

PROYECTO EX-2024-00036157- -CFI-GES#DC

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**“Cultivo de hongos comestibles en troncos de
Nothofagus pumilio (lenga)”, para la Provincia de Tierra del Fuego,
Antártida e Islas del Atlántico Sur.”**

Informe Final

Fecha: 27 / 03 / 2025

PROYECTO EX-2024-00036157- -CFI-GES#DC
“Cultivo de hongos comestibles en troncos de
Nothofagus pumilio (lenga)”, para la Provincia de Tierra del Fuego,
Antártida e Islas del Atlántico Sur.”

Informe Final

Autor

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

Maximiliano Rugolo (CIEFAP, responsable del proyecto)

Carolina Barroetaveña (CIEFAP)

Juan Monges (CIEFAP)

Belén Pildain (CIEFAP)

Noelia Paredes (EEA-INTA-TDF)

Mariano Dabini (EEA-INTA-TDF)

Xavier Rivadero (SDPyPyME, MPyA, Gob TDF)

Contrapartes técnicas provinciales

Secretaría de Desarrollo Productivo y PyME del Ministerio de Producción y
Ambiente Mg. Carolina Hernández

Contraparte técnica CFI

María Verónica Stuarts

ÍNDICE

- **Resumen.....Pág. 4**
- **Introducción.....Pág. 4**
- **Objetivos del Proyecto.....Pág. 4**
- **Metodología y Resultados.....Pág. 5**
 - **Ensayos con troncos de lenga.....Pág. 5**
 - **Cálculo de unidad productiva mínima.....Pág. 14**
 - **Capacitaciones y asistencias técnicas.....Pág. 14**
- **Conclusiones.....Pág. 17**
- **Recomendaciones.....Pág. 17**
- **Referencias Bibliográficas.....Pág. 18**
- **Anexos.....Pág. 19**
- **Guía de Cultivo y Recomendaciones Técnicas.....Pág. 28**

1. RESUMEN

El interés por la producción de hongos comestibles ha crecido notablemente en los últimos años debido a los aportes nutricionales, bioactivos y su facilidad de cultivo. Estos emprendimientos constituyen una alternativa de producción viable y rentable, y de incipiente desarrollo en la provincia de Tierra del Fuego. Desde la Secretaría de Desarrollo Productivo y PyME del Ministerio de Producción y Ambiente (SDPyPyME), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el ICPA- UNTDF y el CIEFAP impulsamos y gestionamos acciones ligadas a los hongos comestibles en el marco de su estrategia de desarrollo del sector alimentario.

Es así como, a través de la ejecución de las actividades de este proyecto, se concretaron actividades presenciales entre el grupo de trabajo constituido por personal de las instituciones previamente mencionadas, se instruyó al equipo de técnicos de Tierra del Fuego, se realizaron visitas a los predios de trabajo y se instalaron los ensayos productivos con los troncos de lenga. Además, se brindaron capacitaciones abiertas a la sociedad sobre los hongos comestibles, su cultivo y potencialidad en la región. Finalmente, se realizaron encuentros *in situ* con los productores actuales y los potenciales emprendedores de la provincia, para resolver sus inquietudes y mejorar, si fuera el caso, su sistema productivo.

El proyecto se ejecutó acorde a lo planificado y esperado.

2. INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongos comestibles y medicinales en troncos se realiza tradicionalmente sobre maderas blandas o semi duras dependiendo de la especie a cultivar. El equipo de investigación de CIEFAP ha explorado el uso de troncos de álamo y sauce como alternativas regionales, para el cultivo de especies de alta calidad, tanto nutricional como medicinal, como *Pleurotus ostreatus* (hongo o gírgola ostra), *Lentinula edodes* (shiitake), *Ganoderma lucidum* (reishi), *Pholiota adiposa*, *Pleurotus citrinopileatus*, *Trametes versicolor* (cola de pavo), entre otros. La puesta a punto de sustratos regionales específicos de la isla de Tierra del Fuego (como los troncos del raleo de *N. pumilio*) ampliarán la información previamente generada para la zona.

Los antecedentes productivos de cultivo en la provincia de Tierra del Fuego AIAS siguen siendo escasos. Sin embargo, gracias a los últimos años de trabajo interinstitucional ligado al cultivo, cosecha, post cosecha y consumo de hongos comestibles y medicinales en la isla, se han establecido dos productores activos comercialmente en Ushuaia (USH) y Río Grande (RG) y otros que se encuentran en etapa de experimentación o cultivos piloto. A estos se suman varios interesados que acercan sus inquietudes para diagramar el esquema de trabajo, los espacios, y el qué hacer cotidiano ligado a estos emprendimientos. Consideramos importante continuar trabajando y promoviendo acciones para

fortalecer la generación de profesionales técnicos y emprendedores que encaren proyectos/emprendimientos centrados en el cultivo de hongos comestibles rentables y sostenibles en el tiempo (tanto como única actividad productiva o como actividad productiva complementaria), brindando un abanico de alimentos novedosos para la isla.

La reciente creación de la colección de hongos basidiomicetos de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego AIAS (UNTDF), realizada en el marco de otro proyecto CFI, y que tiene por finalidad preservar y conservar la diversidad de hongos cultivables (utilizados principalmente en la producción de basidiomas comestibles) a través del tiempo, ha dado el puntapié para el inicio de estas actividades productivas. En el marco del presente proyecto este laboratorio es proveedor de parte del insumo necesario para los experimentos productivos (el resto solicitado a CIEFAP).

Los objetivos trabajados fueron:

OE1: Realizar un ensayo de producción de hongos comestibles en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga) adaptado a las condiciones de producción frutihortícola fueguina

OE2: Determinar la unidad productiva mínima en Tierra del Fuego para el cultivo de hongos comestibles, tanto en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga) como en sustrato.

OE3: Capacitar y asistir técnicamente en el cultivo de hongos comestibles, tanto en troncos como en sustrato.

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología vinculada al OE1: “Realizar un ensayo de producción de hongos comestibles en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga) adaptado a las condiciones de producción frutihortícola fueguina”.

En este objetivo se incluyen las siguientes tareas: ***Tarea 1.1. Planificación del ensayo; Tarea 1.2. Relevamiento de condiciones ambientales; Tarea 1.3. Selección de troncos y Tarea 1.4. Montaje y realización del ensayo productivo.***

Las actividades realizadas para cumplir con el plan de tareas mencionado se detallan en las tablas siguientes, incluyendo las visitas del profesional técnico, Dr. Maximiliano Rugolo, los trabajos a distancia y el seguimiento por parte del equipo en Tierra del Fuego.

Tabla 1. Programa de actividades realizadas bajo la coordinación del Dr. Maximiliano Rugolo durante el primer bimestre del proyecto.

Semana	Actividad	Contenido
1	Reunión virtual con equipo de trabajo	Coordinación de tareas, puesta a punto de actividades, charla orientativa sobre las características generales de los hongos y los troncos a utilizar, modo de corte, acopio y acondicionamiento
3	Reunión presencial con productor hortícola RG	Definición de las posibilidades del productor, áreas, tiempos, etc.
5	Solicitud de compra de insumos	Clavos, bolsas negras, cintas adhesivas, rotulador, combustibles, semilla micelio.
5	Reunión virtual con equipo de trabajo	Definición de fechas de viaje y planificación de la semana de trabajo de M. Rugolo en Tierra del Fuego
7	Preparación de insumos en Laboratorio de blanco del CIEFAP y UNTDF	Preparación y esterilización de medios de cultivo, Preparación de semilla micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i>
8-9	Preparación material teórico para capacitación <i>in situ</i>	Se planificó el contenido a utilizar durante las jornadas de capacitación teóricas presenciales en la ciudad de Rio Grande, para los productores seleccionados y potenciales emprendedores

Durante el siguiente periodo de asistencia, de 3 meses de duración, se realizaron actividades que se presentan a continuación:

Tabla 2. Programa de actividades del segundo período realizadas bajo la coordinación del Dr. Maximiliano Rugolo.

Semana	Actividad	Contenido
1	Reunión virtual con equipo de trabajo	Coordinación de tareas, puesta a punto de actividades, organización de tareas pre-viaje del profesional técnico.
2-3	Viaje a Tierra del Fuego Reunión presencial equipo de trabajo y con productor hortícola RG	Reunión y definición de tareas en INTA Rio Grande con el equipo de trabajo. Asistencia a la chara del productor Xavier Rivadero. Definición de las áreas, tiempos, condiciones a emplear.
2-3	Dictado de taller abierto a la sociedad.	Dictado del taller "Cultivo de hongos comestibles en tronco" en INTA Rio Grande.
2-3	Armado de ensayo de cultivo	Jornada de trabajo en chacra del productor y en espacio experimental de INTA-RG. Armado de fosas, limpieza e inoculación de troncos. Puesta a incubación. Tapado de fosa.
4	Toma de datos	Se realizó el cálculo del % de Humedad inicial en los troncos utilizados para calcular la Eficiencia biológica al final del ciclo productivo.
6	Relevamiento y toma de datos	Primera inspección de los troncos del ensayo en INTA-RG
8	Relevamiento y toma de datos	Segunda inspección de los troncos del ensayo en INTA-RG
10	Relevamiento y toma de datos	Tercera inspección de los troncos del ensayo en INTA-RG
12	Reunión virtual con equipo de trabajo	Se planificó el próximo viaje del profesional y las actividades a desarrollar.

Finalmente, durante el último periodo de asistencia, se realizaron las siguientes actividades:

Tabla 3. Programa de actividades del tercer período realizadas bajo la coordinación del Dr. Maximiliano Rugolo.

Semana	Actividad	Contenido
1-3	Reunión virtual con equipo de trabajo	Coordinación de tareas, puesta a punto de actividades, organización de tareas pre-viaje del profesional técnico.
4	Viaje a Tierra del Fuego Reunión presencial equipo de trabajo y con productores	Visita a productores en Ushuaia. Reunión y definición de tareas en INTA Rio Grande con el equipo de trabajo. Asistencia a la charra del productor Xavier Rivadero, destapado de fosa. Puesta a fructificación de los troncos.
4	Reunión - taller abierto a la sociedad.	Dictado del taller "Cultivo de hongos comestibles en sustratos" en INTA Rio Grande y observación de los troncos incubados.
5-7	Cálculo de unidad mínima productiva y Armado de guía de cultivo	Jornada de trabajo en equipo en Rio Grande y continuación virtual.
8	Puesta en común	Se realizó una puesta en común de los realizado en el proyecto y se definieron propuestas para el futuro.

3.1.1. Reunión virtual con equipo de trabajo

Se realizaron diversas reuniones virtuales a través de la plataforma Google Meet para la puesta al día de las actividades y planes de trabajo entre el equipo/dotación del proyecto. Para destacar entre otras: 1) Se hizo entrega de una guía de trabajo para discusión interna y cómo material de apoyo para futuros acuerdos respecto al acopio y manipulación de los troncos con el productor, 2) Se enlistaron los insumos a comprar, 3) Se definió la cepa 2191 de *Pleurotus ostreatus* a utilizar y solicitar a los laboratorios, 4) Se realizó el seguimiento de los troncos y la toma de datos semanales, 5) Se trabajó en la determinación de la unidad mínima productiva y en la guía de cultivo. Permanentemente el equipo estuvo en contacto para definir y abordar tareas.

3.1.2 Selección de los troncos a cortar

Se realizaron inspecciones de los árboles de lenga a utilizar articulado con el Plan de Desarrollo Forestal de la Provincia de Tierra del Fuego, en el marco de

las actividades de raleo en las reservas forestales de producción (Fig. 1). Siempre considerando su estado sanitario, y teniendo en cuenta el diámetro ideal de trabajo. Los troncos se cortarán durante la tercera semana de octubre, de modo que estén acondicionados y listos para su utilización a finales de dicho mes.

Para esto se consideraron los troncos sin heridas visibles, sin patógenos ni ramoneo. Los trozos se cortaron entre 80 y 100 cm de largo, con un diámetro de 15 a 30 cm. Los mismos se apilarán y mantendrán recubiertos con un nylon negro para evitar su deshidratación previa al uso.



Figura 1. Troncos de aprovechamiento forestal utilizados

3.1.3. Preparación de semilla micelio

Con la finalidad de inocular las cepas de los hongos de interés, se solicitó el preparado de semilla micelio de *Pleurotus ostreatus*. Para esto, los laboratorios especializados (CIEFAP y UNTDF), elaboraron los inóculos de alta calidad y fisiológicamente activos. Para esto se hierven granos de cereal (principalmente avena o cebada), los cuales son esterilizados en autoclave a 121 °C por 1,5 horas. Luego de enfriados y del agregado de aditivos (CaCO_3), se inocularon en condiciones de asepsia con micelio iniciador. La incubación se realiza por 25

días en oscuridad a 23 °C. El desarrollo micelial fue controlado diariamente con la intención de realizar la detección temprana de posibles contaminaciones. Luego de la completa colonización de los granos los micelios están listos para su utilización (inoculación de troncos/sustratos). Para conservar su sanidad y calidad se conservaron en heladera a 4 °C hasta su utilización.

3.1.4. Reunión presencial con productor hortícola. Armado de la fosa en chacra del productor y en INTA-Rio Grande

Previamente, el equipo de trabajo radicado en Tierra del Fuego había tomado contacto con el productor hortícola Marcelo Saldivia para concretar su participación en el proyecto; sin embargo, por cuestiones familiares canceló su participación. Así, le dimos lugar al productor Xavier Rivadero, quien mostró empatía, buena predisposición y motivación para trabajar en equipo. Paralelamente a la selección del espacio en la chacra de Xavier, decidimos montar un ensayo en la estación del INTA, de manera que pueda ser evaluado y monitoreado permanentemente por el personal de la institución, y nos sirva de “duplicado” experimental en caso de tener algún inconveniente en la chacra seleccionada.

La fosa o área de incubación (Figura 2) se realizó cavando manualmente con palas y picos; generando el doble de volumen ocupado por los troncos. En este caso con un área de aproximadamente 3 m³ (fosa de 1,5 m de ancho x 2,0 m de largo x 1,0 m de profundidad).

Para evitar problemas con el agua subterránea se dejó una capa de piedra con capacidad drenante. Además, para evitar los vientos, uno de los mayores riesgos de la zona dada su agresividad para deshidratar los troncos, decidimos cavarlas dentro de los invernaderos, en zonas no destinadas para la siembra, ocupando un mismo espacio y complementando ambas producciones.

Para evitar el sol directo se utilizó una media sombra o se consideró el lugar más sombrío del invernadero. Por último, ambas fosas cuentan con la posibilidad de aplicar riego por aspersión en caso de necesitarlo.

Las fosas se llenaron y taparon manualmente luego del armado de los troncos.



Figura 2. A. Invernadero del productor Xavier Rivadero; B. Invernadero del INTA Rio Grande; C,D,E. Cavado de la fosa; F. Llenado de la fosa con los troncos inoculados; G. Tablas en la parte superior de la fosa para facilitar la inspección periódica; H,I,J. Tapado de la fosa, con tierra para amortiguar el cambio de temperatura ambiental.

3.1.5. Preparación e Inoculación de los troncos de lenga con *Pleurotus ostreatus*

Los troncos se cortaron durante la tercera semana de octubre, una semana previa al primer viaje del Dr. Maximiliano Rugolo, de modo que estuvieran acondicionados para su utilización a finales de dicho mes.

Se consideraron los troncos sin heridas visibles, sin patógenos ni ramoneo. Los trozos se cortaron entre 60 y 80 cm de largo, con un diámetro de 15 a 30 cm. Los mismos se despuntaron y se limpiaron con un cepillo para quitar cualquier resto indeseable adherido a la corteza. Se les cortó una rodaja de 5 cm. Siguiendo el esquema (Figura 3) de trabajo previamente informado y detallado a continuación. Utilizamos la técnica de las 2 rodajas para inocular con diferentes cepas de *Pleurotus ostreatus* (La comercial previamente seleccionada y almacenada con el código 2191, y otras dos que hasta la fecha no habían sido usadas para evaluar su potencialidad). La ventaja de inocular cada tronco en ambas caras es garantizar la colonización del micelio. Usamos aproximadamente 1 kilo de semilla micelio para 5 troncos, abarcando siempre la cara del tronco en su totalidad. Se registró el peso de cada tronco utilizado para calcular luego de la cosecha de los hongos el rendimiento efectivo de la producción (Se tomaron 6 trozas para calcular el %H inicial del lote, ver Anexo 3). Finalmente, cada rodaja se clavó y se recubrió con cinta; y los troncos se embolsaron en nylon negro para su incubación en fosa. El trabajo se muestra en la Figura 4.

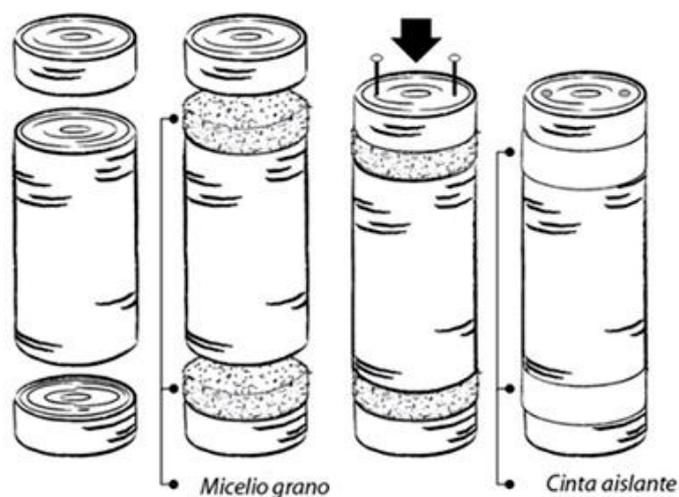


Figura 3. Esquema de inoculación de los troncos con la técnica de la rodaja



Figura 4. A. Despunte de los troncos y corte de las rodajas; B. Semilla micelio utilizada; C. Hidratación de viruta; D. Equipo de trabajo; E. Troncos apilados con la rodaja y el clavo presentado; F. Presentación del clavo (clavado de rodaja); G. Tronco inoculado; H. Troncos listos con la cinta protectora en el sitio de inoculación.

3.1.6. Seguimiento de la incubación, revisión de los troncos de lenga inoculados con *Pleurotus ostreatus*

El equipo de trabajo realizó el seguimiento de los troncos en incubación, con inspecciones cada 2 o 3 semanas. Los troncos se retiraron de la fosa, se desembolsaron y se observaron individualmente, registrando el estado de cada uno y el frente de avance del micelio (Anexo 4). Se observó si el micelio brotó, si cubrió las tapas/rodajas, si avanzó por el eje central del tronco y, si fuera el caso, si presentó alguna contaminación (Figura 5).



Figura 5. A,B. Primera revisión de los troncos; C,D. Segunda revisión de los troncos; E,F,G,H. Tercera revisión de los troncos.

3.1.7. Destapado de la fosa, revisión de los troncos de lenga inoculados con *Pleurotus ostreatus* y puesta a fructificación.

Luego de 4 meses de incubación el equipo de trabajo realizó el destapado de la fosa en la chacra del productor Xavier Rivadero. Los troncos se retiraron de la fosa, se desembolsaron y se observaron individualmente, registrando el estado de cada uno y el frente de avance del micelio (Figura 6). Los troncos se encontraban en muy buenas condiciones, con alto porcentaje de colonización. Algunos sufrieron exceso de humedad por problemas freáticos en la fosa. Se concluye que la fosa resultó muy útil ya que se logró mantener la temperatura y humedad requerida para la colonización del micelio, y este abarcó casi la totalidad de los troncos en un período de 4 meses. Esta primera experiencia en troncos de lenga (No reportado hasta el momento por ningún otro equipo de investigadores) ha sido por demás positiva, ya que con ciertos recaudos mencionados a continuación tendríamos una experiencia exitosa: contar con semilla micelio de primera calidad, tener troncos sanos y húmedos, realizar la limpieza de los troncos previo al uso, embolsar individualmente los troncos, mantener la incubación en fosa construida dentro de invernadero (y atención al nivel freático), y finalmente, realizar inspecciones quincenales. Los troncos se dispusieron dentro del invernadero para inducir la formación de esporomas, aportando humedad con riego artificial y ventilación natural.



Figura 6. Apertura de fosa, desembolsado y revisión de los troncos luego de los 4 meses de incubación para la puesta a fructificación.

3.2. Metodología vinculada al OE2: “Determinar la unidad productiva mínima en Tierra del Fuego para el cultivo de hongos comestibles, tanto en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga) como en sustrato”.

Para la determinación de la unidad mínima productiva se plantearon 2 escenarios productivos. Por un lado, el de la producción en troncos de lenga asociado a la producción hortícola; y por otro, en sustratos formulados a partir de residuos de aserríos de lenga (pellet, virutas, aserrines). El detalle se encuentra en la sección de Anexos (Anexo 6) y se presenta junto con la guía para la producción de hongos comestibles tanto en troncos como en sustratos formulados.

3.3. Metodología vinculada al OE3: “Capacitar y asistir técnicamente en el cultivo de hongos comestibles, tanto en troncos como en sustrato”.

Con la finalidad de transmitir la actividad se realizó un taller abierto a la comunidad (Figura 7) durante el primer viaje del Dr. Maximiliano Rugolo a la provincia. El mismo consistió en una presentación teórica de aproximadamente una hora y media, sumado a otra hora práctica donde le enseñamos a los participantes a armar e inocular troncos de lenga con micelio de *Pleurotus ostreatus*. Los participantes se mostraron conformes y muy interesados para emprender en este tipo de actividades. Al taller asistieron 38 participantes (Anexo 5), los cuales tuvieron posibilidad de aprender sobre los aspectos básicos del Reino Fungi, los criterios a considerar en una producción de hongos comestibles, los aspectos más importantes para la selección de troncos y de las áreas de producción. Se los introdujo también al armado de micelio, y se los instó a contactar a los laboratorios especializados en la producción de este (CIEFAP y UNTDF). Finalmente, se hizo entrega de una guía/material de apoyo.



Figura 7. Flyer de difusión de la actividad charla taller dictado en las instalaciones del INTA Rio Grande.

Durante el segundo viaje del Dr. Maximiliano Rugolo se convocó al público participante del primer taller, a los cuales se les dictó una clase teórica (Figura 8) de aproximadamente una hora y media sobre el cultivo de hongos comestibles en sustratos formulados. En dicha charla se expusieron aspectos teóricos del cultivo y los resultados previamente generados para la región (antecedentes del grupo de investigación respecto a las alternativas de sustratos regionales y cepas de hongos adaptadas a la zona patagónica), sumado a otra hora práctica donde destapamos la fosa de INTA-Rio Grande y observamos el estado de los troncos de lenga colonizados por el micelio de *Pleurotus ostreatus*.



Figura 8. Charla sobre cultivo de hongos en sustrato formulado y taller de revisión de los troncos de lenga incubados dictado en las instalaciones del INTA Rio Grande.

Además, en el segundo viaje del Dr. Maximiliano Rugolo se realizaron visitas a los emprendimientos (Figura 9) que se encuentran en funcionamiento en Ushuaia y Rio Grande; y a un potencial emprendedor de la localidad de Tolhuin. En Ushuaia se visitó la sala de “Atama alimentos”, se intercambiaron ideas de mejoras con el productor y se evidenció la falta de oferta del producto, ya que todos los hongos tienen un único mercado objetivo asociado al turismo marítimo. En la misma ciudad se visitó el inicio de obra del emprendedor Felipe Boyeras, al que se le aportaron ideas para optimizar la pasteurización del sustrato y del circuito interno para mejorar la cadena productiva y evitar problemas por contaminaciones. En la ciudad de Rio Grande, los productores se están organizando, pretendiendo consolidarse como una cooperativa que según informan se llamará “hongos del sur”. En dichos espacios se evidenciaron graves problemas de contaminación, falta de condiciones para el correcto desarrollo de los hongos y fallas en la logística productiva. Se los asesoró y recomendó para solucionar estas problemáticas. Estos últimos presentan un gran interés por los hongos comestibles, sin embargo, la falta de financiamiento y de manejo teórico-práctico ligado al cultivo parece ser la principal limitante de resultados positivos.



Figura 9. Visita y charla con productores de Ushuaia y Rio Grande.

4. CONCLUSIONES

1. **Viabilidad Productiva:** El cultivo de *Pleurotus ostreatus* (gírgola) en troncos de lenga es viable y presenta buenos resultados en las condiciones agroclimáticas de Tierra del Fuego.
2. **Éxito del Ensayo:** La colonización micelial fue exitosa en la mayoría de los troncos, demostrando que con condiciones controladas (fosa de incubación adecuada, humedad y temperatura) se logra un desarrollo óptimo.
3. **Valor del Trabajo Interinstitucional:** La sinergia entre CIEFAP, INTA, UNTDF y SDPyPyME permitió una implementación eficiente del proyecto y el desarrollo de capacidades técnicas locales.
4. **Capacitación como Pilar:** Las jornadas teóricas y prácticas fueron muy bien recibidas, con alta participación, lo que muestra un creciente interés social por este tipo de emprendimiento.
5. **Potencial de Impacto Socioeconómico:** La actividad puede integrarse como complemento de la producción hortícola y ser una fuente de ingresos sostenibles, especialmente si se desarrollan estrategias de agregado de valor.

5. RECOMENDACIONES

1. **Escalar Producción con Cuidado:** Avanzar en unidades mínimas productivas sugeridas (295 troncos o 2400 kg de sustrato), optimizando recursos y controlando bien los parámetros ambientales.
2. **Asegurar Calidad del Micelio:** Trabajar exclusivamente con semilla micelio de calidad y mantener estrictas medidas de higiene y desinfección durante inoculación e incubación.
3. **Evitar Problemas Freáticos:** Considerar el nivel del agua subterránea al construir fosas de incubación y, de ser necesario, elevar la base o usar tarimas drenantes.
4. **Reforzar Capacitación Continua:** Continuar con talleres presenciales y asesoramiento a productores para reducir fallas de manejo técnico y evitar contaminaciones.
5. **Estudiar Mercado y Comercialización:** Ampliar canales de venta más allá del turismo, explorar productos deshidratados o en conserva y fomentar la asociatividad.
6. **Seguir con Investigación Local:** Documentar y sistematizar los rendimientos, adaptaciones de cepas y comportamiento según zonas específicas para fortalecer el conocimiento técnico local.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mata G. & Salmenes D. (eds.), 2021. Técnicas de aislamiento, cultivo y conservación de cepas de hongos en el laboratorio. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México, 170 págs.

Roggero Luque, JM.; Rugolo, M.; Barroetaveña, C. 2022. Evaluación de residuos lignocelulósicos de Patagonia Argentina para el cultivo del hongo comestible *Lentinula edodes* (Basidiomycota). *Bonplandia*, 31 (2).

Roggero Luque ^{ex aequo}, JM.; Rugolo, M. ^{ex aequo}; Rajchenberg, M.; Barroetaveña, C. 2021. Assessment of lignocellulosic residues from Northern Patagonian Andes (Argentina) for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Universitas Scientiarum*. 26(2): 159–177.

Rugolo, M.; Lechner, B.; Mansilla, R.; Mata, G.; Rajchenberg, M. 2020. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* production on *Pinus* sawdust and other agricultural and forestry wastes from Patagonia, Argentina. *Maderas Ciencia y Tecnología*. 22(4).

Sanchez & Nordenstrom, 2022. Producción y consumo de gírgolas cultivadas en troncos de álamo. AER Centenario, INTA.

7. ANEXOS

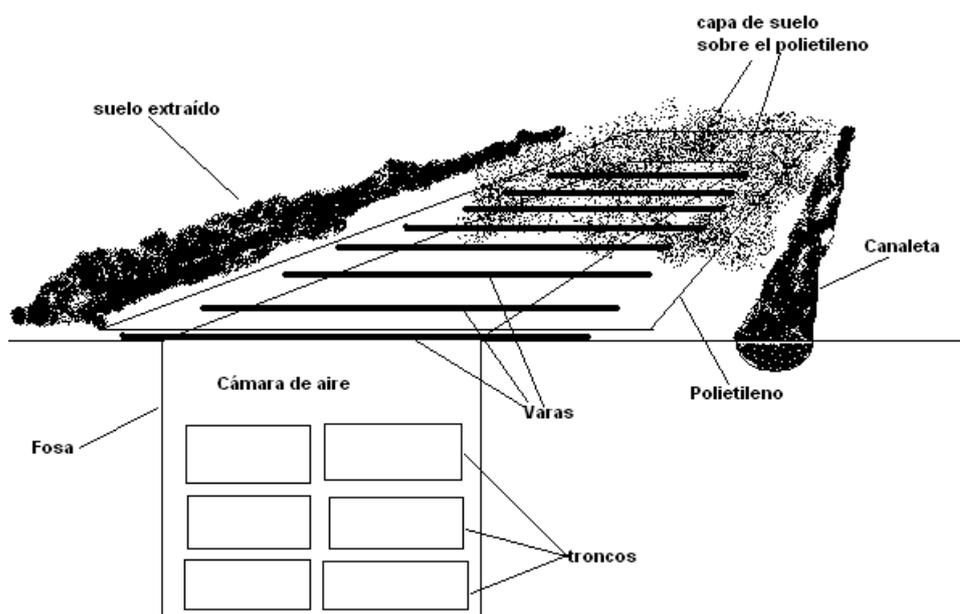
ANEXO I – BOCETO DE TRABAJO ENTREGADO AL EQUIPO DE TRABAJO DE TIERRA DEL FUEGO

Propuesta para el armado de troncos de lenga e inoculación con *Pleurotus ostreatus*

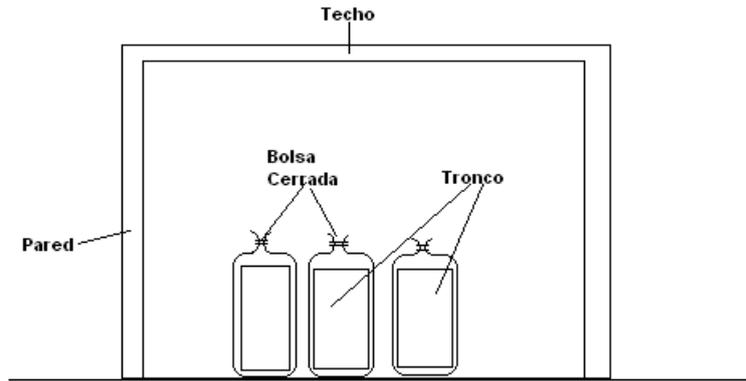
- Tamaño promedio tronco estándar: 20 cm de diámetro por 80 cm de largo, sin heridas ni patógenos.
- Volumen del tronco: $\pi \times r^2 \times h = 3,14 \times (0,1 \text{ m})^2 \times 0,8 \text{ m} = 0,025 \text{ m}^3$
- Volumen total que ocuparían 50 troncos: $0,025 \text{ m}^3 \times 50 = 1,25 \text{ m}^3$

La fosa o área de incubación debería tener mínimamente el doble de volumen ocupado por los troncos. En este caso deberíamos tener un área de 3 m^3 (Se podría hacer una fosa de 1,5 m de ancho x 2,0 m de largo x 1,0 m de profundidad).

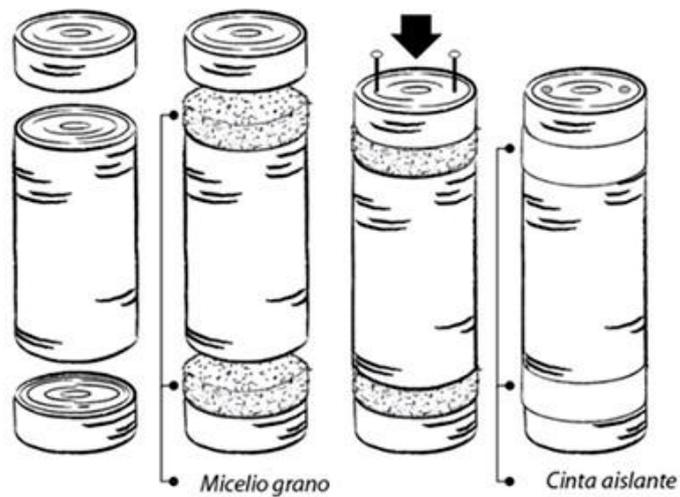
Consideraciones: Nivel freático, medidas de la fosa, reparo del viento y del sol directo, posibilidad de riego cercano, acceso a inspecciones mensuales.



Si el productor puede/prefiere destinar un área cerrada y techada deberá considerar el volumen sugerido.



Lo ideal es inocular cada tronco en ambas caras (ocuparíamos más semilla, pero podríamos garantizar la colonización del micelio ya que no hay experiencia previa en este tipo de maderas, salvo en virutas o aserrines de aprovechamiento forestal). En este caso usaríamos 1 kilo de semilla micelio para 5 troncos.



Semilla total para experimento de 50 troncos: $50 \times 5 = 10$ kilos de semilla micelio

ANEXO II – CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CEPA 2191 SELECCIONADA PARA LA PRODUCCIÓN

Nombre científico	<i>Pleurotus ostreatus</i>	
Sustrato natural	Preferentemente maderas duras	
Incubación	Temperatura de la sala	18-22 °C
	Temperatura del sustrato	23-28 °C
	Duración	20 a 40 días en sustratos armados. 3 a 6 meses en troncos
Inducción de los primordios*	Temperatura	6 – 15 °C
	Humedad	90 %
Condiciones de fructificación	Temperatura	(5) 10 – 17 (20) °C
	Humedad	90 - 95 %
	CO ₂	< a 800 ppm
	Iluminación	800 – 1500 lux
Oleadas de cosecha	Número	2 - 3
	Intervalo	2 semanas
	Humedad entre cosechas	90 %
Tiempo total del ciclo productivo	3 meses en sustratos armados. 9 a 18 meses en troncos	
Rendimiento promedio	250 gramos de hongos por kilo de sustrato fresco	

*Los primordios se inducen mediante un shock. Para la mayoría de las especies de hongos, esto se logra con un shock térmico, que se define por la temperatura mínima durante el ciclo día-noche.

Observación importante: las pautas de cultivo son una recopilación de los datos proporcionados por experiencias propias y las reportadas en la página oficial de las cepas según cultivadores experimentados.

ANEXO III –CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS (TROZAS DE TRONCOS DE LENGA).

Tronco (N°)	Peso Inicial Fresco (Kg)	Peso Final Seco (Kg)	% Humedad
1	2.844	1.859	34.6343
2	1.853	1.072	42.1479
3	3.028	2.027	33.0581
4	1.891	1.435	24.1142
5	1.916	1.157	39.6138
6	2.310	1.489	35.5411

ANEXO IV – TABLA CON LAS REVISIONES DE LOS TRONCOS EN ESTACIÓN EXPERIMENTAL INTA RIO GRANDE. OBSERVACIONES Y MEDICIONES

1° revisión (29/11/2024)			
Bolsa (N°)	Tronco (N°)	Cepa	Observación
1	2	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas con micelio
	4	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas con micelio
	6	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas con micelio
2	8	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas y parte del lateral es el mejor de los tres
	10	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	El que menos tiene por bolsa abierta
	12	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Intermedio
3	14	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas y lateral el mejor de los tres 14cm
	16	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas y lateral foto 13cm
	18	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Iniciando las tapas
4	20	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Muy bien avanzando y húmedo
	22	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien pero el menor de los tres
	24	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	lateral y húmedo.
5	26	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien lateral, poco en las tapas
	28	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien lateral, poco en las tapas
	30	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Solo tapas
6	32	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Muy bien avanzando x2 húmedo 2fotos
	34	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Avanzando
	36	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Muy bien avanzando 2 fotos
7 mal cerrada	38	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien laterales, mal tapas
	40	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien tapas y laterales
	42	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien tapas
8	44	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien tapas
	46	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Bien tapas y laterales
	48	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Más lento que los otros, pero bien
9	50	BKP (Híbrida)	Bien laterales, tapas a medias
	52	BKP (Híbrida)	Excelentes tapas y laterales
	54	BKP (Híbrida)	Bien tapas y laterales
10	56	BKP (Híbrida)	Bien pero más lentos
	58	BKP (Híbrida)	> diámetro Excelente todo
11	60	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	Bien tapas y laterales
	62	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	Bien un lado la otra punta a medias.

2° revisión (16/12/2024)			
Bolsa (N°)	Tronco (N°)	Cepa	Observación
1	2	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas completas
	4	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas a medias
	6	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas mas retrasada de las tres
2	8	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas completas

	10	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas a medias
	12	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Incompleto el círculo
3	14	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas a medias. Lateral 30cm línea
	16	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien. 20cm línea
	18	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapa la peor. 30cm línea
4	20	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien. 17cm
	22	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	media tapa 14cm línea
	24	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien crecimiento fructificación 3cm
5	26	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	L 24cm
	28	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	L 20cm
	30	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	L 26cm
6	32	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Lateral 18cm completo circunferencia
	34	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Lateral 12cm completo circ.
	36	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Lateral 13cm lineal
7 mal cerrada	38	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T bien L. 25cm , 18cm Comp. Circ. Gordo
	40	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T casi comp. 12cm comp. Circ. *2 lados
	42	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T. c. bien L. 14 cm comp. Circ.
8	44	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas completas
	46	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien. Lateral 16cm lineal
	48	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapa bien. Lateral 12cm comp. Circ.
9	50	BKP (Híbrida)	Lateral 20cm lineal
	52	BKP (Híbrida)	Lateral 20cm lineal
	54	BKP (Híbrida)	Lateral 12cm mancha
10	56	BKP (Híbrida)	1/2 tapa 25cm lineal, 18cm comp.
	58	BKP (Híbrida)	Tapa completa. 29cm lineal muy bien
11	60	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas completas
	62	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas a medias

3º revisión (30/12/2024)			
Bolsa (Nº)	Tronco (Nº)	Cepa	Observación
1	2	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien L22cm C14cm
	4	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien L25 y 21cm C13cm
	6	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	Tapas bien L27cm C20cm
2	8	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 1/2 L 26cm en la herida C12cm
	10	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L10cm
	12	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L12cm
3	14	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L20cm C15cm
	16	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T bien L 20/15cm C10cm

	18	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 1/4 L30cm C por debajo de corteza
4	20	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L20cm C15cm
	22	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L22cm C 10cm
	24	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L24cm C 12cm
5	26	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 20cm C 13cm
	28	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 26cm C 14cm
	30	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 mal L 20cm C 10cm Foto
6	32	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L completo C 20cm
	34	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 27cm C 17cm
	36	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 27cm C 15cm
7 mal cerrada	38	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 22/24 cm C10cm
	40	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 25cm C 15cm
	42	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 20cm C 10cm
8	44	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T Completo L 27cm Foto verde
	46	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 15cm C 10cm
	48	2191 (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 16cm
9	50	BKP (Híbrida)	T 3/4 L 25cm C10cm
	52	BKP (Híbrida)	T Completo L completo C 12cm
	54	BKP (Híbrida)	T 3/4 L Completo C 10cm
10	56	BKP (Híbrida)	T 3/4 L 27cm C 10cm
	58	BKP (Híbrida)	T Completo L completo C comp. Gordo
11	60	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 25cm C15cm
	62	North Spore (<i>P. ostreatus</i>)	T 3/4 L 26cm C15cm

T: Tapa, L: Lineal , C: Circunferencia

ANEXO V –FOTOGRAFÍAS DE LA LISTA DE PARTICIPANTES DE LA CAPACITACIÓN DICTADA EN ESTACIÓN EXPERIMENTAL INTA RIO GRANDE.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
 Argentina

INTA

Taller teórico práctico "Producción de hongos comestibles en tronco" – 29/10/24 Río Grande

	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	E-MAIL (por favor letra clara y legible)	FIRMA
1	Peresin Diócloro	18568561	diocloro.3@hotmail.com	
2	Ivan Tomas Medina	44060224	ivanm02@gmail.com	
3	Lebl Felipe	20161545	leblfelipe@gmail.com	
4	Shacka Vargas Pulcini	92693754	shackavargas@gmail.com	
5	Norma Aguirre	27164776	normaaguirre@gmail.com	
6	Javier Figueroa	36708968	notfound491@gmail.com	
7	Lacovara Barbara	39631006	barbaralacovara@outlook.com	
8	PEDRO PETRAEMÉ	20077424	PETRAEMÉ@HOTMAIL.COM	
9	Melina Lucrecia Elba	14997785	elba.melina@hotmail.com	
10	JULIENNE MILLACURA SIMA	22768578	millacurasur@gmail.com	
11	PERAZA ANAÍSA	40000824	bianca@live.cl	

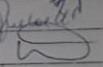
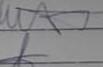
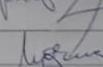
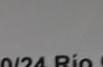
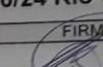
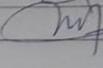
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
 Argentina

INTA

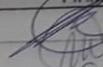
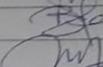
Taller teórico práctico "Producción de hongos comestibles en tronco" – 29/10/24 Río Grande

	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	E-MAIL (por favor letra clara y legible)	FIRMA
1	Peresin Guadalupe	25673981	guada73peresin@gmail.com	
2	Liliana Balok	76126973	Lili.balok@gmail.com	
3	Florencia Larraide	41058445	f.larraide49@gmail.com	
4	Hernandez Alicia	18140335	alicia.hernandez@gmail.com	
5	Daniel RIVARSA	17142170	rivarso.daniel@hotmail.com	
6	Leguanda, Martín	2399498	leguandados@gmail.com	
7	Quirico Godele	31897982	quiricoquirico24@hotmail.com	
8	CARRASCO JUAN MANUEL	2890067	juan-carrasco@gmail.com	
9	WILSON NAJONI	27641715	genajoni@hotmail.com	
10	YEROLIA GONZALEZ	17355918	ceci@gm2000@yahoo.com.ar	
11	SEBASTIÁN ERDIAI	32477778	sebastianerdiai@gmail.com	

Taller teórico práctico "Producción de hongos comestibles en tronco" – 29/10/24 Río Grande

	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	E-MAIL (por favor letra clara y legible)	FIRMA
1	Sebastián Nieva	14239834	nievascaglor@ Gmail.com	
2	CAROLINA VARGAS	33991947	cantovargass@gmail.com	
3	Alejandra Aguilante	23994383	AlejandraAguilante@gmail.com	
4	RENATLAURA	33481889	laurapemat2@gmail.com	
5	SANTILLAN VICTORIA	16612458	Victoriamargaritasantillan@gmail.com	
6	Carle Borghello	34420608	carleborghello@gmail.com	
7	Brenda Borghello	33484952	brendaborghello1988@gmail.com	
8	MARILYN V. MARIA E	25401145	marilynvazquez@gmail.com	
9	Felipe Boyeros	2901565088	felipecanasta@gmail.com	
10	NORMA PEÑA	10.139263	normaazumante52@gmail.com	
11	Melina Jovan Amante	45233260	MJAMANTE32@GMAIL.COM	
	Ivan Arce	40739704	makonenmolenke@gmail.com	

Taller teórico práctico "Producción de hongos comestibles en tronco" – 29/10/24 Río Grande

	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	E-MAIL (por favor letra clara y legible)	FIRMA
1	MARIN LUCAS	26.902.195	marinlucas22@hotmail.com	
2	Marcela Diaz	25892666	dzulma marcela@gmail.com	
3	FABIANA BARRIENTOS	25401104	fabiana_barrientos@gmail.com	
4	ISABEL MARTINEZ	21352810	mishi.jostofe@gmail.com	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

ANEXO VI – GUIA DE CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES EN TRONCOS Y SUSTRATOS (VIRUTA, ASERRÍN O PELLET) DE LENGA. UNIDAD MÍNIMA PRODUCTIVA.

Producción de *Pleurotus ostreatus* (gírgolas) en troncos y sustrato a base de viruta y aserrín de *Nothofagus pumilio* (lenga)

Primeros pasos. Consideraciones productivas, tecnológicas y de infraestructura para una unidad mínima sostenible

Marzo 2025

Logo SOMOS; CIEFAP; INTA y CFI

AUTORIDADES

Prof. Gustavo Melella

Gobernador de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

Lic. Karina Fernández

Ministro de Producción y Ambiente

Mg. Carolina Hernández

Secretaria de Desarrollo Productivo y PyME

Lic. Emiliano Olmedo

Subsecretario de Producción

AUTORES

Dr. Maximiliano Rugolo (CIEFAP- CONICET)

Ing. Agr. Mariano Dabini (INTA)

Téc. Xavier Rivadero (SDPyPyME)

Mg. Carolina Hernández (SDPyPyME)

REVISIÓN DE CONTENIDOS

Dra. Carolina Barroetaveña (CIEFAP- CONICET)

Dra. María Belén Pildain (CIEFAP- CONICET)

Dra. Noelia Ivana Paredes (INTA)

DISEÑO EDITORIAL

Secretaría de Comunicación Digital y Medios Públicos

CONTACTOS

Secretaría de Desarrollo Productivo y PyME (SDPyPyME)

Correo electrónico: desarrolloproductivo@tierradelfuego.gov.ar

Teléfonos: 2901-425160 (Ushuaia)/ 2901-492354 (Tolhuin)/ 2964-422993 (Río Grande)

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

Correo electrónico: info@ciefap.org.ar

Teléfono: + 54 9 2945 453948

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Correo electrónico: eeatdfeias@inta.gov.ar

Teléfono: 2901-433441

Los derechos de autor y reproducción, así como cualquier otro derecho intelectual de cualquier naturaleza que sea sobre esta publicación pertenecerán en forma exclusiva al Consejo Federal de Inversiones.

Consejo Federal de Inversiones

San Martín 871, (1004)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

+54 (11) 4317 0700 / www.cfi.org.ar

Río Grande, Marzo 2025

Prólogo

Índice

Buenas prácticas

Capítulo 1. Producción de *Pleurotus ostreatus* (n.v. Gírgolas) en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga) como complemento de la actividad hortícola

1.1 Esquema Productivo

1.1.1 Selección de los troncos de lenga a utilizar

1.1.2 Inoculación de los troncos de lenga seleccionados

1.1.3 Propuesta para el armado de fosa para incubación

1.1.4 Puesta de troncos a fructificar

1.2 Unidad Mínima Productiva

1.2.1 Consideraciones generales para la estimación de unidad mínima productiva

1.2.2 Consideraciones particulares para estimación de costos e infraestructura requerida para el esquema de producción de 295 troncos

Capítulo 2. Producción de *Pleurotus ostreatus* (n.v. Gírgolas) en sustrato a base de virutas y aserrín de *Nothofagus pumilio* (lenga)

2.1 Esquema Productivo

2.1.1 Pasteurización e inoculación

2.1.2 Incubación

2.1.3 Fructificación

2.2 Unidad Mínima Productiva

2.2.1 Consideraciones generales para la estimación de unidad mínima productiva

2.2.2 Consideraciones particulares para estimación de costos e infraestructura requerida para el esquema de producción de 2400 kg de sustrato húmedo

Glosario

Bibliografía

Prólogo

La SDPyPyME tiene por objetivo incrementar la competitividad de la matriz productiva provincial, a través de políticas públicas que fortalezcan las capacidades territoriales y promuevan las capacidades productivas, tecnológicas e institucionales de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) fueguinas.

En 2024 se da inicio al proyecto de cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en troncos de *Nothofagus pumilio* (lenga), en conjunto con UNTDF, INTA, CIEFAP y CFI, buscando impulsar una alternativa productiva rentable y sostenible, complementaria a la actividad hortícola local.

En el marco del proyecto referido, en octubre de 2024 se prepararon dos ensayos adaptados a las condiciones productivas locales, uno en las instalaciones de INTA Río Grande y otro en el predio productivo de un productor de la misma localidad, controlando factores ambientales clave como humedad e incidencia solar. Se inocularon 60 troncos de lenga verde, los que se distribuyeron equitativamente entre los dos ensayos. Principalmente se trabajó con la cepa 2191 de *Pleurotus ostreatus* (gírgola gris o común) bajo la metodología de incubación en fosa con cámara de aire con el fin de atenuar el desbalance térmico y retener la humedad de los troncos, además de embolsar los troncos de lenga para evitar el ingreso de luz, conservar sus condiciones de humedad y actuar como aislante térmico.

Los resultados obtenidos y la experiencia de las instituciones promotoras permitieron desarrollar este material de apoyo pensado como herramienta para guiar los primeros pasos productivos y las decisiones de planificación e inversión vinculadas con la producción de gírgolas bajo diferentes sistemas de producción (troncos y sustratos con viruta y aserrín de lenga).

Este material debe ser entendido como una guía introductoria a través de la cual el productor o productora pueda hacer una aproximación más o menos ordenada de los pasos de desarrollo, requerimientos tecnológicos y de infraestructura para el inicio de la actividad, bajo una propuesta de unidad productiva mínima viable. Esperamos entonces que resulte de utilidad y ante cualquier duda, comunicarse con las instituciones parte de este proyecto.

Mg. Carolina Hernandez

Dr. Maximiliano Rugolo

SDPyPyME - MPyA- Gobierno TDF, AeIAS

CIEFAP - CONICET

Buenas prácticas para el cultivo de hongos

Implementar **buenas prácticas¹ de higiene y seguridad** es fundamental para lograr un ciclo productivo eficiente, seguro y con baja incidencia de contaminaciones. A continuación, se presentan recomendaciones específicas tanto para el cultivo en troncos como en sustrato, destinadas a productores y operarios.

Cultivo de hongos en tronco:

Seguridad para el productor/operario:

- Debe usar guantes de trabajo.
- Debe usar las herramientas de seguridad al momento de manipular la motosierra para preparación de las rodajas (casco, protección auditiva, perneras).

Higiene en la inoculación:

- Debe desinfectarse las superficies y las bateas donde se desgrana la semilla.
- Utilizar una solución de hipoclorito de sodio al 10% o alcohol al 70% para desinfectar mesa, herramientas y superficies de trabajo.

Cultivo de hongos en sustrato:

Recomendaciones de seguridad e higiene:

- Cada etapa del proceso productivo debe realizarse en áreas individualizadas, las que deben desinfectarse utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 10% o alcohol al 70%.
- La solución debe aplicarse en mesadas, paredes, pisos y cualquier otra superficie y/o elementos de trabajo. Las áreas vacías pueden desinfectarse previo al uso con aplicación de luz germicida del tipo UVc. El productor/a y operario nunca debe exponerse a este tipo de radiación.
- El productor/operario debe usar guardapolvo, cofia, barbijo y guantes de látex, evitando hacerlo su uso cuando se trabaja con fuego con quemador o mechero, ya que es riesgoso y aumenta la probabilidad de accidentes y quemaduras para la piel.
- El área de trabajo debe mantenerse limpia durante y posterior a la pasteurización del sustrato.
- Nunca se debe exponer el sustrato al aire libre, ya que aumenta el riesgo de contaminaciones.
- Deben reforzarse las condiciones de higiene al momento de la inoculación, ya que es el momento de mayor riesgo de contaminación.

¹ Buenas prácticas entendidas como un conjunto de procedimientos y controles que aseguran la calidad y seguridad de los productos, desde la producción hasta la distribución, minimizando riesgos de contaminación y garantizando la inocuidad.

- El embolsado del sustrato inoculado y el sellado de la bolsa deben ser rápidos para minimizar los riesgos de contaminación ambiental.
- La temperatura de la sala de incubación debe controlarse y manejarse para evitar excesos que dañan el micelio y facilitan la proliferación de contaminantes, generalmente mohos verdes. Pueden utilizarse termómetros de pinche. No superar los 25 °C en el interior de la bolsa de cultivo. Pueden utilizarse termómetros de pinche. En caso de que la temperatura suba, debe disminuirse la temperatura de la sala a 20 °C.
- Durante la etapa de incubación, inspeccionar las bolsas diariamente. El micelio debe verse blanco algodonoso. Cualquier otra coloración (verde, parda, rosada) indica la presencia de microorganismos contaminantes y la misma debe ser rigurosamente descartada.
- Durante la fructificación los inyectores de aire usados para la ventilación deben contar con filtros (pueden ser del tipo HEPA) que eviten el ingreso de esporas externas y, por ende, previenen el desarrollo de microorganismos contaminantes en las bolsas de cultivo.
- El productor/ operario debe ingresar al área de fructificación con barbijo o protector nasobucal y ocular para evitar cualquier tipo de alergia o problema respiratorio vinculado a la alta concentración de esporas.
- El control de plagas debe realizarse chequeando la presencia de moscas o roedores y aplicarse barreras antiplagas. Las trampas de vinagre o tiras adhesivas atrayentes pueden ser útiles para controlar los insectos.
- Al momento de la cosecha, manipular los hongos con algún elemento cortante (bisturí, cuchillo o una tijera), y siempre utilizar guantes de látex.

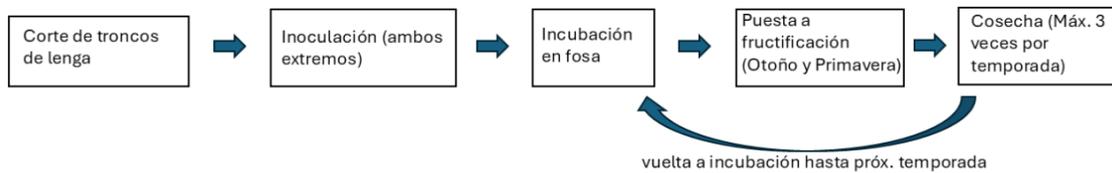
Recomendaciones relacionadas con la calidad y control de variables productivas:

- El sustrato, previamente pasteurizado, debe estar escurrido y mantenerse a una temperatura menor a 30° C, antes de inocular, para garantizar el desarrollo del micelio y evitar la proliferación de microorganismos contaminantes.
- La tasa de inoculación con semillas micelio debe ser entre el 7 y 10% del peso húmedo de sustrato. A mayor porcentaje de semillas utilizadas y a mayor velocidad en el proceso de inoculación, menor el porcentaje de contaminaciones y, por ende, la pérdida de bolsas por lote.
- Deben respetarse las condiciones óptimas en la etapa incubación: 70% de humedad, 20 – 25 °C de temperatura, oscuridad total, sin corriente de aire. Duración estimada de la etapa productiva: 20 – 30 días.
- Durante las etapas de fructificación y cosecha es clave respetar las condiciones para el intercambio gaseoso y la renovación de aire. El exceso de CO₂ en este periodo conlleva a deformaciones y abortos prematuros en los esporomas.
- Deben respetarse las condiciones óptimas en la etapa fructificación: 85 – 95% de humedad, 18 – 20 °C de temperatura, ciclos alternados de 12 horas de iluminación/oscuridad, 4 a 6 renovaciones de aire por hora. Duración estimada de la etapa productiva: 30 – 45 días.
- Los hongos cosechados pueden depositarse y almacenarse:

- En caso de refrigerar, se recomienda no más de 4 a 7 días.
- En caso de congelar, se recomienda hacerlo de manera individual para conservar la calidad.
- En caso de deshidratar, se recomienda cortar en láminas para propiciar una mejor deshidratación, más homogénea, rápida y sin riesgos de pudrición interior.
- En caso de fraccionar en fresco, se recomienda colocar en bandejas plásticas para su venta. Si la intención es comercializar a granel, también pueden depositarse en recipientes de cartón evitando sobrecargarlas para que no se aplasten. En caso de utilizar bandejas plásticas que sean perforadas para evitar condensaciones.
- Deben cosecharse los ejemplares con la mejor calidad posible, frescos, compactos y sin exceso de humedad para aumentar el tiempo de vida útil. No deben estar sobremaduros. La cosecha debe realizarse antes que sus márgenes se enrollen hacia arriba.
- Cada bloque de sustrato puede rendir de 3 a 4 “oleadas” de producción, en un ciclo de 30 a 45 días, con disminuciones progresivas de rindes en cada una de ellas.

Capítulo 1. Producción de *Pleurotus ostreatus* (n.v. Gírgolas) en troncos de lenga como complemento de la actividad hortícola

1.1 Esquema productivo



1.1.1 Selección de los troncos de lenga a utilizar

Deben realizarse inspecciones a los árboles de lenga seleccionados, considerando su estado sanitario (troncos sin heridas visibles, sin signos de patógenos ni ramoneo) y el diámetro adecuado de trabajo (entre 50 y 70 cm de largo, con un diámetro de 15 a 30 cm).

Los troncos deben cortarse en “verde” (no sirven los troncos secos) durante la primera semana de octubre, de modo que estén acondicionados y listos para su utilización hacia fin de mes (figura 1). Deben apilarse y cubrirse con polietileno negro para evitar su deshidratación antes del proceso de inoculación.

Figura 1. Troncos de aprovechamiento forestal utilizados



1.1.2 Inoculación de los troncos de lenga seleccionados

Lo ideal es inocular cada tronco en ambas caras. Si bien se ocupará más semilla micelio, esto podría garantizar la colonización completa del micelio. En este caso se utilizó 1 kilo de semilla micelio cada 5 troncos (100 gramos por rodaja).

Las rodajas deben cortarse con un espesor de 5 cm de ancho. En primera instancia se presenta el clavo. Luego se inocular completamente la rodaja con semilla micelio, asegurando que la monocapa cubra la totalidad del tronco expuesto. Se puede añadir una cobertura de aserrín para proteger la semilla y evitar su exposición. Se completa el clavado y se sella el corte con cinta aislante tipo “peligro”, reforzando el encintado con cinta adhesiva (figura 2 y 3).

Cada tronco se embolsa, preferentemente en bolsas individuales, antes de depositarse en la fosa de incubación.

El tiempo de trabajo promedio para realizar la inoculación es de 60 troncos por día. En un esquema de 295 troncos (mínima unidad productiva, ver sección 1.2) esta etapa se desarrolla en una semana.

Figura 2. Técnica de inoculación de las “dos rodajas”

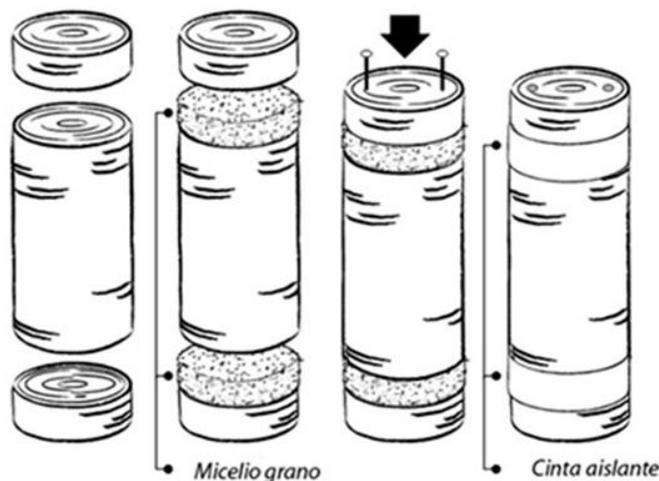


Figura 3. A. Despunte de los troncos y corte de las rodajas; B. Semilla micelio utilizada; C. Hidratación de viruta; D. Equipo de trabajo; E. Troncos apilados con la rodaja y el clavo presentado; F. Presentación del clavo (clavado de rodaja); G. Tronco inoculado; H. Troncos listos con la cinta protectora en el sitio de inoculación.



1.1.3 Propuesta para el armado de fosa para incubación

La fosa o área de incubación (figura 4 y 5) deberá tener un volumen suficiente para actuar como cámara de aire. Para 295 troncos (mínima unidad productiva) se requiere un espacio aproximado de 6 m^3 . Una posible configuración es: 2 m de ancho x 3 m de largo x 1 m de profundidad.

Estimaciones realizadas:

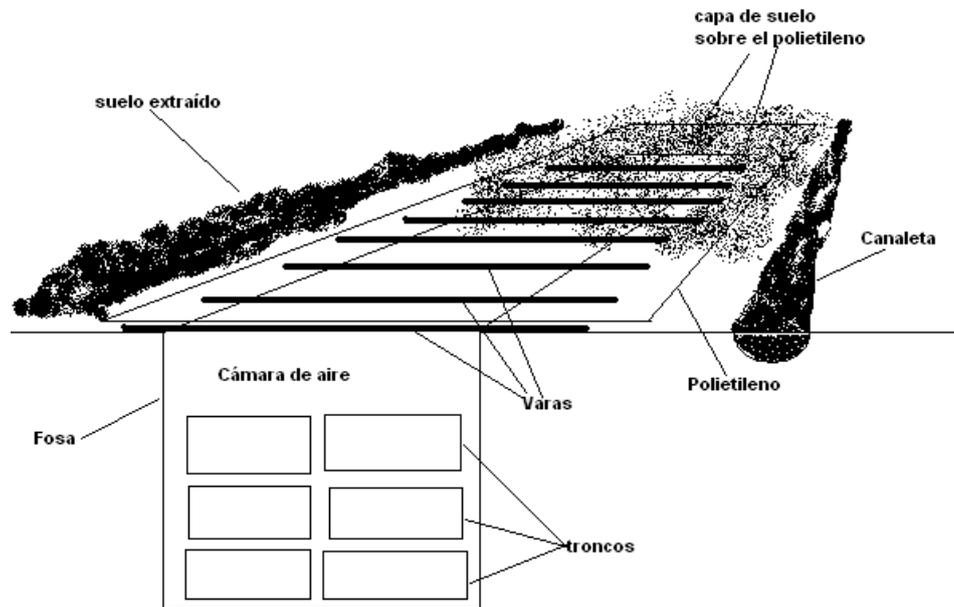
- Tamaño promedio de tronco: 20 cm de diámetro x 60 cm de largo, sin heridas ni patógenos.
- Volumen del tronco: $\pi \times r^2 \times h = 3,14 \times (0,1 \text{ m})^2 \times 0,6 \text{ m} = 0,018 \text{ m}^3$
- Volumen total que ocuparían 295 troncos: $0,018 \text{ m}^3 \times 295 = 5,30 \text{ m}^3$

Consideraciones / recomendaciones para el armado y ubicación de la fosa de incubación:

- Nivel freático. Conocer el nivel de las napas y el riesgo de inundación del suelo. Si el riesgo es elevado, utilizar tarimas o bloques para evitar el contacto directo de los troncos con el suelo.
- Tipo de suelo. Evitar suelos arenosos que tengan riesgo de desmoronamiento y suelos muy arcillosos o compactos que acumulen agua libre.
- Reparos del viento y del sol directo. Se recomienda realizar dentro del invernadero destinado a la producción hortícola²
- Disponibilidad de riego cercano
- Accesibilidad a inspecciones mensuales

² Si el productor prefiere destinar un área cerrada y techada distinta al invernadero productivo, deberá tener en cuenta el volumen y consideraciones sugeridas.

Figura 4. Esquema de armado de la fosa de incubación



La fosa se cava dentro del invernadero de producción hortícola para aprovechar su temperatura interior, sin necesidad de realizar inversiones adicionales en infraestructura.

Figura 5. A,B. Invernaderos del productor Xavier Rivadero; B. Invernadero del INTA Rio Grande; C,D,E. Cavado de la fosa; F. Llenado de la fosa con los troncos inoculados; G. Tablas en la parte superior de la fosa para facilitar la inspección periódica; H,I,J. Tapado de la fosa, con tierra para amortiguar el cambio de temperatura ambiental.



Consideraciones/ recomendaciones para el período de incubación:

- Duración mínima de la incubación: 4 meses (Octubre - Marzo).
- Rango de temperatura ideal: 16-27 °C.
- No se requiere riego adicional.
- Humedad inicial otorgada por el tronco “verde”.
- Oscuridad total: Se recomienda que la bolsa que contiene el tronco debe permanecer completamente cerrada.
- Realizar inspecciones mensuales (figura 6) para controlar el avance del micelio y la presencia de mohos verdes (por ejemplo, *Trichoderma*). En caso de contaminación severa, los troncos deben descartarse para proteger al resto del lote.

Figura 6. A,B. Primera revisión de los troncos; C,D. Segunda revisión de los troncos; E,F,G,H. Tercera revisión de los troncos.



1.1.4 Puesta de troncos a fructificar

El desarrollo de esta etapa comienza en el mes de marzo, dentro del invernadero de producción hortícola. Se retiran de la fosa los troncos que están completamente miceliados o con colonizaciones visibles en al menos un 80% del tronco (figura 7). En particular, se extraen de la bolsa plástica y se los dispone de forma vertical (1 m² cada 20 troncos) o en apilado intercalado (se aprovecha la altura: 1 m³ cada 144 troncos).

Figura 7. Apertura de fosa, desembolsado y revisión de los troncos luego de los 4 meses de incubación para la puesta a fructificación.



Consideraciones/ recomendaciones para la etapa de fructificación:

- Colocar polietileno sobre el suelo para evitar el contacto directo de los troncos con los camellones de cultivo.
- Aplicar riego superficial, sin mojar directamente los troncos.
- Aprovechar el sistema de riego y ventilación existentes en el invernadero.
- Realizar la inducción para el desarrollo de esporomas con luz natural, evitando la radiación solar directa, usando media sombra.
- Duración mínima de la etapa de fructificación: 2 meses (Marzo - Abril).
- Rango de temperatura ideal: 16-20 °C.
- Requiere alta humedad ambiental.
- Evitar el viento directo sobre los troncos para prevenir la deshidratación e inhibición del crecimiento y desarrollo de los esporomas.

1.2 Unidad Mínima Productiva

1.2.1 Consideraciones generales para la estimación de unidad mínima productiva

- Canasta Básica Total (CBT) para Tierra del Fuego, hogar de 4 personas, Junio 2024³: \$1.006.168 y Diciembre 2024⁴: \$ 1.640.000.
- Precio promedio Gírgolas frescas a granel en CABA y gran Buenos Aires: \$23.000 por kg a Febrero 2025⁵.
- Producción estimada de gírgolas por tronco de álamo (*Populus sp.*) cortados a 50 cm: 15-20% del peso fresco del tronco, según experiencias en el Valle de Rio Negro (Sanchez y Nordenstrom, 2022).
- En base a las muestras tomadas para calcular la humedad de los troncos, se utilizaron en promedio trozos de 2,2 kilos en peso fresco. El rendimiento o cosecha estimada se espera en 0,4 kilos de gírgolas por tronco (valor proyectado a partir del rendimiento informado en troncos de álamo según Sanchez y Nordenstrom, 2022).
- Costos fijos (CF) y variables (CV) relacionados con el desarrollo de la actividad (Tabla 1, a precios Febrero 2025): \$ 950.000
- CBT (Diciembre 2024) + CF (Febrero 2025) + CV (Febrero 2025): \$ 2.590.000.
- Para cubrir costos y obtener el valor de la canasta básica total se necesitan producir 118 kilos frescos de gírgolas con una cantidad de 295 troncos (Tabla 2).
- Si lo que se desea es suplantar ingresos durante el período invernal, como complemento de la actividad hortícola, la cantidad de troncos deberá ajustarse conforme a los ingresos que pretendan obtenerse mensualmente. En tal caso, recordar que la producción es en

³ Fuente: ipiec.tierradelfuego.gob.ar. Valor del dólar oficial para la venta en Junio 2024 fue de \$ 950,78

⁴ <https://www.actualidadtdf.com.ar/una-familia-en-tierra-del-fuego-necesito-1-643-540-para-no-caer-en-la-pobreza/>. Valor del dólar oficial para la venta en Diciembre 2024 fue de \$ 1.060,28

⁵ Productor Abrantes, www.hongosporto.com.ar. Valor del dólar oficial para la venta en Febrero 2025 fue de \$ 1.084,25

fresco, por lo que, si se proyecta un volumen mayor de producción, se recomienda considerar procesos de conservación y agregado de valor (deshidratado, conservas, otros).

1.2.2 Consideraciones particulares para la estimación de costos e infraestructura requerida en el esquema de producción de 295 troncos

- Se requieren entre 100 y 120 gramos de **semilla micelio** (grano) por rodaja (es decir, entre 200 y 240 gramos por tronco).
- **Otros insumos utilizados en proceso de siembra:**
 - o 10 kg de clavos de 3 o 4 pulgadas, necesarios para la técnica de las 2 rodajas.
 - o 5 rollos de cinta aislante (tipo “peligro”)
 - o 3 rollos cinta adhesiva transparente
 - o Bolsas de plástico negro (tipo “consorcio”). Se recomienda usar bolsas individuales para cada tronco. Como alternativa puede utilizarse un polietileno de mayor tamaño para envolver todos los troncos en conjunto dentro de la fosa. Ejemplo de presentación: Paquete de 100 bolsas, de 45x60cm. Requerimiento por cantidad de troncos: 3 paquetes).
- Infraestructura de **incubación**. El espacio requerido se corresponde al de la fosa con los troncos apilados. Se recomienda su construcción dentro del invernadero productivo, no generando costos adicionales en esta etapa. En el ensayo realizado en la ciudad de Río Grande (Octubre 2024 - Marzo 2025) se utilizó una fosa de 2 metros de largo x 0,7 m de ancho x 0,5 m de profundidad, con un volumen total de 0,7 m³ para alojar 32 troncos. En base a esta relación, para una producción de 295 troncos se requerirá una fosa de al menos 6 m³ (3 m de largo x 2 m de ancho x 0,5 m de profundidad).
- Infraestructura de **fructificación**. Los troncos de lenga utilizados en el ensayo realizado en la ciudad de Río Grande (Octubre 2024 - Marzo 2025) tenían un diámetro de 15 a 20 cm. Pensando en un esquema de 295 troncos parados, el **área de fructificación** requerida sería de 13 m²: 1 m² cada 20 troncos (si el esquema es el apilado intercalado el área sería menor porque aprovechamos la altura, 1 m³ cada 144 troncos). Al igual que en la instancia de incubación, se considera la infraestructura vinculada con la producción hortícola, no generando costos adicionales para la cuantificación.

Tabla 1. Costos relacionados con el desarrollo de la producción de 295 troncos

Insumos para la producción de 295 troncos	Cantidad por troncos	Cantidad total	Precio unitario (Febrero 2025 (4))	Precio total
Troncos (1)		295		

Semilla micelio (grano) (2)	100 grs por rodaja // 200 grs por tronco	59.000 grs (59 kilos)	\$ 10.000/kg	\$ 590.000
Clavos	2	10 kilos	\$ 8.000	\$ 80.000
Cinta aislante (tipo peligro)	30 cm por rodaja // 60 cm por tronco	5 unidades	\$ 5.000	\$ 25.000
Cinta adhesiva transparente	30 cm	3 unidades	\$ 5.000	\$ 15.000
Bolsas de consorcio	1	3 Pack	\$ 10.000	\$ 30.000
Varios (Nafta motosierra trabajos siembra troncos, alcohol desinfección)				\$ 10.000
Comercialización (bandeja, etiquetas autoadhesivas para presentación de producto) (3)				\$ 200.000
Costo total				\$ 950.000

Observaciones: (1) Los troncos fueron provistos desde área de raleo en Reserva Forestal de Producción Milna (MPyA). De valorizarse, este costo deberá ser cargado completamente a precio de producto. Considerar si el precio de venta de los troncos incluye logística desde el lugar de compra al predio productivo. (2) Valores Laboratorio de Blancos CIEFAP. Por cuestiones técnicas administrativas, el servicio del Laboratorio de la UNTDF se encontraba pausado al momento de elaboración de la presente guía. Aún así se deja mail de contacto para futuras estimaciones: micelio@untdf.edu.ar. (3) Valor estimado considerando 5 packs de 100 unidades de bandejas (tamaño para 250 gramos de hongos), que permitirían presentar los 118 kilos que se pretenden cosechar. (4) El valor del dólar oficial para la venta en Febrero de 2025 fue de \$ 1.084,25.

Tabla 2. Resultados estimados para el desarrollo de la producción de 295 troncos

Valores estimados para 295 troncos, sujeto a rinde productivo y variaciones de precios de insumos	Pesos argentinos Febrero 2025 (1)
Ingresos Total (kilos*precio mercado)	\$ 2.714.000
Costos Totales	\$ 950.000
Resultado estimado	\$ 1.764.000

Observaciones: (1) El valor del dólar oficial para la venta en Febrero de 2025 fue de \$ 1.084,25.

Capítulo 2. Producción de *Pleurotus ostreatus* (n.v. Gírgolas) en sustrato a base de viruta y aserrín de *Nothofagus pumilio* (lenga)

2.1 Esquema Productivo

La producción de hongos comestibles en sustrato puede realizarse durante todo el año calendario.

2.1.1 Pasteurización e inoculación

El **sustrato seco**⁶ **propuesto** se compone de 77 % de viruta de lenga, 20 % de salvado de trigo y 3 % de yeso. La humedad se ajusta al 65 %, lo que implica que cada kilogramo de sustrato húmedo contiene 350 g de sustrato y 650 g de agua.

Se recomienda utilizar dos (2) tachos metálicos de 200 litros con tapa y doble fondo, asociados a mecheros o quemadores a gas (figura 8). Cada lote diario de **pasteurización** permitiría desinfectar 96,4 kg de sustrato húmedo, es decir 48,2 kg por tacho.

El sustrato debe pasteurizarse en bolsas tipo arpillera durante 6 horas a 85° C. Al finalizar debe enfriarse, sin destapar, hasta alcanzar 25° C. Pueden utilizarse termómetros con sondas dentro del sustrato.

La **inoculación** se realiza con micelio semilla desgranado al 10 % del peso del sustrato (9,6 kg para un lote diario⁷ de 96,4 kg de sustrato húmedo). Colocar manualmente 1,5 kg de la mezcla usando bolsas transparentes individuales⁸ de 30 x 50 cm, sellar con selladora o atar el extremo de la bolsa para monitorear la temperatura.

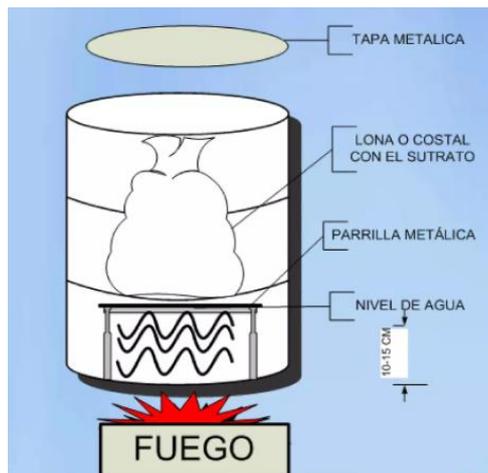
Esta etapa requiere condiciones de higiene estrictas, desinfectando superficies y elementos de trabajo con hipoclorito de sodio al 10% o alcohol al 70%, asegurando el uso de guantes de látex, barbijos, cofia y bata por parte del personal que realiza esta etapa. Se recomienda contar con un cambio completo de estos elementos por lote de trabajo para evitar contaminación cruzada.

⁶ La humedad se agrega después, sobre el 100 % seco.

⁷ Se estima de 2 a 3 horas el tiempo requerido para la inoculación de 97 kg de sustrato húmedo.

⁸ Se recomienda que las bolsas sean de polipropileno o de polietileno de alta densidad para soportar la exposición a altas temperaturas durante períodos prolongados.

Figura 8. Esquema de pasteurizador artesanal



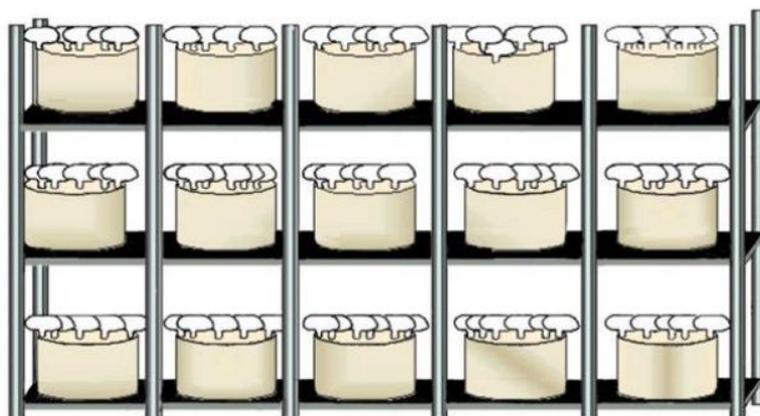
2.1.2 Incubación

Las bolsas deben incubarse en un ambiente oscuro, con opción de iluminarse para realizar inspecciones diarias, con temperatura estable entre 20 y 25 °C. Pueden utilizarse equipos de aire acondicionado, pantallas eléctricas o calefactores a gas para mantener el rango de temperatura deseado.

Esta etapa no requiere ventilación ni aporte de humedad adicional, ya que el CO₂ no afecta negativamente el micelio y la humedad fue ajustada previamente.

Acorde la propuesta de unidad mínima (ver sección 2.2), el espacio requerido será de al menos 15 m², con estanterías de 6 niveles de 50 cm de ancho y 40 cm de separación. Las bolsas deben colocarse sobre los estantes, con al menos 10 cm de distancia entre sí (figura 9).

Figura 9. Esquema de estanterías para la disposición de las bolsas a incubar



La incubación dura entre 20 y 30 días. Durante este período deben realizarse inspecciones diarias. Las bolsas que presenten mohos verdes -por ejemplo, *Trichoderma* - (figura 10), deben descartarse de inmediato para evitar la propagación de contaminación en el resto del lote.

Figura 10. Bolsas contaminadas con mohos verdes



Foto: Maximiliano Rugolo

Las bolsas están listas para pasar a fructificación cuando presentan al menos un 90% de colonización del micelio. Esto quiere decir que el sustrato se ve completamente blanco, con micelio algodonoso y posibles exudados amarillo - anaranjado (figura 11).

Figura 11. Bolsas colonizadas y con presencia de exudados



Foto: Maximiliano Rugolo

2.1.3 Fructificación

Finalizada la incubación, las bolsas se disponen en un área diferente, también con estanterías, separadas al menos 10 cm entre sí. Aunque la calidad y tipo de los materiales puede variar según las instalaciones del productor/a, se recomienda utilizar estanterías de 6 niveles (50 cm de ancho y 40 cm de separación) en área de 32 m² para cumplir con los volúmenes correspondientes a la unidad mínima productiva (figura 12).

En esta etapa, cada bolsa debe ser cortada longitudinalmente (con cortes de 5 a 10 cm) con un elemento cortante desinfectado. Luego se coloca una tira de cinta hipoalergénica para facilitar el intercambio gaseoso de las bolsas.

Figura 12. Estanterías con bolsas en sala de fructificación



Foto: Maximiliano Rugolo

Durante esta etapa debe aplicarse un ciclo de luz artificial de 12 horas con luminaria convencional (tubos LED o lámparas de bajo consumo con luz blanca).

La temperatura debe mantenerse entre los 18 y los 20° C. Se recomienda aplicar un *shock* térmico inicial por 24 horas a 16 - 18 °C para inducir la formación y desarrollo de esporomas. El control térmico puede realizarse con equipos similares a los de la incubación (equipo de aire acondicionado, pantallas eléctricas o calefactores a gas).

La humedad ambiental debe mantenerse entre 85 y 95 %, utilizando humidificadores de ultrasonido. Se puede instalar un humidistato programable o, en su defecto, un temporizador (*timer*) que regule el encendido para evitar daños en las resistencias de los equipos.

Es imprescindible ventilar el ambiente de fructificación. En ausencia de intercambio gaseoso, el CO₂ acumulado (> 700 ppm) produce deformaciones en los esporomas (pies prominentes, alargados y sombreros pequeños) (figura 13). Este parámetro puede controlarse con medidores de CO₂.

Figura 13. Efecto de la alta concentración de CO2 sobre los esporomas



Foto: Maximiliano Rugolo

La ventilación puede hacerse mediante flujo de aire pasivo o activo, dependiendo del espacio y las aberturas que tenga el productor/a. De manera pasiva implica la apertura de ventanas o puertas, con la precaución de colocar mallas mosquiteras o pegamentos antiáfidos⁹ en el ingreso de la corriente de aire. De manera activa se lleva a cabo a través de extractores/inyectores de aire, a los que también se le pueden añadir filtros¹⁰ y mallas mosquiteras. Recordar que un aumento en la ventilación generará un descenso en la humedad ambiental, por ende, se recomienda incrementar la humidificación en los momentos de mayor renovación de aire (pre humedecer el aire inyectado o aumentar el flujo del humidificador).

La cosecha debe realizarse antes de que los esporomas maduren y liberen sus esporas (figura 14), justo antes del enrollamiento del borde del sombrero. En las 24 hs previas a la cosecha, se sugiere reducir la humedad al 80% para prolongar la vida útil del producto. Los hongos muy húmedos se deterioran más rápido.

Figura 14. Esporomas en óptimo estado para la cosecha



Foto: Maximiliano Rugolo

⁹ Sustancia atrayente y pegajosa para el control de moscas, en distintos formatos de productos.

¹⁰ De celulosa o fibra textil, tipo guata

2.2 Unidad Mínima Productiva

2.2.1 Consideraciones generales para la estimación de unidad mínima productiva

- Canasta Básica Total (CBT) para Tierra del Fuego, hogar de 4 personas, Junio 2024¹¹: \$1.006.168 y Diciembre 2024¹²: \$ 1.640.000.
- Precio promedio de gírgolas frescas a granel en CABA y gran Buenos Aires: \$23.000 por kg a Febrero 2025¹³.
- Eficiencia biológica estimada en producción de gírgolas en viruta y aserrín de lenga suplementadas con salvado de trigo: 20-35%, es decir, 20-35 gramos de hongo fresco cada 100 gramos de sustrato seco (Rugolo, M. et al 2020 y 2021). En bolsas de 1,5 kg de sustrato húmedo, con 0,5 kg de sustrato seco, se espera una cosecha de 100 a 175 g de gírgola fresca.
- Costos fijos (CF) y variables (CV) relacionados al desarrollo de la actividad (detalle en tabla 3, valores Febrero 2025): \$3.539.500
- CBT (diciembre 2024) + CF (Febrero 2025) + CV (Febrero 2025): \$5.179.500.
- Para cubrir costos y obtener el valor de la canasta básica total se requerirán producir 225 kg frescos de gírgolas mensuales con una cantidad de 1.928 kg de sustrato húmedo.

2.2.2 Consideraciones particulares para la estimación de costos e infraestructura requerida en el esquema de producción de 1.928 kg de sustrato húmedo

- La tasa de inoculación es del 10%, es decir 100 gramos de **semilla micelio** (grano) por kilo de sustrato húmedo. La formulación del sustrato propuesto consiste en 77 % de viruta/aserrín de lenga, 20 % de salvado de trigo y 3 % de yeso.
- **Otros insumos requeridos en la inoculación:** Bolsas de polietileno de alta densidad o polipropileno capaces de resistir altas temperaturas permitiendo pasteurizar directamente el sustrato embolsado. Pueden usarse bolsas de polietileno de baja densidad si no se someten a altas temperaturas. En este caso el sustrato se pasteuriza a granel y se embolsa una vez enfriado.
- El espacio requerido para **incubación** será de al menos 15 m², con estanterías de 6 niveles. La infraestructura (tipo de estanterías, calidad de materiales) y bienes de uso

¹¹ Fuente: ipiec.tierradelfuego.gob.ar. Valor del dólar oficial para la venta en Junio 2024 fue de \$ 950,78.

¹² <https://www.actualidadtdf.com.ar/una-familia-en-tierra-del-fuego-necesito-1-643-540-para-no-caer-en-la-pobreza/>. Valor del dólar oficial para la venta en Diciembre 2024 fue de \$ 1.060,28

¹³ Productor Abrantes, www.hongosporto.com.ar. Valor del dólar oficial para la venta en Febrero 2025 fue de \$ 1.084,25.

pueden variar según disponibilidad del productor/a. Su valor y amortización no se consideraron en el cálculo de costos productivos.

- Pensando en un esquema de 1.928 kilos de sustrato húmedo, se estima que el **área de fructificación** necesaria sería de 32 m², equipada con estanterías de 6 niveles. Cada metro cuadrado de estantería puede albergar 11 kg de sustrato, lo que equivale a una capacidad total aproximada de 330 kg por estructura. La calidad y el tipo de materiales utilizados en la infraestructura, así como los bienes de uso pueden variar según las condiciones preexistentes, construcciones nuevas o inversiones realizadas por el/la productor/a. Cabe aclarar que su valor y amortización no se consideraron en el cálculo de costos productivos.

Tabla 3. Costos relacionados con el desarrollo de la producción de 1.928 kg de sustrato húmedo

Insumos para la producción de 1.928 kg de sustrato húmedos mensuales (1)	Cantidad por siembra de 96,4 kg de sustrato húmedo (lote diario)	Cantidad total para 1.928 kg de sustrato húmedo (mensual, 20 días de trabajo)	Precio unitario (Febrero 2025 (6))	Precio total
Semilla micelio grano (2)	9,64 kg	192,8 kg	\$ 10.000/kg	\$ 1.928.000
Viruta/aserrín (3)	25,79 kg	514,13 kg	\$ 125/Kg	\$ 64.266
Salvado de trigo (3)	6,43 kg	128,53 kg	\$ 1.000/kg	\$ 128.533
Yeso (3)	1.21 kg	24,1 kg	\$ 250/kg	\$ 6.025
Bolsas de polietileno de alta densidad (cada bolsa contiene 1.5 kg de sustrato)	64	1.285	\$ 37,5	\$ 48.187
Gas (4)			\$ 20.000/mes	\$ 240.000
Luz (4)			\$ 40.000/mes	\$ 480.000
Varios (alcohol, cofia, barbijo, guantes látex, cinta hipoalergénica) (4)			\$ 10.000/mes	\$ 120.000
Comercialización (bandeja, film, etiquetas para presentación de producto) (4)			\$ 20.000/mes	\$ 240.000
Salario Mínimo Vital y Móvil (5)				\$292.446

Costo total mensual*	\$ 3.547.457
----------------------	--------------

Observaciones: (1) No se contempla en este cálculo el costo de la infraestructura, tecnología (tachos metálicos, mecheros/quemadores a gas, humidificadores, otros) y estructuras (estanterías) requeridas en el proceso de incubación y fructificación, así como tampoco sus respectivas amortizaciones. (2) Los valores de referencia se corresponden al Laboratorio de Blanco de CIEFAP, contacto institucional: laboratoriodeblanco@ciefap.org.ar. Por cuestiones técnicas administrativas, el servicio del Laboratorio de la UNTDF se encontraba pausado al momento de elaboración de la presente guía. No obstante, se incluye correo electrónico de contacto para futuras estimaciones: micelio@untdf.edu.ar (3) El sustrato seco representa, en promedio, un 35% del total de sustrato húmedo utilizado por lote diario de producción. Sobre ese valor se calculan los porcentajes de la formulación propuesta: 77 % de viruta/aserrín de lenga, 20 % de salvado de trigo y 3 % de yeso. (4) Las cantidades estimadas se basan en experiencias productivas desarrolladas en Tierra del Fuego y Patagonia Norte. (5) Para la valorización del tiempo de trabajo del/a productor/a se utilizó como referencia el salario mínimo vigente a Febrero de 2025, según el Consejo del Salario <https://www.argentina.gob.ar/trabajo/consejodelsalario>. En caso de requerir personal de apoyo, su remuneración deberá ser incluida dentro de la estructura de costos correspondiente. (6) El valor del dólar oficial para la venta en Febrero de 2025 fue de \$ 1.084,25.

Tabla 4. Resultados estimados para el desarrollo de la producción de de 1.928 kg de sustrato húmedo

Valores estimados para 1.928 Kilos húmedos de sustrato, sujeto a rinde productivo y variaciones de precios de insumos	Pesos argentinos Febrero 2025 (1)
Ingresos mensuales totales (225 kilos* precio mercado)	\$ 5.175.000
Costos mensuales totales	\$ 3.547.457
Resultado mensual estimado	\$ 1.627.543

Observaciones: (1) El valor del dólar oficial para la venta en Febrero de 2025 fue de \$ 1.084,25.

La siguiente tabla resume las principales diferencias entre el sistema de cultivo en troncos y el sistema en sustrato, basándose exclusivamente en los datos técnicos presentados en este documento.

Tabla 5. Comparativa de sistemas de cultivo de *Pleurotus ostreatus* (gírgolas)

Parámetro	Cultivo en Troncos de <i>Nothofagus pumilio</i> (lenga)	Cultivo en Sustrato (viruta / aserrín de <i>Nothofagus pumilio</i> - lenga)
Recurso base	Troncos de lenga verde	Viruta/aserrín de lenga + salvado + yeso
Unidad mínima sugerida	295 troncos	1.928 kg de sustrato húmedo mensual
Producción estimada	118 kg/año	225 kg/mes
Inversión inicial estimada	\$950.000	\$3.547.457 mensuales
Tiempo hasta la primera cosecha	5 a 6 meses	1 a 1.5 meses
Ciclo productivo	Estacional (primavera-verano)	Continuo todo el año
Espacio requerido	13 m ² para fructificación	15 m ² incubación + 32 m ² fructificación
Mano de obra	Baja, tareas puntuales	Alta, manejo diario
Infraestructura mínima	Fosa en invernadero, herramientas	Estanterías, luminarias, humidificadores
Dificultad técnica	Baja a media	Media a alta
Eficiencia biológica estimada	15 – 20% (estimado en álamo)	20 – 35%
Ventaja destacada	Baja inversión, integración hortícola	Alta productividad, ciclos cortos
Desafío principal	Ciclo largo, estacionalidad	Mayor complejidad técnica y riesgo de contaminación
Perfil de productor recomendado	Productores hortícolas que buscan diversificar	Emprendedores o proyectos de producción intensiva

Glosario

Esporomas (Fructificación): Parte macroscópica de los hongos, encargada de la producción de esporas.

Esporas: Células de propagación de los hongos.

Exudado: Sustancia que los hongos liberan al ambiente, generalmente a través de sus hifas o sus esporas.

Hifa: Filamentos fúngicos que componen el estado vegetativo de los hongos, pueden presentar tabiques.

Himenóforo: Es la parte situada bajo el sombrero constituida por láminas (tubos, dientes, etc.) que contienen las esporas.

Inoculación: Proceso mediante el cual se introduce (siembra) el micelio del hongo en un medio de cultivo o sustrato para fomentar su crecimiento y desarrollo.

Incubación: Etapa que sigue a la inoculación, durante el cual el sustrato inoculado se mantiene en condiciones controladas (temperatura, humedad y aireación) para favorecer la colonización del sustrato por parte del micelio.

Micelio: Conjunto de hifas que forman el cuerpo vegetativo de los hongos.

Pie (de esporoma): Es la parte que sostiene el himenóforo y el sombrero. A los hongos que no tienen pie se los llama sésiles.

Sombrero (de esporoma): Es la parte más ancha del hongo que se sitúa sobre el pie.

Sustrato: Medio lignocelulósico (que contiene celulosa, hemicelulosa y lignina) a partir del cual se nutren los hongos. Pueden ser residuos agrícolas forestales como pajas, aserrines, virutas, chips, etc.

Bibliografía

- Albertó, E. 2008. Cultivo intensivo de los hongos comestibles. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- De Michelis, A. & Rajchenberg, M. 2007. Hongos Comestibles, teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación. EEA Bariloche, INTA.
- Deschamps, J.R. 2005. Producción y comercialización de hongos comestibles. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- Instituto Misionero de Biodiversidad, 2019. Guía para la producción de hongos comestibles. Buenas prácticas de manejo y diseño de espacio de cultivo. Primera Edición. Provincia de Misiones.
- Mushworld. 2005. Manual del cultivador de hongos 1. Cultivo del hongo ostra. Seoul, Corea.
- Recetario de hongos, 2022. 14 recetas con hongos de cultivo fueguino. Ushuaia. 36 p. https://prodyambiente.tierradelfuego.gob.ar/wp-content/uploads/2023/03/Recetario_Hongos_2022-1.pdf
- Rugolo, M.; Lechner, B.; Mansilla, R.; Mata, G.; Rajchenberg, M. 2020. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* production on Pinus sawdust and other agricultural and forestry wastes from Patagonia, Argentina. *Maderas Ciencia y Tecnología*. 22(4).
- Roggero Luque *ex aequo*, JM.; Rugolo, M. *ex aequo*; Rajchenberg, M.; Barroetaveña, C. 2021. Assessment of lignocellulosic residues from Northern Patagonian Andes (Argentina) for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Universitas Scientiarum*. 26(2): 159–177.
- Sanchez, J. & Nordenstrom, G. 2022. Producción y consumo de gírgolas cultivadas en troncos de álamo. *AER Centenario*, INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/16923>
- Sanchez, J.E. & Mata, G. 2012. Hongos comestibles y medicinales de iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Universidad Nacional de Tierra del Fuego. 2022. Informe Final de Proyecto de Investigación: Análisis de la potencialidad de la Cadena de Valor de Hongos Comestibles (HC) en Tierra del Fuego.