentes atributos de sanidad y forma de fuste. En todos los casos se trata de plantaciones establecidas y manejadas con fines forestales y no de plantaciones frutales.

Eucalyptus globulus

En el banco se conserva germoplasma *in vitro* de un total de 19 árboles plus. La mayoría de ellos fueron seleccionados en plantaciones establecidas en condiciones de secano entre las regiones de Coquimbo y Biobío, y corresponden a individuos que exhibían características superiores de volumen y forma en ambientes en que las limitaciones hídricas restringen el crecimiento de la especie. Adicionalmente se incluyen individuos de sobresalientes características productivas identificados en las evaluaciones genéticas de los ensayos de procedencias y progenies australianas que constituyen las poblaciones bases del programa de mejoramiento genético para eucaliptos desarrollado por el Instituto Forestal

Eucalyptus camaldulensis

El banco conserva material genético (explantes *in vitro*) de ocho árboles plus, seleccionados por su capacidad para exhibir superioridad productiva en terrenos con limitaciones hídricas en las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

Acacia melanoxylon

El banco conserva germoplasma *in vitro* de cuatro árboles plus adultos, seleccionados en función de su superioridad en volumen y forma de fuste en rodales prospectados en las regiones de Biobío a Los Lagos.

En general el material conservado en el banco corresponde a individuos de interés para la producción maderera. En situaciones como las de raulí, se trata de un ideal de árbol, escaso en los bosques naturales, debido a que ha sido preferencialmente cosechado en las intervenciones de "floreo" que fueron tradicionales en el país.

PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION

La introducción del material vegetal para el inicio del proceso de conservación se hace a través de técnicas de micropropagación (Figura N° 3), específicamente organogénesis somática. Para este efecto se utilizan como explantes iniciales brotes epicórmicos; yemas latentes, inducidas a brotar en laboratorio bajo condiciones controladas de temperatura y humedad; y segmentos nodales.

Como consideración previa, cada vez que se ingresa material al banco se registra los datos característicos de las muestras. Estos describen el origen, características geográficas y medioambientales que permiten conocer el sitio donde se realizó la cosecha.

El método de conservación *in vitro* utilizado en el banco de germoplasma forestal de INFOR se basa en el empleo de técnicas de crecimiento retardado, donde la conservación *in vitro* se realiza

manteniendo los explantes confinados en frascos de vidrio con medio aséptico y sustancias nutritivas adecuadas para permitir la formación de brotes a un ritmo reducido, disminuyendo la división celular y el metabolismo de la planta. Este método tiene como objetivos incrementar la longevidad *in vitro* de los cultivos sin que se produzcan cambios genéticos, por tanto, no hay una detención total de los procesos celulares sino una disminución en la velocidad con que ocurren los mismos y así se reduce la frecuencia de transferencia de las plantas a medio de cultivo fresco (Roca *et al.*, 1994).

Los explantes se cultivan en frascos de vidrio, que contienen medio nutritivo aséptico (Cuadro N° 2) adicionado con hormonas del tipo citocininas y, dependiendo de la especie, también con auxinas, ambas en concentraciones muy bajas, pero suficientes para permitir la formación de nuevos brotes.

Normalmente los cultivos se someten a diversas modificaciones, principalmente la reducción de los niveles de minerales, la reducción del contenido de sacarosa y/o la manipulación del tipo y concentración de reguladores del crecimiento. La renovación del medio nutritivo se realiza a intervalos de más de 60 días, de acuerdo al protocolo de cada especie.



(a) Yemas latentes de varetas de *Peumus boldus*; (b) Desarrollo de brotes epicórmicos; (c) Brotación inducida *in vitro*; (d) Multiplicación de brotes; (e) Elongación de brotes; (f) Selección de brotes para enraizar; (g) Brotes inducidos a enraizamiento; (h) Enraizamiento de brotes; (i) Aclimatación de plantas completas.

Figura N° 3. Esquema de introducción material vegetal *in vitro* y posteriores etapas de multiplicación, elongación y enraizamiento mediante organogénesis de brotes epicórmicos.

Cuadro N° 2. Formulaciones de medios nutritivos para conservación de Banco Germoplasma

Especie	Descripción
<i>Nothofagus pumilio</i>	BTM, suplementado con 2% de sacarosa, 7g/l de agar, 0,22 mg/L de BAP, 0,002mg/L de ANA, 250mg/L de caseína hidrolizada y 20mg/L de Putrescina.
<i>Nothofagus alpina</i>	BTM, adicionado con 0,125 mg/L de BAP, 2% de sacarosa y 7 g agar.
<i>Castanea sativa</i>	BTM, adicionado con 0,125 mg/L de BAP, 2% de sacarosa y 7 g agar.
<i>Acacia melanoxylon</i>	MS, complementado con 0,1 mg/L de tiamina, 0,1 mg/L de Piridoxina, 0,5 mg/L de ácido nicotínico, 100 mg/L de Minositol, 7 g/l de agar, 2% de sacarosa, 0,22 mg/L de BAP y 0,0018 mg/L de ANA.
<i>Eucalyptus globulus</i> y <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	MS, complementado con 0,1 mg/L de tiamina, 0,1 mg/L de Piridoxina, 0,5 mg/L de ácido nicotínico, 100 mg/L de Minositol, 7 g/l de agar, 2% de sacarosa, 0,22 mg/L de BAP y 0,0018 mg/L de ANA.
<i>Peumus boldus</i>	MS, complementado con 0,1 mg/L de tiamina, 0,1 mg/L de Piridoxina, 0,5 mg/L de ácido nicotínico, 100 mg/L de Minositol, 7 g/l de agar, 2% de sacarosa, 0,5mg/L de BAP y 0,0018 mg/L de ANA.

MS: (Murashige y Skoog, 1962)

BTM: Broad Leaved Tree Medium (Chalupa, 1983)

Las colecciones de germoplasma se mantiene en una sala de incubación con 18 a 20 °C de temperatura y fotoperíodo de 16 h luz y 8 h de oscuridad . Las condiciones óptimas para el crecimiento lento deben determinarse antes del almacenamiento y generalmente se requiere experimentación para lograr resultados óptimos.

El comportamiento de muchos cultivos depende de la calidad, intensidad y fotoperíodo de la luz que reciben, dado que varias enzimas involucradas en el desarrollo y en el metabolismo secundario son influenciadas por la luz. Entre otras cosas la intensidad de la luz regula el tamaño de las hojas y los tallos, así como su vía de morfogénesis, y está involucrada en la formación de pigmentos y en la hiperhidratación (Moreira da Silva & Debergh, 1997).

CONSIDERACIONES FINALES

El éxito de la conservación *in vitro* radica en las labores cotidianas que se llevan a cabo para su buen funcionamiento. Una de las labores principales es la supervisión de las condiciones físicas de la sala de incubación (temperatura, luz, humedad, asepsia), como también revisar el estado fisiológico y fitosanitario del material vegetal que se está conservando.

Los procedimientos señalados han permitido conservar germoplasma viable en el banco de INFOR hasta la fecha. No obstante, el alto costo que han significado los permanentes subcultivos que se han requerido durante todo ese periodo confirma las ventajas y conveniencia de disponer de medios para almacenamiento criogénico.

Se recomienda a futuro evaluar el empleo de técnicas de criopreservación para el almacenamiento en el largo plazo del germoplasma, teniendo en consideración el equipamiento correspondiente, además de implementar un sistema de evaluación periódica de la viabilidad y trazabilidad de las accesiones.

CONTACTO

Laura Koch Zuñiga. Investigadora, Encargada de Laboratorio de Micropropagación de Instituto Forestal. Línea de Investigación Conservación y Mejoramiento Genético Forestal. Km 7,5, Camino a Coronel, San Pedro de la Paz. Concepción. lkoch@infor.cl.

SERVICIOS

- Desarrollo de protocolos de conservación de germoplasma vegetal *in vitro*
- Capacitación en técnica de cultivo *in vitro*
- Disponibilidad de material vegetal *in vitro* para investigación o emprendimiento

REFERENCIAS

- Benson, E., Harding, K., Debouck, D., Dumet, D., Escobar, R. *et al.* (2011). Refinement and standardization of storage procedures for clonal crops - Global Public Goods Phase 2: Part I. Project landscape and general status of clonal crop *in vitro* conservation technologies. System-wide Genetic Resources Programme, Rome, Italy.
- Cano, M. (2013). Aplicación de la micropropagación y criopreservación a la conservación *ex situ* de especies vegetales de interés. Tesis Doctoral Memoria presentada para aspirar al Grado de Doctora por la Universidad de Alicante. España. pp. 28
- Chalupa, V. (1983). Micropropagation of conifer and broad-leaved forest trees. *Communicationes Instituti Forestalis Cechosloveniae* 13: 7-39.
- Dong, J. and Dunstan, D. (1999). Cloning and characterization of six embryogenesis-associated cDNAs from somatic embryos of *Picea glauca* and their comparative expression during zygotic embryogenesis. *Plant Molecular Biology*, 39. Pp: 859-864.
- Engelmann, F. and Takagi, H. (2000). Cryopreservation of tropical plant germplasm. Current research progress and application. JIRCAS, Tsukuba, Japón/IPGRI, Roma.
- Glowka, L., Burhenne-Guilmin, F. y Synge, H. (1996). Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica, UICN Gland y Cambridge. XII + 179pp.
- Moreira da Silva, M.H. and Debergh, P.C. (1997). The effect of light quality on the morphogenesis of *in vitro* cultures of *Azorella vidalii* (Wats.) Feer. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 51(3): 187-193.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*, 15. Pp: 473-497.
- Phartyal, S., Thapliyal, R., Koedam, N. and Godefroid, S. (2002). *Ex situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. *Current Science*, 83(11):1351-1357.
- Roca, W., Escobar, R. y Mafla, G. (1994). Conservación de germoplasma de yuca *in vitro*. Principios y técnicas. CIAT, Cali.
- Seguel, I. (2001). Conservación de recursos fitogenéticos *ex situ*. En: PROCISUR. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. 12 p. http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnica/docencia/materiales%20apoyo/Conservacion_de_recursos_Fitogeneticos.pdf. (Consulta: Noviembre, 2013).
- Watt, M.P., Mycock, D., Blakeway, F. and Berjak, P. (2000). Applications of *in vitro* methods to *Eucalyptus* germplasm conservation. *Southern African Forestry Journal*, Volume 187 (1).

CAPITULO 2

BANCO DE DE CEPAS DE HONGOS

INTRODUCCIÓN

Los hongos cumplen un importante papel en los ecosistemas forestales, participando activamente en una diversidad de funciones y de interacciones que son fundamentales para su buen funcionamiento, presentando una gran diversidad, la que muchas veces no es tomada en cuenta al momento de actuar sobre estos ecosistemas. Sin embargo, en la actualidad se reconoce que la productividad de los bosques, su regeneración y la estabilidad del ecosistema dependen de muchos organismos dentro del cual se encuentran los hongos (Martínez de Aragón *et al.*, 2012).

Un factor clave para el buen funcionamiento de los ecosistemas, está dado por la diversidad fúngica, que actúa como movilizadora de nutrientes mediante diversas estrategias nutricionales como degradadores, patógenos o simbioses mutualistas. De acuerdo a Martínez de Aragón *et al.* (2012), el porcentaje de cada uno de estos tipos de hongos permite medir la sanidad del ecosistema. Estos investigadores señalan que, para un bosque mediterráneo sano, los hongos micorrícicos deben corresponder entre el 50 y el 66%, los saprófitos entre 40 y 60%, y los parásitos entre el 0 y el 5%. En general, un porcentaje de hongos micorrícicos superior al 30% es indicador de un bosque vigoroso. Además, estos investigadores han señalado que el desconocimiento sobre la presencia de determinadas especies y los efectos que tienen las modificaciones de clima o suelo, entre otros, pueden suponer una importante pérdida de biodiversidad, que no es percibida, pero que influirá en la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas forestales.

La ciencia de la micología ha experimentado adelantos en el campo agroindustrial, biotecnológico y ambiental, lo que ha permitido conocer los grandes beneficios que aportan estos microorganismos, como es en el área forestal con los hongos micorrícicos. Para facilitar su estudio se han creado varias colecciones de conservación en diferentes partes del mundo. Esta labor demanda una persistente vigilancia y atención debido a la dificultad técnica que involucra mantener las colecciones viables en el largo plazo (Ángel, 2006).

Entre los recursos micológicos se encuentran los hongos silvestres comestibles presentes en los bosques nativos chilenos. Ellos constituyen un atractivo negocio con elevados precios de venta, lo que ha generado una fuerte presión por su extracción y ha significado la desaparición de muchas de sus poblaciones naturales, debido principalmente a inadecuados métodos de recolección (Tacón & Palma, 2005). Esta sobreutilización de los recursos fúngicos, implica una disminución de la calidad y cantidad de los ejemplares que lo componen. Los sistemas de explotación utilizados se han limitado solo a extraer la totalidad de los ejemplares, sin claras posibilidades de un aprovechamiento sostenible en el tiempo, llegando incluso a la destrucción de los bosques que los albergan, como es el caso del *Boletus loyo*, especie catalogada como “en peligro” (MMA, 2014).

Otras especies de hongos nativos que se encuentran amenazadas por extracción son *Grifola gargal* (gargal), *Cortinarius lebre* (lebre u hongo liebre) y varias especies del género *Ramaria* (changle amarillo o rosado), *Morchella* (morchela, morilla) y *Cyttaria* (digüeña, pinatra, llao-llao). Los cuerpos fructíferos de estas especies son recolectados por habitantes de zonas rurales para su consumo o venta. Para muchos recolectores los hongos nativos son una de sus principales fuentes de ingresos, siendo un recurso cada vez más escaso y que posee una alta demanda por sus excelentes cualidades culinarias y precio (TACI, 2003).

La implementación de acciones que permitan resguardar el patrimonio fúngico nacional es necesaria para contrarrestar los efectos de su recolección indiscriminada, la que constituye un agente de degradación. También es necesario incentivar el manejo forestal sustentable considerando la conservación de los recursos fúngicos.

En los últimos años los productos forestales del bosque nativo, entre ellos los hongos silvestres comestibles, han concentrado la atención de diversos profesionales, debido a la oportunidad que se presenta para la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sustentable y también por los altos niveles de comercialización que han alcanzado a escala global diversos productos derivados de ellos (Saavedra, 2004).

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

INFRAESTRUCTURA

El Laboratorio de Micología de INFOR cuenta con una adecuada infraestructura y equipamiento para la realización de trabajos de investigación y de manejo de muestras fúngicas para los procesos de aislamiento y mantención del material recolectado en terreno (Figura N° 4). Para ello, cuenta con una serie de equipos tecnológicos, como autoclaves, estufas, freezer, centrifugas, cámaras de crecimiento, cámaras de flujo laminar, destiladoras de agua, pesas analíticas y semianalíticas, refrigeradores, salas climatizadas, microscopios, lupas estereoscópicas, peachímetros, entre otros equipamientos, para llevar a buen término dichos trabajos.



(a) Área Central de recepción, manejo de material y confección de medios. (b) Área de Manejo Aséptico del material fúngico. (c) Área de Crecimiento y Masificación micelial y (d) Planta Piloto de Cultivo de Hongos.

Figura N° 4. Áreas del Laboratorio de Micología

COLECCIONES CONSERVADAS

El detalle de las colecciones de hongos que se conservan en el banco de cepas de INFOR se resume en el Anexo 1 de este boletín.

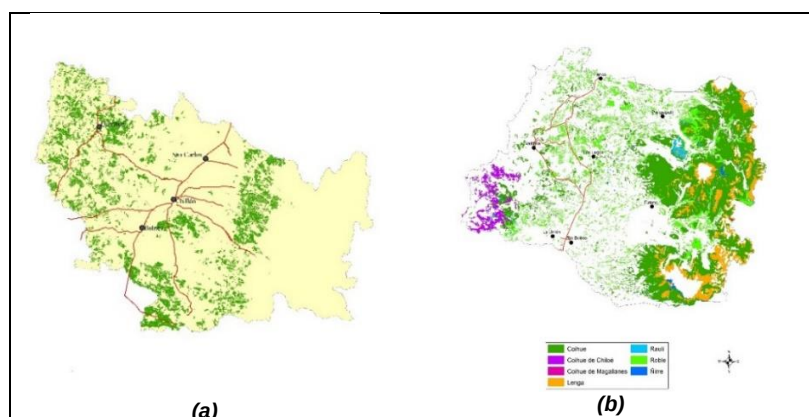
PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION

El trabajo que se lleva a cabo en el Laboratorio de Micología del Instituto Forestal en Concepción, tiene como objetivo realizar investigaciones relacionadas con hongos comestibles y medicinales. En forma complementaria, se continúan desarrollando actividades de captura y aislación de especies y cepas, con el propósito de contar con material suficiente para realizar dichas investigaciones (Anexo 1). Existe un programa anual cuyo objetivo es la mantención a largo plazo mediante subcultivos y traspaso de micelio a medio fresco a lo que se agregan actividades de recolección y aislación de nuevo material fúngico, para seguir aumentando la colección de cepas almacenadas en el banco. También se desarrollan investigaciones respecto a desarrollo de material inoculante, protocolos de cultivo bajo condiciones controladas y síntesis micorrízica, entre otras que se pueden realizar en el laboratorio micológico.

Incorporación de Nuevos Especímenes al Banco de Cepas de Hongos

- Identificación de Ambientes

Se identifican los hábitats naturales donde se desarrollan las especies fúngicas, ya sea en bosques nativos, especialmente del género *Nothofagus*, o en plantaciones de especies exóticas, como *Pinus radiata*, *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Quercus spp.* y otras. En estas especies se puede encontrar un buen número de hongos silvestres comestibles (Figura N° 5). Esta actividad busca preservar tanto las especies como la variabilidad genética de las mismas, sobre todo de las especies endémicas.



(a) Distribución de plantaciones de *Pinus radiata* en la región de Ñuble.
(b) Distribución de las especies de *Nothofagus* en la región de los Ríos.

Figura N° 5. Ejemplo de mapas para la prospección y colecta de hongos.

Para la elaboración de los mapas se cuenta con el apoyo de la Línea de Investigación, Inventario Forestal Continuo de INFOR de la sede Biobío en Concepción, quienes utilizan el “Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” actualizado por CONAF, como también la información obtenida por el Instituto Forestal del Programa de Actualización de Plantaciones Forestales.

- Prospección y Colecta de Especímenes

Para iniciar la prospección y colecta, es necesaria la ocurrencia de precipitaciones otoñales, invernales y de primavera, junto con las temperaturas adecuadas que favorezcan la aparición de los cuerpos frutales de acuerdo al ciclo reproductivo de cada especie. Algunos aparecen en otoño-invierno, como loyo y changle, otros en primavera, como digüeñes y morchelas. La aparición de organismos como gargal, hongo ostra, hongo del álamo o enoki como lo conocen en Japón (Figura N° 6) se ve favorecida tanto por la humedad del suelo como de la madera.



(a) Digüeñe (*Cyttaria espinosae*); (b) morchela, morilla (*Morchella conica*); (c) changle (*Ramaria patagonica*); (d) loyo (*Boletus loyo*); (e) hongo del álamo (*Agrocybe cylindracea*); (f) enoki (*Flammulina velutipes*)

Figura N° 6. Algunos hongos silvestres comestibles de los bosques de Chile

Durante la colecta se toman fotografías de los especímenes, se identifican preliminarmente en terreno y se registran los datos que caracterizan el lugar de extracción. Para esto último se utiliza una ficha previamente confeccionada para este fin (Figura N° 7).

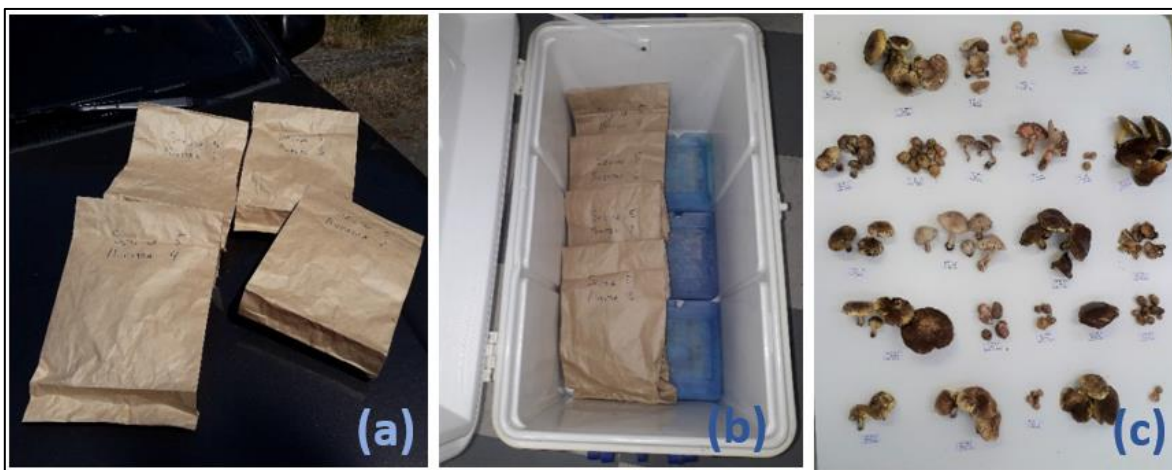
Para cada especie a colectar se extraen algunos ejemplares completos para facilitar su identificación, tratando de limpiar lo máximo posible el cuerpo fructífero de partículas de suelo y materia orgánica mediante una brocha o pincel grueso. Posteriormente se disponen en bolsas de papel para permitir la respiración del hongo e impedir la acumulación de humedad que deterioraría las muestras.

Se identifica cada bolsa con un código de colecta en terreno. Posteriormente, las bolsas ya codificadas se almacenan en contenedores plásticos con *ice packs* para su preservación en frío durante el viaje hacia el lugar de identificación y aislación definitiva (Figura N° 8).

DATOS DE TERRENO									
Sector N°	Identificación preliminar								
Coordenadas	1°				2°				
Región									
Tipo Suelo									
Especie asoc.					Altitud				
Fecha Colecta					Raleo-Manejo				
Edad del Rodal					Densidad				
Exposición	N	S	E	O	NE	NO	SE	SO	P
Otros datos									
Nombre Colector: _____									

Figura N° 7. Ficha de antecedentes para cada cepa colectada

El transporte de las muestras desde el lugar de colecta hasta el laboratorio debe efectuarse en menos de dos días, para después proceder a la codificación, identificación y aislación definitiva del hongo colectado (Figura N° 8). Para confirmar la identificación final se utiliza bibliografía especializada o se efectúan consultas a un especialista en taxonomía fúngica.



(a) Muestras en bolsas de papel con código para identificación del sitio. (b) Contenedor con ice pack para mantener muestras a 3 a 4°C. (c) Ordenación y codificación de muestras en laboratorio.

Figura N° 8. Procedimientos de colecta de especímenes en terreno y adecuación de muestras en laboratorio para su procesamiento y aislación

- Codificación

Para ordenar los especímenes colectados, aislados e incorporados al cepario de hongos comestibles del Instituto Forestal, se utiliza una codificación que permite vincular la información de

terreno, los registros fotográficos y las diferentes cepas aisladas (Figuras N° 9 y N° 10). El código a aplicar es el siguiente:

IFAABBCCC

Donde:

IF: Instituto Forestal (Institución Colectora)

AA: Región de Chile

BB: Sector de Colecta

CCC: Número de la cepa



Figura N° 9. Ejemplo de registro fotográfico de especímenes recolectados con sus códigos de identificación

Código	Especie probable	Sector	Coordenadas Geográficas		Región	Suelo	Altitud m.s.n.m.	Especie asociada	Mes Colecta	Año	Edad del rodal (años)	Exposición	Densidad (arb/ha)	Raleo o Manejo	Tipo Hongo
			Latitud	Longitud											
IF1601001	<i>Agaricus campestris</i>	Guarilhue	18H 0701901	5949351	XVI	Arcilloso	128	<i>Pinus radiata</i>	Abril	2020	12	SE	3x4	No	S
IF1601002	<i>Suillus luteus</i>	Guarilhue	18H 0701901	5949351	XVI	Arcilloso	128	<i>Pinus radiata</i>	Abril	2020	12	SE	3x4	No	M
IF1601003	<i>Paxillus involutus</i>	Guarilhue	18H 0701901	5949351	XVI	Arcilloso	128	<i>Pinus radiata</i>	Abril	2020	12	SE	3x4	No	M
IF1601004	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	Guarilhue	18H 0701901	5949351	XVI	Arcilloso	128	<i>Pinus radiata</i>	Abril	2020	12	SE	3x4	No	M
IF1601005	<i>Volvariella speciosa</i>	Guarilhue	18H 0701901	5949351	XVI	Arcilloso	128	<i>Pinus radiata</i>	Abril	2020	12	SE	3x4	No	S

Figura N° 10. Ejemplo de registro de antecedentes por cepa colectadas en terreno junto al código de identificación.

- Aislación de los Hongos

Se realiza bajo condiciones asépticas (*in vitro*), utilizando diversos medios nutritivos que permitan aislar y conservar cada muestra fúngica específica. Los medios que se utilizan más habitualmente son 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° 3).

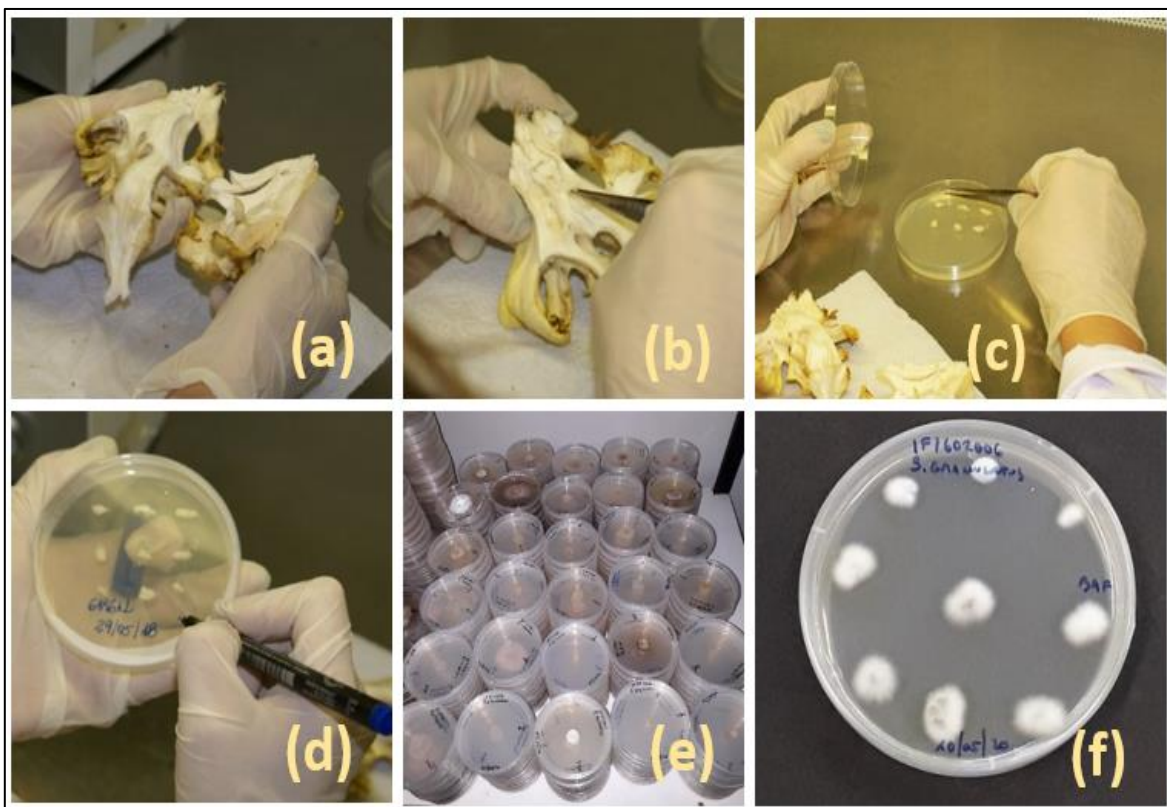
Cuadro N° 3. Formulación de los medios de crecimiento utilizados

Nutrientes	Composición de Medios de Cultivo		
	MMN	BAF	PDA
Fuentes de carbohidratos			
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
Nutrientes Minerales			
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,25 g		
FeCl ₃ • 6 H ₂ O		10 mg	
ZnSO ₄ • 7H ₂ O		1 mg	
MnSO ₄ • 4 H ₂ O		5 mg	
KH ₂ PO ₄	0,5 g	0,5 g	
MgSO ₄ • 7H ₂ O	0,15 g	0,5 g	
CaCl ₂	0,05 g	100 mg	
FeCl ₃	1,2 ml (sol. 1%)		
NaCl	0,025 g		
Vitaminas			
Tiamina HCl	0,01 mg	0,05 mg	
Biotina		0,001 mg	
Ácido Fólico		0,1 mg	
Inositol		50 mg	
Agua Destilada	1.000 ml	1.000 ml	1.000 ml
pH	5,6	5,6	5,6
Agar	15 g	15 g	15 g

La inoculación de los medios se realiza en cámara de flujo laminar, tomando un segmento de tejido del cuerpo fructífero del hongo. Para ello, se procede a la segmentación del hongo, dejando expuesto el tejido estéril presente en el interior, permitiendo así la extracción de pequeñas porciones de tejido, las cuales se colocan en placas Petri conteniendo el medio de cultivo.

Hecho este procedimiento, las placas se sellan con parafilm, procediendo inmediatamente a marcar con el código de la cepa, medio de cultivo utilizado y la fecha de aislación.

Posteriormente las placas se colocan 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 hongos indeseados (Figura N° 11).



(a) Seccionado del cuerpo fructífero para exponer tejido estéril; (b) Extracción de tejido estéril para colocarlo en medio de cultivo; (c) Tejido miceliar del hongo en medio de cultivo estéril; (d) Tejido miceliar en placa de Petri sellado con código, medio de cultivo y fecha; (e) Placas de petri con tejido aislado en cámara de crecimiento a 23°C y en oscuridad; (f) Estado de desarrollo de tejido a los 30 días de su aislamiento, sin contaminación.

Figura N° 11. Procedimientos de manipulación y aislamiento de especímenes para su incorporación al banco de cepas de hongos del Instituto Forestal

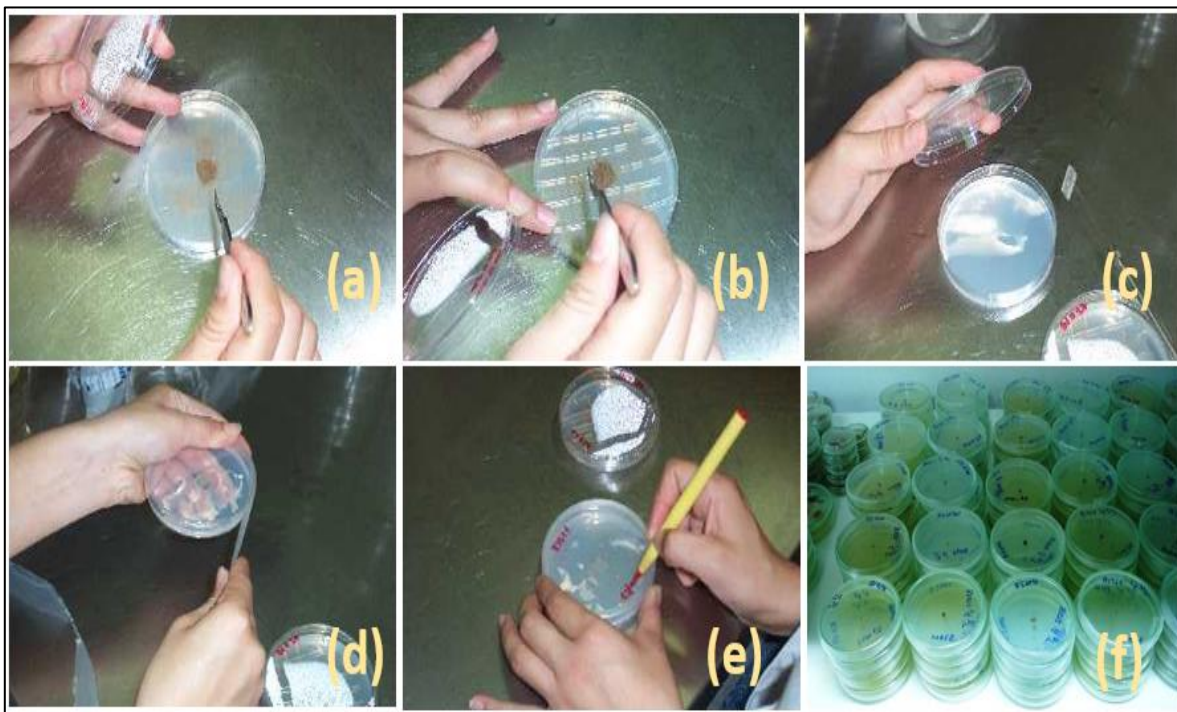
Mantenimiento del Banco de Cepas de Hongos

La transferencia a nuevo medio se realiza en cámara de flujo laminar, tomando un disco con el micelio desarrollado en el antiguo medio nutritivo. Este se corta en un cuadrículado de aproximadamente de 1 cm² sobre la superficie y cada cuadro resultante se traspasa a un disco con medio nuevo para su mantención.

Estos nuevos discos conteniendo los segmentos de agar con micelio, son sellados con parafilm y marcados con la fecha, código de la cepa y tipo de medio.

Realizada la inoculación de los discos, estos son colocados en cámaras de crecimiento a 23°C y en oscuridad para su desarrollo y mantención (Figura N° 12).

En la actualidad se tienen más de 60 especies que cumplen funciones simbióticas, como parásitas o saprófitas, reuniendo un total de 570 cepas recolectadas desde la región de O'Higgins hasta la región de Los Lagos (Anexo 1).



(a) Disco de Petri con cepa en medio de cultivo antiguo. (b) Corte en cuadros del agar con micelio de 1 cm² aproximadamente con bisturí. (c) Traspaso de trozo de agar con micelio a nuevo medio. (d) Sellado de disco de Petri con Parafilm. (e) Marcación del disco de Petri con la especie, código de la cepa, medio y fecha. (f) Apilamiento en la sala de crecimiento de discos rotulados por hongo y/o cepa

Figura N° 12. Trabajos de mantención de cepas mediante la transferencia periódica a nuevo medio

Desarrollo de Investigación

Se desarrollan experimentos para generar antecedentes que permitan un buen desempeño de las diferentes especies y cepas al ser utilizadas para una finalidad en particular.

En el caso de los saprófitos comestibles, se busca las mejores condiciones para desarrollar “semilla” inoculante y para mejorar la producción en diferentes sustratos, condiciones ambientales y protocolos generales de manejo del cultivo.

Para las especies de tipo ectomicorrícico, se busca las mejores cepas en cuanto a producción de biomasa micelial, velocidad de crecimiento y masificación bajo diferentes condiciones ambientales, así como para conocer su comportamiento, infectividad y efectividad bajo condiciones de cultivo axénico, de vivero y en campo (Figura N° 13).



(a) Desarrollo de material inoculante en base a tarugos de madera para hongos saprófitos. (b) Desarrollo de material inoculante en base a semillas de trigo para hongos saprófitos. (c) Desarrollo de material inoculante en base a aserrín de madera para hongos saprófitos. (d) Desarrollo de material inoculante en base a turba-vermiculita para hongos ectomicorrícicos. (e) Desarrollo de material inoculante en base a mediolíquido para hongos saprófitos. (f) Ensayos para definir medios nutritivos y nivel de pH para hongos en general. (g) Ensayos de síntesis micorrízica en pino (*Pinus radiata*) con hongos ectomicorrícicos. (h) Resultados de la síntesis con la formación de micorrizas en raíces de plantas en ambiente aséptico. (i) Ensayos de síntesis micorrízica en raulí (*Nothofagus alpina*) con hongos ectomicorrícicos. (j) Elaboración de Prototipos de biofertilizantes. (k) Ensayos de influencia en la generación de raíces en explantes in vitro de especies madereras. (l) Ensayos de producción de hongo Gargal (*Grifola gargal*) en condiciones controladas.

Figura N° 13. Diferentes líneas de investigación con hongos saprófitos y ectomicorrícicos comestibles

CONSIDERACIONES FINALES

Mantener y conservar la viabilidad y las particularidades de los hongos requiere utilizar técnicas que garanticen la conservación de las características fisiológicas y morfológicas de cada aislamiento de estos microorganismos (Ángel, 2006).

Para escoger el método de conservación se debe considerar la especie que se quiere preservar, su propósito de uso, la cantidad de cepas que se deseen mantener y la disponibilidad de espacio, materiales y equipos de los cuales se puede disponer para realizar esta labor (Ángel, 2006).

El Instituto Forestal ha formado un banco de cepas de hongos principalmente de tipo comestibles y medicinales, cuenta con un laboratorio con un nivel de equipamiento que permite la aplicación de un método alternativo de conservación a largo plazo, como es la conservación por transferencia periódica o por subcultivo, dentro del cual los intervalos de transferencia variarán según la especie a resguardar, considerando además el medio adecuado para cada una de ellas. Sin embargo, esta metodología de resguardo posee algunos inconvenientes, como incremento de la probabilidad de mutaciones en cada subcultivo progresivo, con pérdidas de las características del organismo; riesgo de contaminación; y alteraciones en el medio de cultivo (García y Uruburu, 2010). Consciente de ello y como una forma de suplir estos inconvenientes, INFOR espera poder implementar a la brevedad un sistema de resguardo que permita mantener la estabilidad del material a largo plazo a través de sistemas como la criopreservación.

El banco de cepas de hongos comestibles y medicinales pretende generar una ventana hacia el conocimiento de la biodiversidad fúngica regional para la sociedad y comunidad científica. Se trata de una herramienta que podrá entregar conocimiento de una parte de la flora fúngica nacional, la que podrá ser difundida en el ámbito regional, nacional e internacional. Sin embargo, esto requerirá de un apoyo técnico permanente para el mantenimiento y conservación del material a largo plazo para futuras acciones que se lleven a cabo.

En la actualidad, el estudio de muchos microorganismos y de sus metabolitos se ha transformado en un tema de gran importancia considerando las múltiples aplicaciones de interés que pueden ofrecer. Por esto, es de suma importancia desarrollar metodologías que permitan la adecuada conservación de los microorganismos de tal manera que se pueda acceder a ellos de una manera rápida, sencilla y confiable.

La información generada respecto a la presencia de especies fúngicas en sitios diversos (suelo, clima, época de aparición, situación geográfica, vegetación asociada) permitirá una mejor comprensión del comportamiento de estos hongos, lo que ayudará a los futuros trabajos en conservación y uso sostenible del recurso micológico.

CONTACTO

Patricio Chung Guin-Po. Investigador, Encargado de Laboratorio de Micología de Instituto Forestal, Línea de Investigación de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal. Km 7,5, Camino a Coronel, San Pedro de la Paz. Concepción. pchung@infor.cl.

SERVICIOS

- Desarrollo de protocolos de conservación de germoplasma micológico *in vitro*
- Capacitación en técnicas de cultivo de hongos
- Disponibilidad de material micológico *in vitro* para investigación o emprendimiento

REFERENCIAS

- Angel, D. (2006). Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes en el cepario de la Pontificia Universidad Javeriana. Colombia, Bogota. Trabajo de grado Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 63 p.
- García, M. y Uruburu, F. (2010). La conservación de cepas microbianas. Colección Española de Cultivos Tipo (CECT). España, Valencia, Universidad de Valencia. <http://www.cect.org/docs/cons.pdf> (Obtenido el 26 de noviembre de 2012).
- Martínez de Aragón, J., Oliach, D., Henriques, R. & Bonet, J.A. (2012). Manual de buenas prácticas para la gestión del recurso micológico forestal. Ediciones CTFC, 26 pp.
- MMA (2014). Ficha de antecedentes de especie: *Boletus loyo* Phil. ex Speg. Ministerio de Medio Ambiente. En: https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/10/Boletus_loyo_11RCE_02_PAC.pdf. Consulta: 15 diciembre, 2021.
- 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. En: Catalán, R; Wilken, P; Kandzior, A.; Tecklin, A. y H. Burschel (Eds.). Editorial Universitaria, Chile. Pp: 253-266.
- TAC (2003). Recolectoras de frutos silvestres. Oficio de mujeres en la Región del Biobío. Taller de Acción Cultural Santiago. Serie de Derechos Laborales. 135 p.

ANEXO 1

LISTADO RESUMIDO DE ESPECIES Y CANTIDAD DE CEPAS POR REGIÓN PRESENTES EN EL BANCO DE CEPAS DE HONGOS DEL INSTITUTO FORESTAL

N°	Especies	Región de Colecta							Total
		O'Higgins	Maule	Ñuble	Biobío	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	
		Cepas (N°)							
1	<i>Agaricus arvensis</i>	0	0	2	0	1	0	2	5
2	<i>Agaricus campestris</i>	0	1	1	0	0	0	2	4
3	<i>Agaricus sp</i>	2	0	0	0	0	0	0	2
4	<i>Agaricus xanthoderma</i>	0	0	0	0	0	0	2	2
5	<i>Agrocybe aegerite</i>	0	0	1	2	0	0	0	3
6	<i>Amanita gemmata</i>	0	1	4	6	8	1	0	20
7	<i>Amanita muscaria</i>	0	0	1	14	12	4	4	35
8	<i>Amanita rubescens</i>	0	0	0	0	0	2	6	8
9	<i>Armillaria luteobubalina</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
10	<i>Armillaria mellea</i>	0	0	1	0	2	0	0	3
11	<i>Boletus loyo</i>	0	0	1	2	1	4	0	8
12	<i>Boletus loyita</i>	0	0	0	0	2	3	0	5
13	<i>Bovista sp</i>	2	0	0	1	0	0	0	3
14	<i>Callistosporium luteo-olivaceum</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
15	<i>Chalciporus piperatus</i>	0	0	0	2	2	0	1	5
16	<i>Clitocybula sp</i>	0	0	2	5	3	0	0	10
17	<i>Coprinus comatus</i>	0	0	0	2	0	0	0	2
18	<i>Descomyces sp</i>	0	0	0	5	0	0	0	5
19	<i>Flammulina velutipes</i>	0	1	2	1	0	1	0	5
20	<i>Ganoderma australe</i>	0	0	0	2	0	7	0	9
21	<i>Ganoderma sp</i>	0	0	0	1	2	0	0	3
22	<i>Grifola gargal</i>	0	0	1	3	0	13	0	17
23	<i>Gyromitra antarctica</i>	0	0	1	0	1	0	0	2
24	<i>Gyromitra infula</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
25	<i>Gymnopilus spectabilis</i>	6	4	2	3	3	0	2	20
26	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	1	1	4	1	2	0	0	9
27	<i>Hidnangium carneum</i>	0	0	0	4	1	0	0	5
28	<i>Hypholoma sp</i>	0	0	1	0	0	1	0	2
29	<i>Hysterangiun sp 1</i>	0	0	0	6	0	0	0	6
30	<i>Hysterangiun sp 2</i>	0	0	0	4	0	0	0	4
31	<i>Laccaria laccata</i>	2	0	0	1	0	0	0	3
32	<i>Lactarius deliciosus</i>	1	2	4	3	10	6	3	29
33	<i>Lactarius sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
34	<i>Lactarius torminosus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
35	<i>Lenzites betulina</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
36	<i>Lycoperdon perlatum</i>	1	1	0	0	4	0	0	6
37	<i>Macrolepiota bonaerensis</i>	0	0	0	2	3	0	1	6
38	<i>Macrolepiota procera</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
39	<i>Macrolepiota rachodes</i>	0	0	0	0	1	1	2	4
40	<i>Marasmiellus alliiodorus</i>	0	0	0	1	0	1	0	2
41	<i>Morchella conica</i>	0	0	1	0	6	0	0	7
42	<i>Morchella elata</i>	0	0	1	1	0	0	0	2
43	<i>Morchella esculenta</i>	0	0	1	1	4	1	0	7
44	<i>Morchella sp</i>	0	0	1	0	1	0	0	2
45	<i>Paxillus involutus</i>	3	0	1	2	0	0	0	6
46	<i>Paxillus panuoides</i>	1	2	0	2	6	0	0	11

N°	Especies	Región de Colecta						Total	
		O'Higgins	Maule	Ñuble	Biobío	Araucanía	Los Ríos		Los Lagos
		Cepas (N°)							(N°)
47	<i>Phaerogyroporus beniensis</i>	0	1	0	1	1	0	0	3
48	<i>Phebopus sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
49	<i>Pleurotus ostreatus</i>	0	0	1	1	0	1	0	3
50	<i>Pluteus sp</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
51	<i>Ramaria botrytis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
52	<i>Rhizopogon luteolus</i>	19	14	7	9	3	1	0	53
53	<i>Rhizopogon roseolus</i>	4	3	0	0	3	1	0	11
54	<i>Rhizopogon sp</i>	0	2	2	0	0	0	0	4
55	<i>Russula sardonía</i>	0	0	0	2	1	0	1	4
56	<i>Scleroderma citrinum</i>	0	0	0	4	3	0	0	7
57	<i>Scleroderma sp</i>	0	0	0	2	0	0	0	2
58	<i>Suillus bellinii</i>	22	19	3	3	0	1	0	48
59	<i>Suillus granulatus</i>	3	5	7	3	6	0	1	25
60	<i>Suiillus luteus</i>	4	15	13	14	28	3	5	82
61	<i>Thelephora terrestris</i>	3	2	0	0	1	0	0	6
62	<i>Trametes versicolor</i>	0	0	1	0	0	3	0	4
63	<i>Tricholoma pessundatum</i>	3	2	1	3	3	0	0	12
64	<i>Tricholoma sp</i>	1	0	1	0	0	0	0	2
65	<i>Volvariela speciosa</i>	1	0	1	0	0	0	0	2
66	<i>Xylaria sp</i>	0	0	0	0	0	5	0	5
TOTAL		79	76	73	122	127	61	32	570



www.infor.cl