

PROYECTO EX-2025-00029978-CFI-GES#DC

TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**“FORTALECIMIENTO DEL DESARROLLO DE BIOINSUMOS AGRÍCOLAS A BASE
DE CEPAS LOCALES DE TRICHODERMA SPP. PARA EL SECTOR HORTÍCOLA
FUEGUINO”**

Informe Final

Fecha: 13/10/25

AUTORIDADES PROVINCIALES

Gobernador

Prof. Gustavo Adrián MELELLA

Ministra de Producción y Ambiente

Lic. Karina Daniela FERNÁNDEZ.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Secretario General

Lic. Ignacio LAMOTHE

PROYECTO EX-2025-00029978-CFI-GES#DC

“FORTALECIMIENTO DEL DESARROLLO DE BIOINSUMOS AGRÍCOLAS A BASE DE CEPAS LOCALES DE TRICHODERMA SPP. PARA EL SECTOR HORTÍCOLA FUEGUINO”

Informe Final

Autor

INSTITUTO DE CIENCIAS POLARES, RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE –
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TIERRA DEL FUEGO E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR

Dotación

Dra. Paulina MOYA (coordinadora del proyecto)

Dr. Cristian Antonio CARRIÓN

Dra. Silvina Alejandra ROMANO

Dr. Alejandro Andrés PÉREZ

Contrapartes técnicas provinciales

Secretaría de Desarrollo Productivo y PyME, Ministerio de Producción y Ambiente, Mg.
Carolina HERNÁNDEZ

Contraparte técnica CFI

Ing. Mónica Yanina BARRAGUÉ

ÍNDICE GENERAL

1 RESUMEN.....	5
2 INTRODUCCIÓN.....	6
3 AVANCES.....	7
4 CONCLUSIONES.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Charla equipo de CeTBIO (FCA-UNC) e ICPA en la UNTDF, Río Grande	8
Figura 2. Reunión convenio de cooperación entre CeTBIO y UNTDF.....	8
Figura 3. Visita del equipo CeTBIO al laboratorio de la UNTDF en Ushuaia.....	9
Figura 4. Diagrama de la biofábrica con secuencia de los espacios funcionales y sus requerimientos.....	10
Figura 5. Diagrama de procesos para la producción del bioinsumo.....	10
Figura 6. Plano de la biofábrica en el predio de la sede Ushuaia de la UNTDF..	14
Figura 7. Maqueta de la fábrica fueguina de bioinsumos.	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros para el cálculo de la demanda máxima de bioinsumos en la provincia.	12
Tabla 2. Detalles y costos asociados para la creación de la biofábrica.....	13
Tabla 3. Equipamiento a adquirir para el funcionamiento de la biofábrica piloto.	15
Tabla 4. Mobiliario a adquirir para la puesta a punto de la biofábrica	16
Tabla 5 Costos de mano de obra especializada según etapa para la producción del bioinsumo.....	16
Tabla 6. Costo de los insumos del formulado para elaborar el bioinsumo.	17
Tabla 7 Detalle de otros costos para la fabricación del bioinsumo.	17

1. RESUMEN

El sector hortícola de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (AIAS) presenta un desarrollo emergente, condicionado por factores climáticos adversos como las bajas temperaturas, la escasa irradiación invernal y los intensos vientos. En este contexto, la producción de hortalizas se concentra entre los meses de septiembre y abril, desarrollándose principalmente en invernaderos. Dada la limitada oferta local, existe una fuerte dependencia de la importación de hortalizas frescas desde otras provincias, lo que eleva los costos, reduce la calidad de los productos y restringe el acceso equitativo de la población a alimentos saludables. El fortalecimiento de la producción hortícola local representa una oportunidad estratégica para satisfacer la demanda interna. En este sentido, la investigación y el desarrollo de bioinsumos a base de microorganismos nativos, llevada adelante por la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), constituye una posibilidad para mejorar las condiciones de cultivo y consolidar sistemas productivos más sustentables en la región. Para avanzar en este objetivo, resulta prioritario potenciar las capacidades técnicas y científicas de la UNTDF en el desarrollo y producción de bioinsumos que respondan a las necesidades del sector hortícola fueguino. En el marco de las actividades previstas para el segundo bimestre del proyecto, el equipo de trabajo de la UNTDF recibió la visita técnico-científica del Dr. Ing. Agr. Alejandro Pérez director del Centro de Transferencia de Bioinsumos (CeTBio) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC) y del Ing. Agr. Ignacio Ralhaiser docente investigador de CeTBio (FCA-UNC). El objetivo de la visita fue analizar en conjunto las capacidades actuales y potenciales del laboratorio para la producción de bioinsumos, recursos humanos disponibles y necesarios, adecuación del instrumental existente y requerimientos de tecnología a adquirir con fines productivos. Además, ambos equipos realizaron una exposición en la UNTDF sede Río Grande, sobre el trabajo llevado a cabo en el desarrollo y producción de Bioinsumos. Por otro lado, en este informe se incluye la determinación de la cantidad de bioinsumo a elaborar localmente en función de la superficie cultivada en la provincia y un análisis de los requerimientos de inversión necesarios, costos de producción asociados (potencial precio de entrega al productor local) y habilitaciones requeridas por los organismos de contralor.

2. INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en Tierra del Fuego se localiza en zonas periurbanas de Río Grande, Tolhuin y Ushuaia. La mejora de la productividad hortícola tiene un enorme potencial dado que existe una alta demanda interna que actualmente es cubierta en un 99% por productos transportados por vía terrestre desde la región centro del país. Este transporte, de más de 3000 Km, genera altos costos económicos y ambientales, además de una disminución de calidad de las hortalizas.

En nuestro país existen diferentes empresas privadas y público-privadas que han desarrollado la tecnología y producen bioinsumos agrícolas a base de microorganismos benéficos. También, estas empresas transfieren tecnología a otras instituciones, tal es el caso de la Biofábrica Misiones S.A. (Bio.Mi.SA.) y el Centro de Transferencia de Bioinsumos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (CeTBIO-UNC).

El valor de producir bioinsumos fueguinos reside en aprovechar microorganismos locales, tolerantes al frío y adaptados a los agroecosistemas de la región, para aumentar el rendimiento de los cultivos, reutilizar desechos orgánicos locales y reducir la huella de carbono asociada a la producción agrícola.

Este proyecto se concibe como una posibilidad para generar, mejorar y/o fortalecer las capacidades de la UNTDF mediante transferencias científico-tecnológicas, para la producción de bioinsumos agrícolas y su empleo por parte del sector productivo hortícola fueguino. Desde el año 2021 el equipo de trabajo de la UNTDF está trabajando en la búsqueda, caracterización y ensayos de efectividad con cepas fúngicas locales para ser utilizadas como bioinsumos hortícolas. La UNTDF cuenta con laboratorios y recursos humanos altamente calificados capaces de continuar avanzando en esta dirección.

Con la implementación de este proyecto se busca consolidar las capacidades de la UNTDF para constituirse como proveedor de bioinsumos a base de microorganismos locales con capacidad de promover la sanidad y el crecimiento vegetal de los principales cultivos de la provincia. Para ello, se debe garantizar la existencia del *know how*, infraestructura y equipamiento necesario para llevar adelante los desarrollos y el escalamiento de la producción de bioinsumos.

Durante los últimos dos meses de ejecución del proyecto se logró la resolución de las siguientes tareas, enmarcadas en el objetivo particular: “Definir las capacidades científico-técnicas de la UNTDF para la producción de bioinsumos locales”:

- 2.1- Visita del director de CeTBIO-UNC, durante 4 días, a las instalaciones de la UNTDF. Durante su visita se analizarán las capacidades del laboratorio lo que incluye la capacidad actual y potencial de producción de bioinsumos (con sus correspondientes etapas de procesos productivos), recursos humanos disponibles y necesarios, adecuación del instrumental existente y requerimientos de tecnología a adquirir con fines productivos.

- 2.2- Determinar la cantidad de bioinsumo a elaborar localmente en función de la cantidad de emprendimientos que destinan su producción al mercado (mínimo de superficie 200 m² por unidad productiva).
- 2.3- Determinar los requerimientos de inversión (estimación de montos), costos de producción asociados (estimación de potencial precio de entrega al productor local) y habilitaciones requeridas por los organismos de contralor.

A continuación, se detalla la descripción y el estado de avance de cada tarea prevista para el último bimestre de implementación del proyecto.

3. AVANCES

2.1- Visita del equipo de CeTBIO-UNC a las instalaciones de la UNTDF

Entre los días 4 al 7 de agosto, el Dr. Ing Agr. Alejandro Pérez director de CeTBIO y el Ing. Agr. Ignacio Rolhaiser, visitaron las instalaciones de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego en Ushuaia y Río Grande. Durante su visita se llevó a cabo una charla en la UNTDF sede de Río Grande, abierta a la comunidad, con la finalidad de dar a conocer el trabajo que vienen realizando ambos equipos en la investigación y desarrollo de bioinsumos, tanto en CeTBIO Córdoba como en la UNTDF, Tierra del Fuego (figura 1).

Por otro lado, se mantuvieron reuniones entre ambos equipos, de la UNC y la UNTDF, con la finalidad de celebrar un convenio de cooperación científico-tecnológico, entre ambas instituciones (figura 2).

Además, el equipo de CeTBIO visitó el laboratorio de la UNTDF en Ushuaia, donde se desarrolla el proyecto de investigación sobre bioinsumos, y junto al equipo local analizaron las capacidades actuales y potenciales del espacio para el desarrollo de un bioinsumo de producción local (figura 3). Para esto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- A- Las etapas de fabricación necesarias para la elaboración del bioinsumo.
- B- Equipamiento actual y necesario adquirir para el desarrollo del bioinsumo y su abastecimiento a los productores hortícolas de Tierra del Fuego.
- C- Recursos humanos disponibles y necesarios.
- D- Adecuación del instrumental existente y requerimientos de tecnología a adquirir con fines productivos.



Figura 1: Charla del equipo del CeTBIO (FCA-UNC) y del ICPA en la sede de Río Grande de la UNTDF. En las fotos están presentes el Dr. Ing Agr. Alejandro Pérez director de CeTBIO y el Ing. Agr. Ignacio Rolhaiser (CeTBIO), los Drs. Cristian Carrión y Paulina Moya (ICPA – UNTDF), Dr. Juan Lavernia (Director del ICPA – UNTDF) y la Mg. Carolina Hernández (Secretaría de Desarrollo Productivo y Pyme de la provincia).

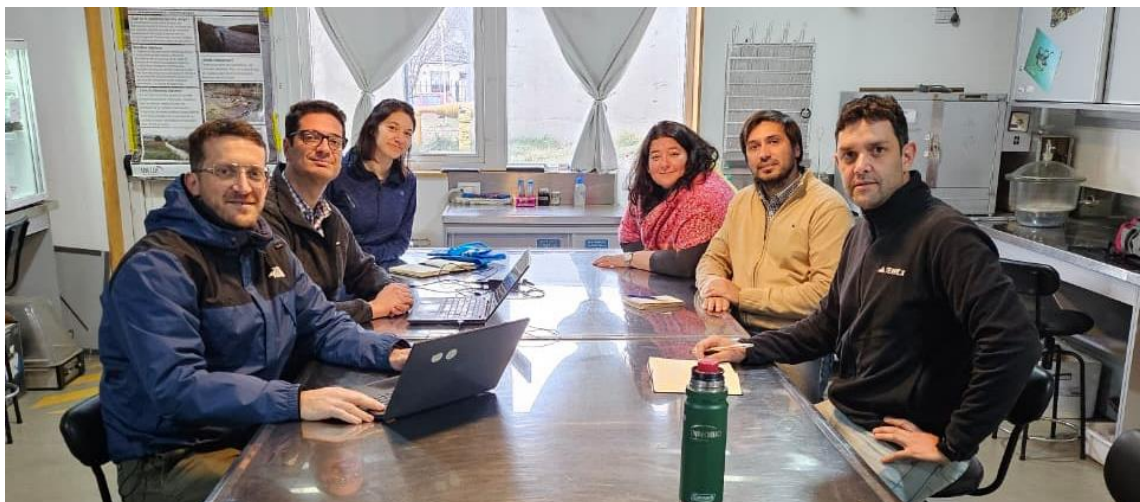


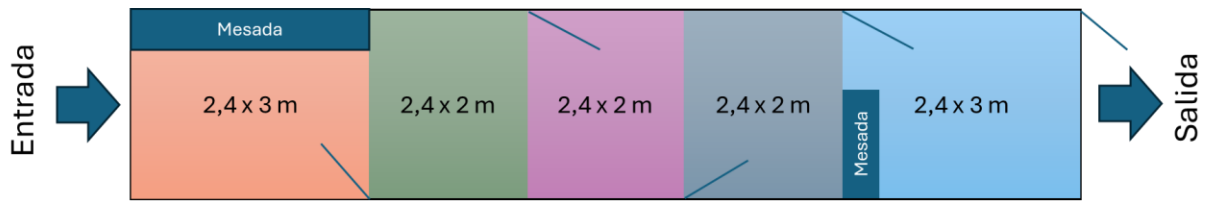
Figura 2: Reunión entre CeTBIO (UNC) y UNTDF con la finalidad de celebrar un convenio de cooperación científico-tecnológico, entre ambas instituciones. En la foto están presentes los Dr. Ing Agr. Alejandro Pérez y el Ing. Agr. Ignacio Rolhaiser (CeTBIO), los Drs. Cristian Carrión y Paulina Moya (ICPA – UNTDF), la Dra. Silvina Romano (IDEI – UNTDF) y el Lic. Federico Rayes (Director de Vinculación Tecnológica de la UNTDF).



Figura 3: Visita del equipo de CeTBIO al laboratorio de la UNTDF en Ushuaia en el que se está llevando a cabo el proyecto de desarrollo de bioinsumos.

A- Las etapas de fabricación necesarias para la elaboración del bioinsumo.

Como resultado del análisis de las etapas necesarias para la producción del bioinsumo, se confeccionó la secuencia de los espacios funcionales que se planean adecuar para la construcción de la biofábrica en Ushuaia. Para esto se acondicionará un container (figura 4) ya disponible en el predio de la UNTDF. Además, se realizó el diagrama de procesos, teniendo en cuenta las secciones de trabajo para cada uno de ellos (figura 5).



- Sala de preparación:** Mesada, bache, armarios para depósito de materiales; aireación pasiva, calefacción eléctrica convencional, revestimiento convencional y ventana.
 - Cuarto de sanitización, vestimenta de protección e inoculación:** Ventilación cruzada activa con filtros HEPA. Armario. Revestimiento interno impermeable y lavable.
 - Sala de cultivo.** Aire acondicionado frío-calor (22 m³), y luces led con fotoperiodo. Estanterías de rejillas metálicas. Revestimiento interno impermeable, lavable. Salida de aire con filtro HEPA.
 - Sala de secado.** Ventilación activa con filtro HEPA. Aire Acondicionado con filtro HEPA (modo deshumificación). Revestimiento interno impermeable y lavable.
 - Envasado y depósito transitorio.** Ventilación activa con filtro HEPA. Estanterías metálicas. Revestimiento interno impermeable, lavable. Mesada.
- En escala**

Figura 4: Diagrama de la biofábrica con la secuencia de los espacios funcionales y sus requerimientos.

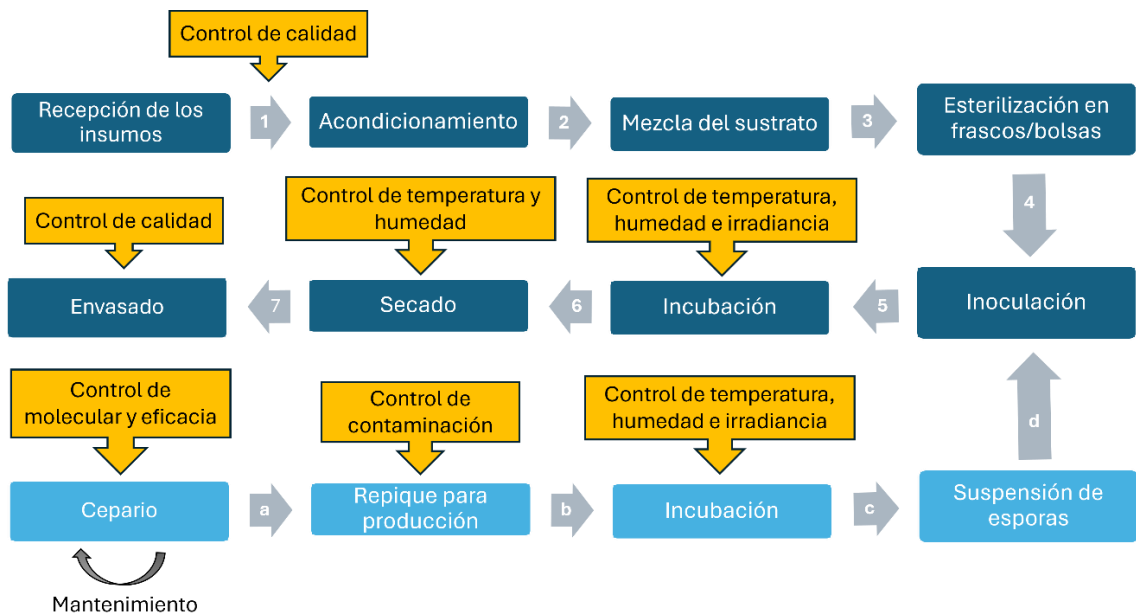


Figura 5: Diagrama de procesos para la producción del bioinsumo. En azul se indica el flujo principal de producción del bioinsumo. En celeste, el mantenimiento de las cepas con las que se realiza el bioinsumo. En amarillo se indican los puntos de control de calidad.

El análisis de los siguientes ítems se desarrolla en el inciso 2.3.: B- Equipamiento actual y que se necesita adquirir para la elaboración del bioinsumo y su abastecimiento a los productores hortícolas de Tierra del Fuego; D- Adecuación del instrumental existente y requerimientos de tecnología a adquirir con fines productivos.

C- Recursos humanos disponibles y necesarios

Actualmente el equipo de trabajo ICPA-UNTDF está compuesto por los docentes investigadores Dres. Paulina Moya y Cristian Carrión, los cuáles tienen dedicación exclusiva a las tareas de investigación y desarrollo (I+D), realización de ensayos de laboratorio y campo, y mantenimiento de las cepas fúngicas, etc. También forma parte del equipo de trabajo la Dra. Silvina Romano del Instituto de Desarrollo Económico e Innovación (IDEI – UNTDF). La Dra. Romano participa en el análisis y definición de los requerimientos de inversión, así como en la evaluación de los costos asociados al acondicionamiento de la biofábrica y a la producción del bioinsumo.

Por otro lado, el equipo UNTDF cuenta con la colaboración del INTA Tierra del Fuego, aportando tanto sus recursos humanos como los espacios para la realización de ensayos que forman parte de la validación agronómica del bioinsumo. También, se cuenta con la colaboración y asesoramiento del equipo CeTBIO (FCA-UNC), con quienes se prevé realizar ensayos de validación en cultivos de invierno en las provincias de Córdoba y Mendoza. Cabe aclarar que las pruebas de validación en regiones diferentes de nuestro país son requisitos necesarios para la certificación del bioinsumo ante SENASA.

La Secretaría Desarrollo Productivo y Pyme de la provincia es un actor importante que ha colaborado desde el inicio, propiciando espacios de intercambio entre el equipo UNTDF, CeTBIO (UNC), Biofábrica Misiones, CFI, productores y diferentes instituciones y empresas relacionadas a la producción en la isla.

Para la puesta en funcionamiento de la biofábrica piloto se considera indispensable contar con al menos un técnico profesional especializado en el manejo de microorganismos, con dedicación semiexclusiva a las tareas de producción del bioinsumo. Las tareas que requiere la biofábrica también podrán ser acompañadas por prácticas profesionales de estudiantes de las carreras del ICPA. Asimismo, el proceso de registro ante el SENASA y la validación de la efectividad del bioinsumo requiere la participación de un ingeniero agrónomo con conocimiento detallado del desarrollo realizado hasta el momento.

2.2- Determinación de la cantidad de bioinsumo a producir en función de la superficie cultivada en la provincia.

El sector frutihortícola de Tierra del Fuego está conformado por al menos 47 productores, de los cuales 46 se dedican a la horticultura. Se concentran principalmente en Río Grande, y tienen menor presencia en Ushuaia y Tolhuin. La superficie cultivada total alcanza los 19.827 m², de los cuales el 63,6 % se encuentra bajo cubierta en invernaderos y el resto a cielo abierto (Informe Producción Frutihortícola 2025*). Entre los cultivos predominan la lechuga, las hojas verdes como acelga, espinaca, rúcula y ruibarbo, y en menor medida tomate, pimiento, zanahoria, habas, arvejas, papa, ajo, aromáticas y flores comestibles.

La estimación de la cantidad de bioinsumo requerido para abastecer a todos los productores de la provincia se basa en los siguientes supuestos:

- Demanda máxima: el total de superficie y especies cultivadas.
- Promedio de 3 ciclos productivos por año en especies hortícolas.
- Promedio de 6 aplicaciones por año (varía según la especie, los ciclos de cultivo, la emergencia de enfermedades, etc.).
- Ponderación según tipo de cultivo y requerimientos de aplicación.
- Bioinsumo con 1×10^9 UFC/g (dato validado). Dosis promedio de 0,5 kg del bioinsumo por cada 1000 m² (dosis convencional de bioinsumos a base de Trichoderma según la concentración de UCFs).

Al considerar estos supuestos y los datos informados por la Secretaría de Desarrollo Productivo y Pyme de la provincia, se requieren producir 60 kg de bioinsumo por año para abastecer a todos los productores frutihortícolas (tabla 1).

Tabla 1: Principales parámetros para el cálculo de la demanda máxima de bioinsumos en la provincia.

Superficie de cultivo frutihortícola en TDF	20.000 m ²
Dosis por cada 1000 m ² (promedio frutihortícola)	0,5 Kg
Número de aplicaciones por temporada productiva (promedio)	6
Bioinsumo requerido por temporada	60 kg

Los volúmenes de producción en la provincia son relativamente reducidos, con alrededor de 110 toneladas anuales de lechuga, 19 tn de papa, 0,8 tn de ajo, 1,4 tn de frambuesa y 0,7 tn de cereza (Informe Producción Frutihortícola 2025*). Se trata de un sistema de producción de microescala, intensivo, orientado al abastecimiento del mercado interno y con bajo nivel de mecanización e integración industrial. Aunque estas características limitan la producción, se configuran como buenos establecimientos para la implementación del bioinsumo.

Si se tiene en cuenta que el incremento de rendimiento máximo validado con la aplicación del bioinsumo fueguino es del 30% en lechuga, se estarían produciendo hasta 33 tn más en la misma superficie cultivada por temporada. Este incremento es potencialmente extrapolable al resto de los cultivos dado los antecedentes de otros bioinsumos basados en Trichoderma.

Además, el aumento en la producción de alimentos y el suministro del bioinsumo fueguino a todos los establecimientos hortícolas de la provincia permitirá, con el acompañamiento de técnicos del INTA y de los gobiernos locales, evaluar su impacto en el sector.

*Informe Producción Frutihortícola 2025: Producción Frutihortícola (incluye germinados) y de Hongos Comestibles. Temporada productiva: Agosto 2024 – Abril 2025. Gobierno de Tierra del Fuego. <https://prodyambiente.tierradelfuego.gob.ar/secretaria-de-desarrollo-productivo-y-pyme/>

2.3- Determinación de los requerimientos de inversión, costos de producción asociados y habilitaciones requeridas por los organismos de contralor.

Para estimar los requerimientos de inversión inicial se realizó un relevamiento del material y equipamiento disponibles. En este proceso se trabajó junto a especialistas del área de infraestructura de la UNTDF, quienes definieron las necesidades para el acondicionamiento del contenedor disponible. Además, durante cada visita realizada en la primera etapa del proyecto y en conjunto con el equipo de CeTBIO (FCA-UNC), se identificaron los equipos y espacios funcionales necesarios para la producción del bioinsumo. Por lado, se estimaron los costos de elaborar el bioinsumo fueguino a fin de establecer la viabilidad y sostenibilidad económica de abastecer a todos los productores de la provincia.

Los gastos y costos estimativos de la puesta en marcha de la biofábrica involucran:

- 2.3.1- Gastos en activos fijos (biofábrica piloto): Adaptación del contenedor, equipamiento, instalaciones, mobiliario, etc.
- 2.3.2- Estimación costos de producción del bioinsumo: se incluyó estimación de horas hombres, insumos generales, amortización de equipos, servicios y mantenimiento.

En cuanto a la valorización, esta se realizó en dólares a cotizaciones vigentes al 10 de octubre de 2025 según precios de referencias de distintos proveedores del país.

2.3.1- Gastos en activos fijos (biofábrica piloto)

Esto incluye movimiento de suelos, cubierta, pisos, carpintería, instalación eléctrica, sanitaria, termomecánica y pintura entre otras cosas. Los costos asociados se detallan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2: Detalles y costos asociados al acondicionamiento del container para la creación de la biofábrica.

Infraestructura (acondicionamiento container)	Monto (US\$)
Preliminares	\$ 312,15
Movimiento de suelos	\$ 319,45
Estructura resistente	\$ 10.323,17
Muros	\$ 4.989,84
Cubierta	\$ 3.636,07
Pisos	\$ 3.186,92
Carpinterías	\$ 2.742,99
Instalación eléctrica	\$ 3.837,85
Sanitaria	\$ 2.094,57
Seguridad	\$ 330,08
Termomecánica (instalación)	\$ 796,12
Pinturas	\$ 1.034,47
Varios	\$ 2.474,70

Subtotal	\$ 36.078,38
----------	--------------

La Dirección de Infraestructura de la UNTDF realizó la estimación de costos en función de las especificaciones técnico-funcionales, los precios del mercado local y el procedimiento de licitación privada previsto para la obra. Asimismo, elaboró el diseño de la planta, definió el sitio de implantación de la biofábrica y desarrolló su maquetación (figuras 6 y 7).

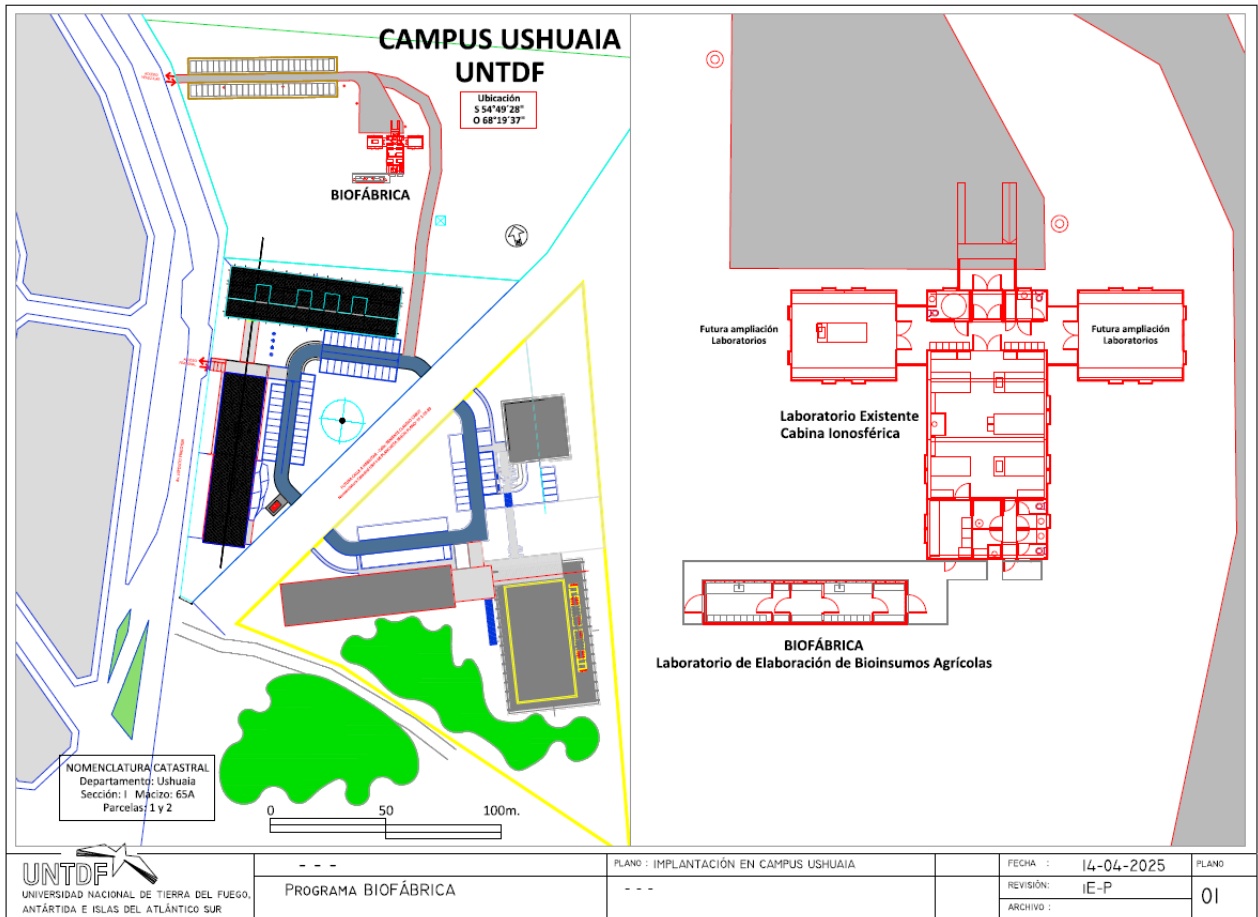


Figura 6: Plano de implantación de la biofábrica en el predio de la sede Ushuaia de la UNTDF. Dirección de Infraestructura - UNTDF.



UNTDF – BIOFÁBRICA – USHUAIA /// BORRADORES DE ANTEPROYECTO

DGI - 20250414

Figura 7: Maqueta de la fábrica fueguina de bioinsumos. Dirección de Infraestructura - UNTDF

Por otra parte, se llevó a cabo un análisis del equipamiento disponible y de aquel que será necesario adquirir, así como del mobiliario requerido y sus costos, con el fin de completar el acondicionamiento de la biofábrica.

El equipamiento existente en el Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales (ICPA-UNTDF) consiste en 2 microscopios ópticos, 1 cabina de flujo laminar, 2 estufas de cultivo, 2 estufas de secado, datalogger de temperatura y humedad, 2 heladeras con freezer, 2 balanzas, 1 cámara de cultivo vegetal y 1 autoclave de 40 l.

A continuación, en la tabla 3, se detalla el equipamiento que se necesitará adquirir:

Tabla 3: Equipamiento a adquirir para la puesta en funcionamiento de la biofábrica piloto.

Cantidad	Descripción	Monto (US\$)
1	Autoclave eléctrico de al menos 150 L, Tipo Numak modelo ATN-150 D (capacidad de 9 kg de bioinsumo seco por ciclo).	\$ 7.268,45
2	Aire acondicionado inverter, filtro HEPA. tipo Hisense 3509 Frigorias Fresh Master / Desecador	\$ 3.353,84
4	Extractor aire con filtro HEPA	\$ 1.000,00
	Subtotal	\$ 11.622,29

Si bien ya se dispone de un autoclave de 40 l, es necesario adquirir otro de mayor capacidad para reducir los ciclos y así bajar costos de consumo eléctrico y mano de obra.

Los extractores de aire con filtro HEPA serán necesarios para asegurar la pureza del aire en la cámara de cultivo y de secado.

Por otro lado, el mobiliario que se necesitará adquirir se detalla en la tabla 4.

Tabla 4: Mobiliario a adquirir para la puesta a punto de la biofábrica

Cantidad	Descripción	Monto (US\$)
7	Estanterías metálicas con ruedas	\$ 910,00
2	Mesada de acero inoxidable con bacha. 1,4 m	\$ 320,00
	Subtotal	\$1.230,00

Las estanterías metálicas con ruedas se necesitarán para la sala de cultivo, secado, y depósito del producto final. Por otro lado, las mesadas de acero inoxidable se ubicarán en la sala de preparación y en la sala de envasado como se muestra en la figura 4.

En suma, la inversión requerida para la creación de la biofábrica piloto (activos fijos) es de US\$48.930:

Rublo	Monto (US\$)
Infraestructura	36.078,38
Equipamiento	11.622,29
Mobiliario	1.230,00
Total	48.930,67

2.3.2- Estimación costos de producción

Con respecto a los costos de producción, para su cálculo se tuvieron en cuenta aspectos como el valor de la mano de obra especializada, los insumos para la formulación del bioinsumo, el empaque y otros costos de servicios como la electricidad y el transporte.

A continuación, la tabla 5 muestra los costos asociados a la mano de obra calculados en base a una producción de 60 kg de bioinsumo.

Tabla 5: Costos de mano de obra especializada desagregados según etapa para la producción de 60 kg de bioinsumo.

Etapa de producción	Horas/ciclo	ciclos	Costo (US\$)
Preparación del formulado	8	5	351,6
Preparación del inóculo	6	5	263,7
Inoculación	10	5	439,5
Seguimiento de la incubación	3	5	131,85
Secado y envasado	8	5	351,6

Subtotal	35		1538,25
----------	----	--	---------

La Tabla 6 presenta los costos asociados a los materiales empleados en la formulación del bioinsumo. Dado que el equipo del ICPA-UNTDF se encuentra gestionando la propiedad intelectual de dicha formulación, en la tabla no se detalla la naturaleza específica de cada componente.

Tabla 6: Costo de los insumos del formulado (sin el inóculo) para elaborar 60 kg del bioinsumo.

Insumo	Costo Kilo (US\$)	Cantidad (x Kg)	Costo total (US\$)
Componente 1	0,05	0,75	\$ 3,75
Componente 2	5	0,075	\$ 37,50
Componente 3	2	0,15	\$ 30,00
Componente 4	11,5	0,025	\$ 28,75
Componente 5	1	0,25	\$ 25,00
Componente 6	4,6	0,012	\$ 5,52
		Subtotal	\$ 130,52

Se estimaron otros costos para producir 60 kg del bioinsumo en base a tarifas vigentes al 10 de octubre de 2025 y al consumo calculado para el proceso de fabricación.

A continuación, se describe la estimación de “Otros gastos” para elaborar 60 kg de bioinsumo (tabla 7). El gasto total de electricidad se estima con una tarifa supuesta de US\$ 0,02 y un consumo total del proceso 6.150 kWh. Para materiales de empaque se estima el uso polietileno de 150 µm. El transporte hace referencia al gasto de combustible para el traslado de la materia prima (referencia de 150 km). El ítem “Recupero” se refiere a la amortización y mantenimiento de equipos e infraestructura y se fija en el 15 % de la suma de materiales + mano de obra.

Tabla 7: Detalle de otros costos para la fabricación de 60 kg de bioinsumo.

Otros costos para producir 60 kg de bioinsumo	Precio (US\$)
Electricidad	\$ 123
Empaque	\$ 18
Transporte	\$ 39
Recupero (equipamiento laboratorio)	\$ 242,48
Subtotal	\$ 360,63

En resumen, el costo total de producir 60 kg de bioinsumo fueguino en la biofábrica piloto es de US\$ 2029,4.

Rubro	Costo (US\$)
Mano de obra especializada	\$1538,25
Insumos para el formulado	\$ 130,52

Otros costos	\$ 360,63
Total	\$ 2.029,4

Montos en AR\$ de producción total, por kilo y costo equivalente en kilos de lechuga (dólar a \$1450):

Costo de producción de 60 kg en AR\$	\$ 2.956.617,14
Costo por Kg de bioinsumo en AR\$	\$ 29.566,17
Costo equivalente en kilos de lechuga de un kilo de bioinsumo	14,78 kg

Con estos datos es posible estimar el impacto económico que tendría el costo de un kilo de bioinsumo sobre el valor total de la producción en un establecimiento con 1.000 m² destinados al cultivo de lechuga. Si se considera que en la provincia el rendimiento promedio es de 2,5 kg por m² de camellón por ciclo y se asume un 80 % de uso efectivo del suelo, la producción alcanzaría aproximadamente los 2.000 kg por ciclo. De acuerdo con estos supuestos y con la información del Informe de Producción Frutihortícola 2025 (citado antes), el costo de dos aplicaciones del bioinsumo durante un ciclo productivo representa alrededor del 0,74 % del valor total de la producción. En este escenario, un gasto inferior al 1 % del valor cosechado sin aplicación del bioinsumo puede traducirse en un incremento del rendimiento de entre el 15 % y el 30 % con la aplicación del bioinsumo fueguino.

D - Adecuación del instrumental existente y requerimientos de tecnología a adquirir con fines productivos.

Con respecto al instrumental y/o equipamiento existente, si bien el ICPA cuenta con microscopios y una cabina de flujo laminar, éstos son compartidos con otros proyectos de investigación, docencia y servicios a terceros, por esta razón se considera necesario una siguiente etapa la posibilidad de adquisición de una cabina de flujo laminar y un microscopio óptico, para uso exclusivo en la biofábrica. Con respecto al autoclave el que existe actualmente es de 40 L, si bien su uso reduciría a 2 kg el bioinsumo seco por ciclo de esterilización, la disponibilidad también se encuentra comprometida con otros proyectos de investigación y docencia.

Por otro lado, se contempla en un futuro la construcción de un invernadero de 7 x 4 m en el predio de la UNTDF, que se necesita para continuar con las pruebas de validación del bioinsumo en diferentes cultivos.

2.3.3- Habilitaciones requeridas por los organismos de contralor

El bioinsumo fueguino, como estimulante biológico microbiano, se debe registrar en el Registro Nacional de Fertilizantes, Estimulantes, Enmiendas, Sustratos, Inoculantes,

Acondicionadores, Protectores y Materias Primas bajo Res. SENASA 214/2025 y su Manual Técnico 2025. Aplica además el Anexo II de Res. 1004/2023 para el detalle técnico específico de “Estimulantes biológicos microbianos”. La tramitación se realiza por TAD, con DDJJ y fiscalización posterior por parte del SENASA.

A continuación, se presentan los requisitos técnicos específicos establecidos por SENASA para los estimulantes biológicos microbianos, junto con un análisis del grado de cumplimiento y la situación actual del bioinsumo fueguino en relación con cada uno de ellos:

Requisitos para el registro en SENASA	Grado de cumplimiento y observaciones
<p>Criterios de aceptación e inocuidad: Exclusión de microorganismos patógenos: Salmonella spp. ausencia en 25 g/25 ml y E. coli ausencia en 1 g/1 ml. Si la cepa es nativa, requiere permiso provincial de colecta.</p>	<p>Estos análisis deben ser realizados e informados por laboratorios autorizados por SENASA para ese fin. Contamos con el permiso de colecta emitido por el organismo provincial de aplicación.</p>
<p>Composición y clasificación: Debe incluir al menos un MPM (PGP/PGPR/PGPB/PGPF), micorrizas arbusculares o bacterias asociadas a micorrizas. El producto debe estar libre de microorganismos no declarados; si es consorcio, aportar datos de cada microorganismo.</p>	<p>El bioinsumo fueguino será registrado inicialmente como PGPF (Hongos promotores del crecimiento vegetal). El formulado contiene uno o dos cepas de Trichodermas identificadas mediante 3 marcadores moleculares.</p>
<p>Título/concentración expresada en unidades infectivas conocidas. Guía de análisis SENASA para control oficial incluye Trichoderma como estimulante microbiano con mínimo 1×10^7 UFC/g o ml al vencimiento y recuento de conidios totales.</p>	<p>Contamos con datos propios que cumplen con este requerimiento, sin embargo, la normativa establece que la concentración de unidades infectivas debe estar acreditadas por laboratorios autorizados. Según nuestras determinaciones, el bioinsumo fueguino posee entre 1×10^8 y 1×10^9 UFC/g.</p>
<p>Descripción del proceso de elaboración completo</p>	<p>Disponible</p>
<p>Certificado de provisión de cepas</p>	<p>Depositado en la UNTDF y próximamente en el IMyZA, INTA Castelar.</p>
<p>Composición del sustrato/sopORTE</p>	<p>Determinado</p>
<p>Informe de ensayo de eficacia agronómica según protocolo, si corresponde</p>	<p>Para este requerimiento, se debe iniciar el trámite de registro con la presentación del dossier técnico y con esa información, el SENASA nos informará sobre la correspondencia o no de los ensayos de eficacia agronómica.</p>
<p>Documentación técnica que respalde especificaciones y modo de acción</p>	<p>Disponible</p>
<p>Vida útil: entre 6 y 24 meses declarada en DDJJ</p>	<p>Hasta el momento hemos verificado con ensayos propios una vida útil de al menos</p>

	6 meses. Esto deberá verificarse con laboratorios autorizados por SENASA.
Inscripción de la Planta Biológica elaboradora conforme al Cap. 14 del Manual.	A realizar luego de la puesta en marcha de la biofábrica piloto.
Etiquetado (marbete): Con indicación de género y especie del/los microorganismos y concentración; n° de lote, vencimiento, n° de Planta Biológica, rango de temperatura de conservación, y demás datos del Cap. 10 del Manual.	A elaborar

1. CONCLUSIÓN

El proyecto permitió sentar las bases científicas, técnicas e infraestructurales para la producción de bioinsumos agrícolas adaptados a las condiciones del sector hortícola de Tierra del Fuego, avanzando significativamente en la consolidación de capacidades locales para su elaboración. A través del trabajo articulado entre la UNTDF, organismos provinciales, CeTBIO, Biofábrica Misiones y otras instituciones, se logró establecer las condiciones mínimas de producción de bioinsumos, definir procesos productivos y diseñar el esquema funcional de una biofábrica piloto.

Se establecieron los requerimientos de inversión, equipamiento e infraestructura necesarios para su puesta en marcha, incluyendo un plan detallado de acondicionamiento, adquisición tecnológica y estimaciones de costos de producción, que demostraron la viabilidad técnica y económica de la biofábrica. Asimismo, se cuantificó la demanda provincial de bioinsumo (60 kg anuales) y se estimó su impacto potencial, con incrementos de rendimiento de hasta un 30 % en cultivos hortícolas estratégicos como la lechuga.

El proyecto también impulsó el fortalecimiento de redes de cooperación, la formación de recursos humanos especializados y la articulación con actores públicos y privados clave, elementos esenciales para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Paralelamente, se realizó el análisis de los requisitos para el registro del bioinsumo ante SENASA, asegurando su futura inserción en el mercado bajo estándares de calidad y bioseguridad.

En conjunto, los resultados alcanzados permiten posicionar a la UNTDF como un actor estratégico en el desarrollo de biotecnologías aplicadas a la producción hortícola en la región. Con esto se habilita el camino hacia la creación de una biofábrica fueguina capaz de abastecer al sistema productivo local, reducir la dependencia externa de alimentos y contribuir al fortalecimiento de la soberanía alimentaria provincial mediante soluciones biotecnológicas innovadoras, sustentables y de origen territorial.