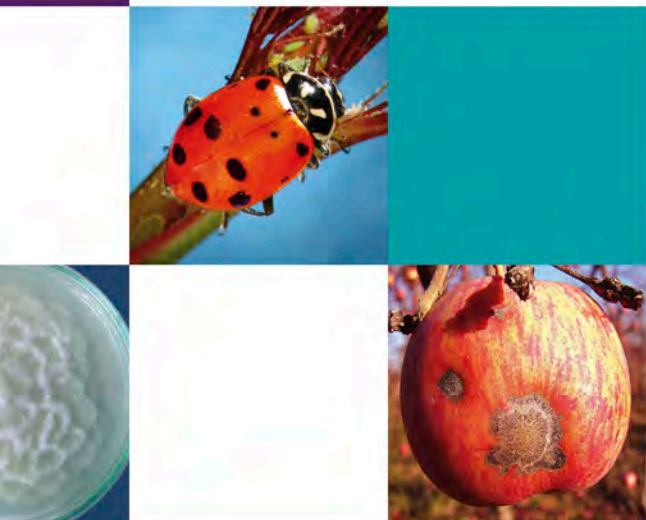


Balance Social CTCB 2016 / 2017

CENTRO TECNOLÓGICO DE CONTROL BIOLÓGICO
Instituto de Investigaciones Agropecuarias



Ministerio de Agricultura de Chile

Balance Social 2016-2017 del CTCB

1. INDICADORES AGREGADOS	2016 (\$)	2017 (\$)
Ingreso Operacional (I)	613.752.837	797.866.144
Costo Operacional (C)	504.518.966	648.942.203
Resultado Operacional (I-C)	109.233.871	148.923.941
Inversiones	8.143.010	62.348.401
Costo remuneración del personal	419.066.317	506.540.839

2. COSTOS DE PERSONAL NO REMUNERACIÓN	8.759.902	8.244.120
Gastos sociales	8.759.902	8.244.120
Formación profesional	0	0
Beneficio sala cuna	0	0

3. IMPUESTOS	21.129.226	49.552.863
Impuestos de beneficio fiscal	13.740.066	14.359.638
Overhead INIA	7.389.160	35.193.225

4. IMPACTO DE TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS Y TRANSFERIDAS (2011-2017)	10.638.484.139
---	-----------------------

5. RENTA SOCIAL (2+3+4)	10.726.170.249	
Rentabilidad anual media Balance Social sobre el ingreso, %	148,00	90,00
Rentabilidad anual media Balance Social sobre remuneración del personal, %	263,00	200,00

6. RECURSOS HUMANOS CORPORATIVOS	2016	2017
N° de empleados al final del período	21	23
N° de empleados que ingresaron durante el período	0	2
N° de practicantes y memoristas que iniciaron durante el período	28	37
N° de empleados entre 20 y 40 años	8	9
N° de empleados entre 41 años y 60	13	14
N° de empleados mayores de 60 años	0	0
N° de empleados hombres	7	9
N° de empleadas mujeres	14	14
N° de empleados con grado de doctor	5	5
N° de empleados con grado de magister	3	4
N° de empleados con cargo de profesional de investigación	9	10
N° de empleados con cargo de ayudante de investigación	6	7
N° de empleados administrativos	1	1
N° de empleados operarios	5	5
Relación empleados totales/mujeres (0-1)	0,67	0,61
N° de empleados de etnias	1	1
Relación mayor/menor remuneración	11,64	11,55

7. EVENTOS DE RELEVANCIA SOCIAL		
Organización CTCB de Simposios y Congresos nacionales e internacionales	1	1
Participación CTCB en días de campo, ferias y días abiertos	8	4
Charlas en cursos, seminarios y talleres	47	34
Presentación a Congresos o Simposium	14	26

8. ALIANZAS ESTABLECIDAS CON OTRAS INSTITUCIONES		
Cofinanciadores	5	3
Asociados	21	17

Renta social de **\$10.726,1** millones para el país

Impacto generado por tecnologías de control biológico basadas en hongos entomopatógenos en frutales, fundamentalmente en el sector berries, con un promedio anual de \$1.532,3 millones en el período evaluado.



56

alianzas estratégicas

Robusta vinculación estratégica con instituciones y empresas asociadas a proyectos, cofinanciadoras de proyectos vía fuentes concursables y privados vía convenios, para dar respuesta adecuada a las demandas de alternativas tecnológicas para el sector agrícola.

135

acciones sociales

Organización de congresos, seminarios, días de campo y ferias tecnológicas. La amplia participación en charlas y ponencias de capacitación a productores, profesionales y estudiantes, son evidencia de la relación con el sector productivo del país.





Tecnologías

de alto impacto
socioambiental

Tecnologías de control con hongos entomopatógenos (HEP), son valoradas por su impacto social en productos de mejor calidad, más seguridad sanitaria, mejor gestión de residuos y mayor seguridad de ingreso económico. También son reconocidos por su impacto ambiental favorable que se traduce en un menor y más eficiente uso de agroquímicos y energía, disminución de contaminantes, suelos más limpios e inocuidad de productos.

Cada peso invertido en
personal genera

\$2,63

adicionales

La rentabilidad generada por las tecnologías HEP alcanza niveles de 263% anual respecto del gasto en personal y 150% anual respecto al ingreso total operacional.



ÍNDICE

01	PRESENTACIÓN	2
02	CONTROL BIOLÓGICO: IMPULSO A LA INVESTIGACIÓN DEL INIA	4
03	¿QUÉ ES EL CTCB?. ANTECEDENTES DE SU CREACIÓN	6
04	UN MUNDO MICROSCÓPICO QUE CRECE: LAS ESPECIALIDADES DEL CTCB	10
05	CAPITAL HUMANO PARA GENERAR UNA MEJOR SOCIEDAD	14
06	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS: CLAVES EN LA INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA	16
07	BANCO DE RECURSOS GENÉTICOS MICROBIANOS: PRIMERA AUTORIDAD INTERNACIONAL DE DEPÓSITO DE AMÉRICA LATINA	18
08	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS: COMERCIALIZACIÓN BAJO LA MARCA BIOINIA	20
09	ACCIONES RELEVANTES	22
10	IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS EN LOS PRODUCTORES: EL CASO DE LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	26
11	EVALUACIÓN DE IMPACTO: ECONÓMICO Y SOCIO AMBIENTAL	34
12	INSTITUCIONES Y EMPRESAS COFINANCIADORAS Y ASOCIADAS AL CTCB	36

Presentación

Control Biológico y Balance Social para la nueva agricultura



El control biológico es un enfoque de prevención y tratamiento para eliminar o contener plagas y enfermedades de cultivos silvoagropecuarios, que utiliza organismos vivos para impedir el daño generado por otros organismos perjudiciales en las plantas. Hoy en día, es una de las disciplinas de investigación más reconocidas que posee el INIA. Sus primeros pasos se dieron en los años 70 con la presencia de un par de jóvenes investigadores que lideraban el desarrollo de la especialidad hasta conformar, en la actualidad, un importante equipo de científicos reunidos en torno al control biológico.

Es en este contexto que surge el Centro Tecnológico de Control Biológico CTCB, formado al alero del INIA Quilamapu, grupo de investigación único en el país y con diez años de existencia. En su accionar, ha concentrado los avances desarrollados por esta especialidad, constituyéndose en un referente en la generación de conocimiento y tecnologías para una agricultura sustentable.

La investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) que desarrolla el CTCB es sustentada por asignaciones directas del INIA con recursos provenientes del Ministerio de Agricultura, y por fondos obtenidos a través de proyectos concursables de fuentes públicas, privadas, nacionales e internacionales, lo que ha permitido incursionar en áreas de trabajo emblemáticas como los hongos y nemátodos entomopatógenos, fitopatología de frutales, entomología agrícola y forestal, ecología química, hongos trichodermas, hongos endófitos, entre muchas otras.

El CTCB ha realizado grandes esfuerzos de gestión y divulgación, para que las tecnologías propuestas sean adoptadas por los usuarios. Sin ello, no habría un impacto concreto en el sector productivo. Este último aspecto es clave para la supervivencia y proyección de las organizaciones, pero implica determinar y divulgar su incidencia en la sociedad, vistos como aportes e impacto

Un Balance Social es un proceso institucional que integra y resume aspectos relevantes de una organización tales como, su quehacer, su contribución a la sociedad, los beneficios generados por sus recursos, y sus impactos económicos y socioambientales.

en la agricultura, es decir, su beneficio social. En este ámbito, organismos similares al INIA, como EMBRAPA de Brasil, han abordado por años este tema, elaborando anualmente un Balance Social de la institución. Un Balance Social es un proceso institucionalizado que resulta en una publicación anual - elaborado por diferentes especialidades profesionales- en cuyo contenido se integran y resumen los aspectos relevantes de la organización, su quehacer, su contribución a la sociedad, los beneficios generados por los recursos que ésta invierte en ella, y sus impactos.

En el marco de acciones colaborativas del PROCISUR y su Red de Evaluación de Impactos, se elaboró el Balance Social del CTCB que constituye una experiencia piloto en INIA. El trabajo fue liderado por el investigador ingeniero agrónomo M.Sc. en economía agraria y M.B.A. en marketing, Jorge González Urbina, quien contó con el apoyo de distintas unidades de INIA Quilamapu tales como Comunicaciones, Gestión de Personas, CTCB y, fundamentalmente, la Unidad de Planificación Seguimiento y Evaluación (UPSE).

El Balance Social del CTCB entrega información de los años 2016 y 2017 que concierne: agregados contables; renta social; personal y capital humano; divulgación; alianzas institucionales; áreas de trabajo y

especialidades; infraestructura y laboratorios; acciones y eventos relevantes; casos exitosos de tecnologías; e impacto económico, ambiental y social de esas tecnologías. En los dos últimos aspectos, el trabajo piloto se concentró en tecnologías adoptadas de hongos entomopatógenos HEP.

Finalmente, es preciso mencionar que la elaboración de un Balance Social adquiere creciente importancia estratégica para que entidades investigación agrícola, como el CTCB, evalúen y demuestren su contribución a la sociedad, que les permita seguir apoyando al desarrollo de una agricultura más sustentable y al progreso de las personas relacionadas con esta actividad.

Rodrigo Avilés Rodríguez
Director Regional
INIA Quilamapu

Control biológico

Impulso a la investigación del INIA

Método de control de plagas y enfermedades que utiliza organismos vivos para contrarrestar el daño generado por otros organismos en cultivos agrícolas y forestales.



Foto: Dr. Luis Devotto.

Entendido como un método de control de plagas y enfermedades que utiliza organismos vivos para contrarrestar el daño generado por otros organismos en cultivos agrícolas y forestales, el Control Biológico es una de las disciplinas más importantes y reconocidas de INIA.

Fue a mediados de los años 70 cuando jóvenes investigadores trazaron las primeras líneas de lo que sería, cuarenta años después, el más importante conglomerado de investigadores de Chile reunidos en torno al control biológico. En efecto, esta disciplina se centraliza en el Centro Tecnológico de Control Biológico (CTCB), el único del país, cuya fuerza se concentra en su capital humano, en sus equipos y dependencias, en sus ideas, y en una gran colección de microorganismos y protocolos de uso. Todo ello, transforma al CTCB en líder natural de los trabajos en torno a la agricultura sustentable y agroecológica, y lo catapulta a un futuro de mayor integración con consumidores más conscientes y exigentes.

¿Qué es el CTCB?

Antecedentes de su creación

El CTCB se establece formalmente el año 2008 para "Fortalecer el desarrollo de tecnologías de producción masiva de agentes de control de plagas y enfermedades, con el fin de contribuir al manejo integrado de una agricultura y silvicultura nacional más limpia y sustentable".

Este grupo de trabajo, se gestó por la herencia científica forjada, desde mediados de los años 90, por los primeros proyectos de

investigación postulados a fondos concursables en áreas que parecían disímiles en un inicio, pero que resultaron ser la base de la estructura actual. Efectivamente, la entomología y nematología por una parte, y la fitopatología, por otra, cimentaron un acervo científico sobre la base de los efectos que insectos predadores¹ y parasitoides² generaban en insectos que atacaban los cultivos, o sobre cómo los nemátodos³ incidían en las plagas, o sobre cómo

las enfermedades afectaban a cultivos de importancia para la agricultura local.

Es así como se masifica la búsqueda e identificación del enemigo natural⁴ para contrarrestar la acción de insectos plaga. El desafío fue, entonces, identificar qué insecto o nemátodo era el enemigo natural de aquel que se había identificado como plaga y, por lo tanto, podría controlarse con la intervención del investigador.

El control biológico en INIA Quilamapu - con orígenes en los años 70- se formaliza en 2008 con la creación del CTCB, el más importante conglomerado de investigadores del país, para fortalecer el desarrollo de tecnologías basadas en agentes biológicos de control de plagas y enfermedades, y contribuir a una agricultura limpia y sustentable.



El uso de los hongos entomopatógenos⁵ vino a potenciar esta batería biológica seleccionada, para hacer frente a las poblaciones de insectos que, cada vez con más fuerza, colonizaban huertos productivos de gran interés económico.

La necesidad de disponer de una variedad de insectos, nemátodos y hongos

entomopatógenos para contrarrestar la acción de una creciente cantidad de plagas, alimentó la necesidad de organizar colectas en todo Chile, desde el extremo norte al extremo sur y desde la Cordillera de Los Andes hasta las costas del Océano Pacífico, hasta dar con nuevos controladores biológicos o enemigos naturales.

Al creciente interés de los primeros investigadores del CTCB en esta búsqueda, pronto se unieron científicos ingleses del CABI⁶, que con el financiamiento de la Fundación Darwin, posibilitaron la organización de sucesivas colectas en todo Chile. Con ello, las bases del CTCB y de la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos, ya estaban generadas.

¹Insectos que se alimentan de otros insectos.

²Colocan los huevos al interior de los huevos de otros insectos, con lo que eliminan la descendencia del rival.

³Organismos diminutos, muchas veces microscópicos, que se introducen en el cuerpo de insectos y otros nemátodos, donde se reproducen y alimentan, generándoles la muerte.

⁴Insecto u otro organismo vivo que naturalmente genera la muerte a otro similar.

⁵Hongos microscópicos de gran diversidad que encuentran su hábitat y alimento en los cuerpos de distintas clases de insectos.

⁶El Centre for Agricultural Bioscience International (CABI) es una organización intergubernamental sin fines de lucro con base en el Reino Unido que busca resolver problemas agrícolas en todo el mundo con una mirada científica y sustentable.



Necesaria consolidación

Cabe precisar que el CTCB es una unidad de investigación científica perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, ubicado en las dependencias de Centro Regional INIA Quilamapu, en la ciudad de Chillán.

Su quehacer está orientado a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), para aportar con nuevos conocimientos y soluciones tecnológicas a las necesidades derivadas de la presencia de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas y forestales.

Para ello, tras su primera década de vida, el CTCB se estructura en nueve áreas de trabajo e investigación⁷:

- Hongos y nemátodos entomopatógenos.
- Microorganismos endófitos.
- Fitopatología.
- Banco de Recursos Genéticos Microbianos.
- Organismos promotores y supresores de crecimiento.
- Entomología agrícola y forestal.
- Depredadores y parasitoides.
- Ecología química.
- Desarrollo de bioprocesos.

Esta estructura, sustentada en la presencia de investigadores, equipos y laboratorios de alta sofisticación, transforman al CTCB en un centro especializado de cobertura nacional, y en un polo de atracción para estudiantes e investigadores chilenos e internacionales. Además, hace posible la interacción con universidades y organismos científicos de distintos continentes.

El financiamiento del CTCB proviene de dos grandes fuentes: asignaciones directas del INIA con recursos provenientes del Ministerio de Agricultura, y fondos de proyectos concursables tanto públicos como privados.

Durante su primera década de vida, el CTCB ha sido una instancia permanente de producción científica y divulgación tecnológica.

Bajo el prisma científico, los investigadores han impulsado:

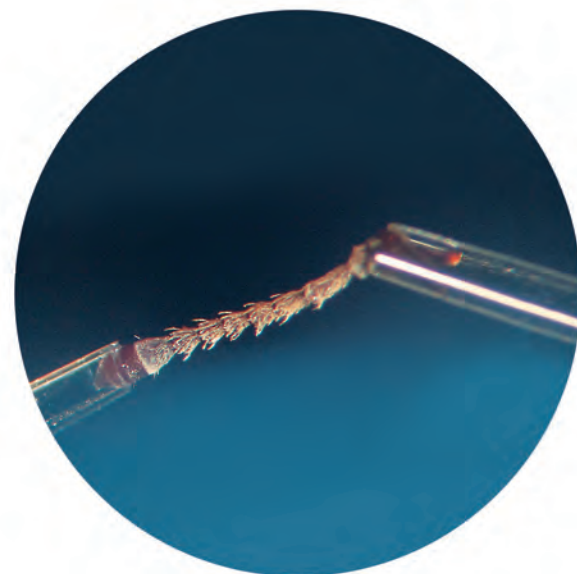
- Unidades de producción de enemigos naturales.
- Una Planta de Producción Comercial de Hongos Entomopatógenos.
- Transferencia de tecnologías y royalties por el uso de hongos y nemátodos entomopatógenos.
- Formación de estudiantes de postgrado.
- El Banco de Recursos Genéticos Microbianos (reconocido como Autoridad Internacional de Depósito (IDA)).

Desde la perspectiva de la divulgación, el CTCB ha destinado importantes esfuerzos en la organización de actividades masivas, destacando: tres versiones del Simposio de Control Biológico (único encuentro nacional de investigadores, científicos, estudiantes y empresas de la especialidad); seminarios internacionales, un Congreso Internacional de Fitopatología; una Feria Tecnológica de Control Biológico; diversos talleres de capacitación; y días de campo y ferias agrícolas. Bajo estas dinámicas, el impacto directo de su quehacer ha alcanzado a miles de personas en todo el país.

⁷A agosto de 2018.

Un mundo microscópico que crece

Las especialidades del CTCB



El trabajo de I+D+i del CTCB se organiza, preferentemente, en siete grandes áreas:

Hongos Entomopatógenos

Bajo esta especialidad las labores se enfocan a la búsqueda, identificación y producción de hongos entomopatógenos específicos para el control de insectos plaga de importancia económica que afectan a la agricultura chilena.

Desde el inicio de los estudios, a mediados de los años 90, el CTCB ha identificado y masificado ocho cepas de hongos, para controlar igual número de insectos que generan gran daño en berries, frutales y hortalizas de manera preferente.

De esta manera, en su Planta de Producción de Hongos Entomopatógenos se producen y comercializan, bajo la marca BioINIA, hongos de las especies *Beauveria* y *Metarhizium* para lograr un control específico de Burrito de la vid (*Naupactus xanthographus*), Capachito de los frutales (*Asynonychus cervinus*), Cabrito

de la frambuesa (*Aegorhinus superciliosus*), Chanchito blanco (*Pseudococcus viburni*), Cuncunilla negra (*Dalaca pallens*), Gorgojo de la frutilla (*Otiorhynchus sulcatus*), Polilla de la manzana (*Cydia pomonella*) y Pololo verde (*Hylamorpha elegans*).

Esta área se alza como una de las más relevantes por su inserción entre los productores. Es así que cada año, unas 3 mil dosis de hongos entomopatógenos son comercializadas en todo el país, generando un impacto socio ambiental positivo atenuando el uso de insecticidas químicos.

Entomología

Esta área de trabajo se enfoca en el manejo de insectos plaga relevantes para el centro-sur de Chile y en el uso de enemigos naturales, especialmente parasitoides, para su control. Mediante la ejecución de proyectos de

investigación, se ha abordado el problema generado por la polilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) desde diferentes ámbitos, siendo éstos: el uso de parasitoides de huevos y de larvas; el uso de hongos y nemátodos entomopatógenos; el uso de parasitoides de huevos de la plaga; la resistencia a insecticidas; la diversidad genética de la polilla de la manzana en Chile; la técnica del insecto estéril; la evaluación de la eficiencia de emisores de feromona; y la predicción de vuelos en base a grados-día.

La experiencia lograda ha permitido extender estas técnicas a otras plagas, tanto primarias como emergentes, entre las que se encuentran las polillas enrolladoras (*Proeulia* spp.), la tijereta europea (*Forficula auricularia*), el chape del cerezo (*Caliroa cerasi*), la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), el gusano del choclo (*Heliothis* spp.), entre otras.

Ecología Química

Esta disciplina estudia la estructura, origen y función de las sustancias químicas que

median las interacciones intra o inter específicas entre los organismos, y entre éstos y su ambiente. Cubre un amplio rango de interacciones químicas y procesos de señalamiento mediante sustancias llamadas semioquímicos. Entre ellos están la comunicación de los organismos, particularmente de los artrópodos; interacciones mutualistas entre plantas e insectos (polinización), entre plantas y hongos (micorrizas), entre plantas y bacterias (fijación de nitrógeno); procesos de defensa química de los organismos como la aleopatía de las plantas o defensa contra depredadores y parasitoides en el caso de insectos.

Dado el rol fundamental de los semioquímicos en la regulación de todas las etapas del ciclo de vida de los insectos, es que poseen un alto potencial para el manejo de plagas mediante el monitoreo de las poblaciones; o la alteración del comportamiento de las plagas o sus enemigos naturales para disminuir los daños a los cultivos.



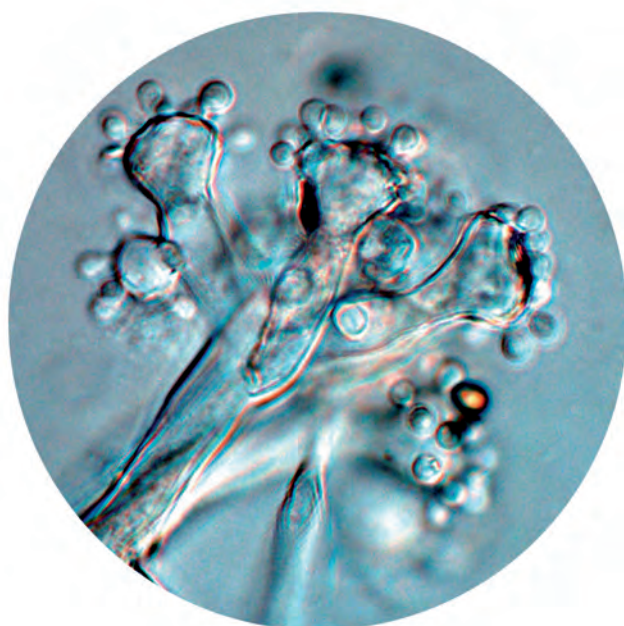
Fitopatología

Esta disciplina es de las más antiguas y prolíficas del CTCB. En ella, los investigadores estudian el origen, epidemiología y control de enfermedades causadas por microorganismos en las plantas. Además, estudian el control convencional y evalúan, permanentemente, alternativas de control biológico y orgánico, todas las cuales conforman el manejo integrado de enfermedades, promoviendo la disminución del uso excesivo de plaguicidas.

En el contexto del CTCB, principalmente se ha trabajado con enfermedades que afectan a frutales y cultivos, desarrollando diversas líneas de investigación entre las que destacan: detección precoz del plateado (*Chondrostereum purpureum*) en frutales; epidemiología de hongos fitopatógenos en frutales; evaluación del compost como supresor de enfermedades; uso de actinobacterias endófitas para el control de enfermedades bacterianas en papas; eficacia de controladores biológicos para el manejo de enfermedades de origen fungoso y bacteriano en arándano, nogal y manzano; evaluación de enfermedades en tomates bajo invernaderos; uso e identificación de especies de *Trichodermas* para el control de enfermedades; y uso de biocontroladores endófitos para el control de enfermedades en frutales y hortalizas.

Nemátodos entomopatógenos

Los nemátodos entomopatógenos (diminutos organismos vermiformes de cuerpo blando) se encuentran de forma natural en el suelo. Son capaces de perseguir y localizar su insecto huésped, siguiendo las emanaciones de dióxido de carbono que ellos emiten, las vibraciones y otras señales químicas.



Algunos nemátodos, como los pertenecientes a los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis*, poseen facultades de controladores biológicos de insectos plaga ya que se complementan bien en un programa de manejo integrado de plagas; poseen un amplio rango de insectos hospederos; tienen gran habilidad para buscar y/o detectar insectos plagas dentro del perfil de suelo y en galerías dentro de raíces y tallos; son relativamente específicos en la búsqueda de los insectos plaga; generan rápida mortalidad del insecto plaga; son fáciles de aplicar; son compatibles con un alto número de agentes químicos utilizados en la agricultura; no existen registros de resistencia; no generan daño al medio ambiente; no son tóxicos para el ser humano.

Microorganismos endófitos

Los endófitos son un grupo específico de microorganismos que tienen su hábitat en los tejidos internos de la planta. Estos microorganismos pueden ser hongos, bacterias, cianobacterias o actinobacterias.

Entre los hongos endófitos, algunos generan importantes beneficios a las plantas como el hecho de entregarle resistencia frente a plagas y enfermedades, proporcionarle tolerancia al estrés abiótico, y estimular su crecimiento.

Uno de los hongos estudiados como endófitos es *Beauveria bassiana*. Precisamente, el Banco de Recursos Genéticos Microbianos (forma parte del CTCB) cuenta con una colección de más de 400 de estos hongos, de los cuales 100 han sido evaluados en su capacidad de colonizar endófitamente plantas de tomate con el consiguiente beneficio para la planta.

Microorganismos supresores y promotores

Esta área de investigación apunta al control biológico de las enfermedades que afectan a las plantas. Se basa en el uso de microorganismos benéficos que puedan controlar a microorganismos patógenos para las plantas, como hongos, bacterias y fitoplasmas.

Entre los principales microorganismos benéficos usados en este tipo de control biológico se encuentran *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*, *Trichodermas*, *Serratia*, *Clonostachys* y algunas especies de actinobacterias.

En general, estos microorganismos usan uno o más mecanismos de control, como el parasitismo e inducción de resistencia, y son comercializados para el control de enfermedades tanto en Chile como en otros países. La colección de *Trichodermas* que tiene el Banco de Recursos Genéticos Microbianos, genera una importante fuente de material genético, para evaluar distintas cepas destinadas a estimular el crecimiento de las plantas.

Importante también es el trabajo de investigación de control biológico que se genera por la suma de microorganismos que viven en un ambiente. Así, en el caso de los llamados "suelos supresivos", la microflora del suelo impide que se desarrolle una enfermedad a pesar de la presencia del patógeno. Esta microflora que aporta la "supresividad" requiere, sin embargo, de ciertas condiciones como la cantidad y calidad de la materia orgánica. Es por esta razón que el uso de un compost de buena calidad suprime, en muchos casos, un gran número de enfermedades en los cultivos.

Capital humano para generar una mejor sociedad



Alta calificación para impulsar la investigación y el desarrollo

El CTCB se constituye en un lugar de desarrollo científico que reúne a personas con alta formación profesional y especialización. Sus capacidades permiten realizar investigación de primer nivel para el país, manteniendo a la sustentabilidad como eje conductor. En 10 años de existencia, un gran número de investigadores, profesionales no investigadores, ayudantes de investigación, administrativos y auxiliares han formado parte del CTCB, cada uno de los cuales ha contribuido a cimentar su reconocimiento actual.

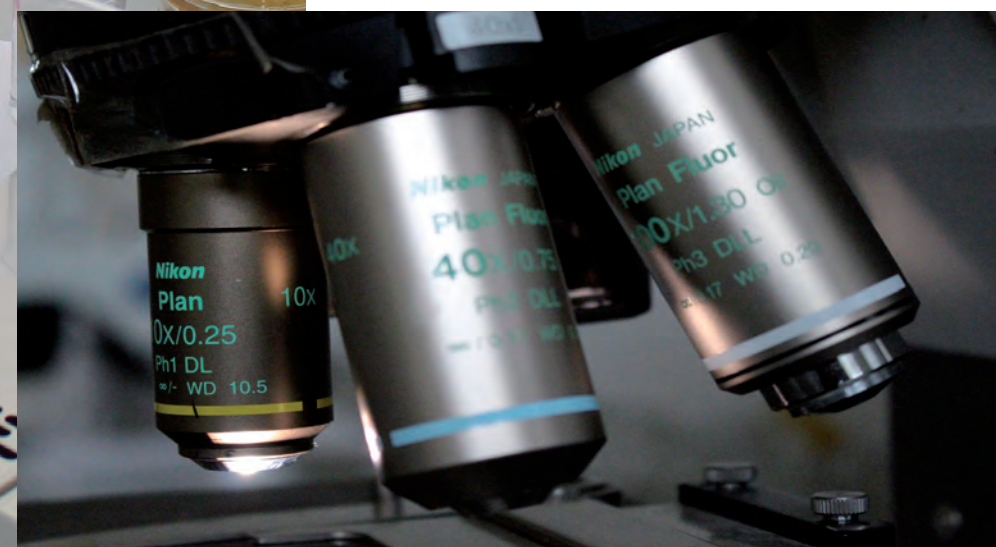
A diciembre de 2017 el CTCB contaba con 23 funcionarios, correspondiendo a 9 hombres y 14 mujeres. De ellos, 10 eran investigadores con formación profesional de ingeniero agrónomo (6), ingeniero forestal (1), ingeniero en biotecnología (1), bioingeniero (1) y bioinformático (1). El 40% de ellos posee grado académico de doctor o máster.

La labor de los investigadores se ve fuertemente sustentada por el personal de apoyo (7) con funciones de soporte en terreno y laboratorios, gestión administrativa (secretaría ejecutiva) y auxiliares.

Los equipos de trabajo del CTCB han alcanzado un importante reconocimiento en elaboración, adjudicación y ejecución de proyectos de investigación que les ha permitido la proyección y crecimiento en el tiempo. Del mismo modo, han forjado y mantenido importantes vínculos con centros e instituciones científicas, nacionales y extranjera, tanto de los sectores público como privado.

Entre otros aspectos, los investigadores del CTCB mantienen una permanente participación en seminarios y congresos científicos chilenos e internacionales, lo que les permite conocer el trabajo que se realiza en distintos países. El conocimiento, experiencia y especificidad temática, les permite ser proactivos en la organización de actividades científicas masivas entre las que se encuentran ferias tecnológicas, días abiertos a la comunidad, congresos, simposios, seminarios y talleres, con los que contribuyen a la divulgación del conocimiento y a la masificación de las tecnologías de control biológico de plagas y enfermedades.

Desde el punto de vista de la formación, el CTCB es un importante polo de atracción para futuros investigadores y profesionales. En efecto, durante el año 2016, un total de 28 estudiantes realizaron sus prácticas profesionales o memorias de título de pregrado y/o postgrado, cifra que aumentó a 37 en el transcurso de 2017.



Laboratorios especializados

Claves en la Investigación de Excelencia

Seis son los laboratorios que posibilitan el funcionamiento de las especialidades del CTCB. Cada uno de ellos está dotado con los espacios, medios y equipos necesarios para el desarrollo de investigación, prácticas y trabajos científicos. La cercanía física y las dinámicas de comunicación, facilitan la interacción que permite optimizar los procesos y experimentos.

Laboratorio de Fitopatología

El laboratorio de fitopatología realiza investigación en epidemiología, biología y detección precoz de patógenos en plantas. Paralelamente, realiza trabajos en control biológico de enfermedades, incorporando agentes provenientes del microbioma vegetal, para combatir patologías generadas por bacterias y hongos en cultivos anuales y especies frutales.

Laboratorio de Ecología Química

Esta unidad de investigación se aboca al estudio y comprensión de las interacciones existentes entre el insecto y la planta. Especial interés demanda el estudio de la relación entre los insectos plaga y sus plantas hospedadoras, donde media la presencia de sustancias químicas producidas por ambos organismos. El estudio y comprensión de las interacciones entre plantas e insectos permite desarrollar alternativas de manejo de plagas sustentables, basadas en el uso de sustancias orgánicas con bajo o nulo impacto ambiental.

Laboratorio de Entomología

El laboratorio de Entomología del CTCB cuenta con 240 m² de construcción en los que se albergan salas de uso general, salas de crianza de insectos y salas de producción de enemigos naturales. Cuenta con el equipamiento necesario para realizar bioensayos, medir el ciclo biológico de los insectos bajo diferentes condiciones, y documentar las actividades que en él se realizan. También permite capacitar a grupos pequeños de agricultores, técnicos, estudiantes y profesionales en el manejo integrado de plagas, control biológico y producción de insectos benéficos.

Laboratorio de Bioprocesos y Plantas

Este laboratorio permite realizar investigación aplicada de procesos que involucren el aprovechamiento de la materia y energía biológica, a través del pilotaje, montaje, puesta en marcha, operación y supervisión de procesos productivos y de servicios. Entre

su quehacer figura la realización de análisis de: determinación de pureza (contenido de microorganismos contaminantes como hongos, levaduras y bacterias presentes en un agente microbiano); recuento de células de bacterias y hongos; y porcentaje de viabilidad de conidias.

Laboratorio de Microbiología Aplicada

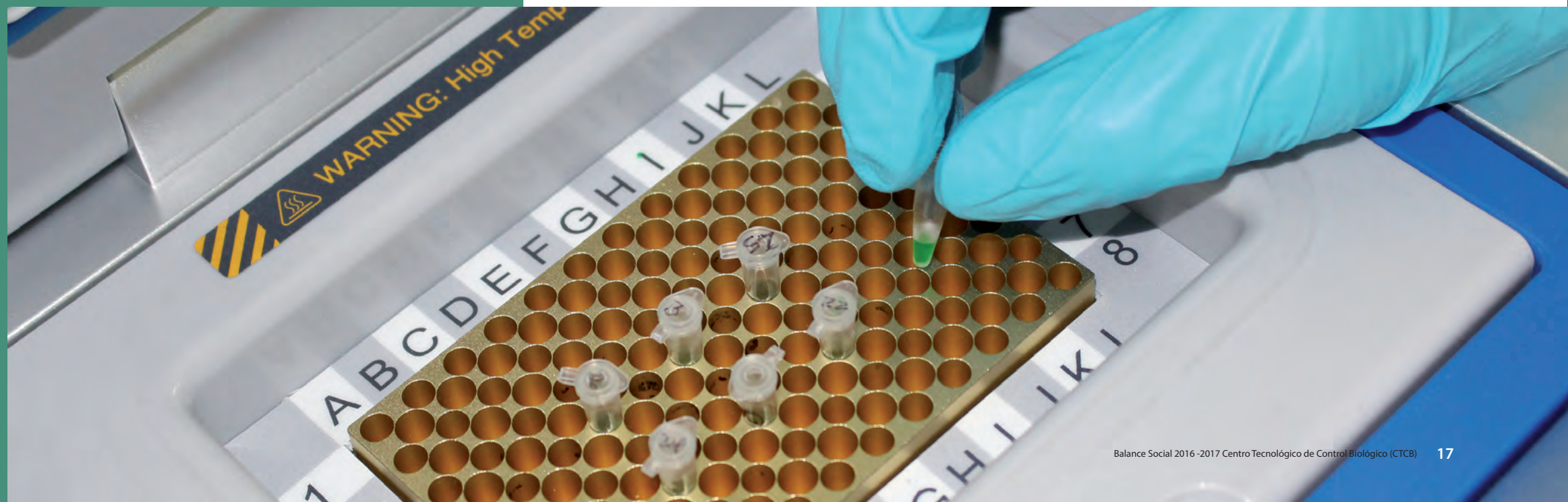
Esta unidad está abocada a la realización de dos grandes áreas de trabajo:

- Análisis Fitopatológicos, cuya finalidad es identificar y diagnosticar los agentes asociados a enfermedades de frutales y hortalizas en general. Para lograrlo, se recurre a siete tipos de análisis y procedimientos que conforman un completo servicio al productor.
- Análisis Nematológicos que determinan la presencia de nemátodos en muestras de suelos, raíces y substratos para todo tipo de cultivos.

Laboratorio de Identificación Molecular

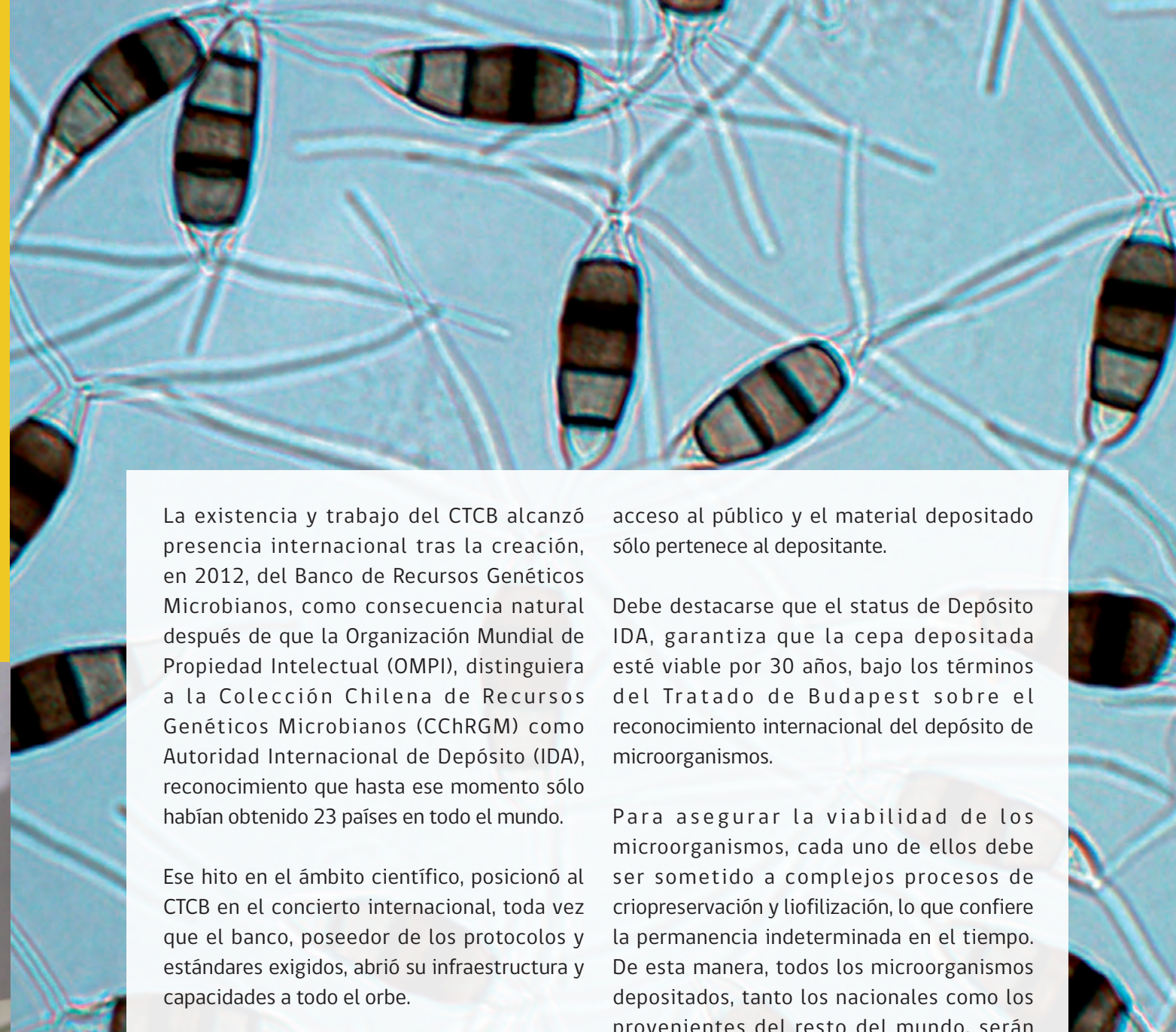
Inserto en el Banco de Recursos Genéticos Microbianos, este laboratorio tiene por finalidad realizar identificaciones moleculares de cepas de hongos y bacterias de la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos que requieren de esta prestación. Para esto se realiza la amplificación y secuenciación de uno o más sectores del genoma, obteniendo de esta forma, identificaciones a nivel de especie en la mayoría de los casos. También entrega servicios a clientes externos, entre los que se encuentran:

- a) Identificación molecular a nivel de género y/o especie de cepas puras de hongos y bacterias (excluyendo patógenos de animales y humanos).
- b) Detección molecular, a partir del tejido vegetal, de enfermedades tales como: *Agrobacterium tumefaciens*. (Agallas de la corona de los frutales) y *Chondrostereum purpureum* (Plateado).



Banco de recursos genéticos microbianos

Primera autoridad internacional de depósito de América Latina



La existencia y trabajo del CTCB alcanzó presencia internacional tras la creación, en 2012, del Banco de Recursos Genéticos Microbianos, como consecuencia natural después de que la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), distinguiera a la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos (CChRGM) como Autoridad Internacional de Depósito (IDA), reconocimiento que hasta ese momento sólo habían obtenido 23 países en todo el mundo.

Ese hito en el ámbito científico, posicionó al CTCB en el concierto internacional, toda vez que el banco, poseedor de los protocolos y estándares exigidos, abrió su infraestructura y capacidades a todo el orbe.

Desde una mirada técnica, el banco tiene por finalidad conservar en el tiempo cepas de microorganismos, principalmente hongos y bacterias (que no sean patógenos humanos ni animales) utilizando métodos de criopreservación y liofilización. Hoy se resguardan más de 2 mil 100 microorganismos, perfectamente caracterizados e identificados.

Los microorganismos pueden quedar afectos ya sea a la colección pública o bien a la colección privada. Un depósito en colección pública implica que la cepa depositada queda a libre disposición de quien la solicite. En tanto, en un depósito privado se restringe el

acceso al público y el material depositado sólo pertenece al depositante.

Debe destacarse que el status de Depósito IDA, garantiza que la cepa depositada esté viable por 30 años, bajo los términos del Tratado de Budapest sobre el reconocimiento internacional del depósito de microorganismos.

Para asegurar la viabilidad de los microorganismos, cada uno de ellos debe ser sometido a complejos procesos de criopreservación y liofilización, lo que confiere la permanencia indeterminada en el tiempo. De esta manera, todos los microorganismos depositados, tanto los nacionales como los provenientes del resto del mundo, serán preservados hasta que sean solicitados por científicos para someterlos a nuevos estudios y, en lo posible, encontrar en ellos usos y funciones que beneficien a la humanidad.

Desde el punto de vista del resguardo de la biodiversidad, el banco contiene el patrimonio microbiano de Chile, constituyéndose en una reserva de aquellos microorganismos que pudieran verse amenazados de desaparición, producto de eventos naturales (erupciones volcánicas, inundaciones permanentes, etc.) o generadas por el hombre (incendios, pavimentaciones, construcciones de represas, etc.).

Planta de producción de hongos entomopatógenos

Comercialización bajo la marca BioINIA



Desde los inicios del año 2000, y producto de los buenos resultados arrojados en trabajos de investigación en control de plagas subterráneas en berries, INIA determina comenzar con la producción de hongos entomopatógenos.

Tras un breve periodo de ajustes, hoy la Planta de Producción de hongos entomopatógenos realiza la multiplicación de cepas, principalmente *Metarhizium*, para el control de diversos insectos plaga. El proceso de producción de estos hongos contempla un sistema de fermentación bifásica que permite la obtención de conidias, con una capacidad anual que supera las 10 mil dosis.

El sistema comienza con la mantención de las cepas seleccionadas, las que son proporcionadas por el Banco de Recursos Genéticos Microbianos (CChRGM) de INIA. Una vez en la Planta de Producción, las cepas son mantenidas en condiciones que aseguren que sus características como biocontroladores se mantengan intactas. La fermentación bifásica se inicia con una primera etapa de cultivos en medios líquidos, para posteriormente pasar a una fase de crecimiento en sustrato sólido. Luego se realiza la producción de conidias, las que serán extraídas y sometidas a un proceso

de control de calidad, para finalmente ser dosificadas y envasadas al vacío.

La Planta de Producción de hongos entomopatógenos, comercializados bajo la marca BioINIA, tiene por finalidad acercar tecnologías sustentables para el manejo de plagas, a todo tipo de agricultores. Para ello, lleva a cabo un importante trabajo de transferencia tecnológica, entendiendo que asegurar la óptima calidad de los biocontroladores, es tan importante como realizar permanentemente un trabajo de capacitación hacia los agricultores que usan estas tecnologías. Esto ha permitido a través de los años que los agricultores cuenten con conocimientos técnicos necesarios para incorporar este tipo de estrategias de control biológico dentro de sus sistemas de Manejo Integrado de Plagas, comprendiendo los cuidados que deben tener, y conociendo, en detalle, las plagas y sus ciclos, así como las ventajas del uso de hongos entomopatógenos BioINIA.

Todo este proceso, junto a la constante búsqueda de nuevos controladores de plagas, posiciona a INIA como líder en Chile en investigación, producción y transferencia tecnológica de hongos entomopatógenos.

Acciones relevantes

1. Destacada participación del equipo de trabajo del CTCB en la divulgación técnica con más de 80 charlas para capacitar a más de 3.200 personas

Uno de los aspectos relevantes en un grupo de científicos, es su interacción con la comunidad a través de acciones de divulgación. En tal sentido, los investigadores del CTCB tuvieron una importante presencia como expositores y charlistas tanto en encuentros científicos como en jornadas de capacitación.

En este escenario, los investigadores del CTCB registraron 81 charlas o exposiciones. De ese total, el 34% correspondió a charlas en talleres, cursos o exposiciones en diplomados, un 27% fueron ponencias en seminarios o conferencias, y un 39% estuvo destinado a charlas directas a grupos de agricultores.

Interesante de resaltar es que los rubros más recurrentes en cuanto a charlas correspondieron a berries, principalmente

frambueso, con lo que se posiciona al CTCB como un referente técnico en el control de plagas y enfermedades en este subsector agrícola. Otros rubros abordados fueron las pomáceas y frutales mayores en general. En cuanto a los temas más frecuentes, éstos correspondieron al uso de los hongos entomopatógenos, a la producción orgánica, enfermedades en frutales, recursos genéticos microbianos y sustancias semioquímicas.

Desde el punto de vista de las audiencias, es destacable la diversidad de éstas, destacándose la presencia de productores agrícolas, profesionales del agro, investigadores de instituciones y universidades, y estudiantes universitarios y centros de formación técnica. Se estima que el total de asistentes capacitados y/o informados en el período, oscila entre las 3.200 y 3.500 personas.

Los investigadores con mayor presencia fueron Andrés France, María Esperanza Sepúlveda, Daina Grinbegs, Paz Millas, Luis Devotto, Ricardo Ceballos y Jorge Carrasco.



2. Presencia permanente ante la comunidad a través de días de campo, ferias y días abiertos

Dentro de su quehacer, los investigadores del CTCB consideran, permanentemente, la participación en actividades de transferencia como días de campo y ferias agrícolas. En ellos, profesionales e investigadores del Centro expusieron, en stands institucionales, sus principales líneas de investigación, ayudados de materiales, posters y pendones. En estas instancias, presentaron gran disposición a responder dudas e inquietudes de los visitantes, generando intercambio de opiniones e información.

En el período considerado, los integrantes del CTCB participaron en 12 actividades relevantes, desglosadas en 6 Días de Campo, 4 Ferias Tecnológicas y/o Días Abiertos y 2 jornadas con grupos de productores GTT. Mayoritariamente, estas actividades fueron realizadas en Ñuble, Talca y Arauco, lugares con asistencias que giraron en torno a las 2.500 personas.

3. Exitosa Organización del Tercer Simposio Chileno de Control Biológico

Durante tres días, del 30 de agosto al 1 de septiembre de 2016 se realizó en Chillán el Tercer Simposio Chileno de Control Biológico, instancia que, a pesar de tener un carácter nacional, contó con la presencia de referentes mundiales provenientes de Austria, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Perú y Bélgica.

Entre las temáticas más relevantes que congregaron a científicos y estudiantes, estuvieron las del control biológico de insectos y ácaros; de enfermedades; de malezas; control biológico mediante semioquímicos y extractos vegetales; y control biológico de especies invasoras.

Además de la participación de investigadores de universidades chilenas y extranjeras, el simposio contó con la presencia de





un representante del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, y de un número creciente de empresas de la especialidad, entre las que se encontraron Forestal Arauco, Biobichos, Biofuturo, Biogram, Control Best, FermeloBiotec y Xilema.

La tercera versión del Simposio Chileno de Control Biológico contó con más de 200 trabajos científicos en sus versiones de presentación oral y poster.

El éxito organizacional radica en que el CTCB asume las falencias del país frente a un tema de creciente demanda por productos inocuos y que se inserta en el compromiso de Chile al ingresar a la OCDE, en orden de reducir el uso de pesticidas en la agricultura.

La realización del tercer simposio consiguió ser la instancia necesaria de interacción, intercambio de experiencias, identificación de brechas, establecimiento de redes de contacto y estimación de impactos en la nueva agricultura.

4. La fitopatología y el control biológico protagonistas del futuro

Congreso Panamericano logró récord de participación

En conjunto con las Facultades de Agronomía y Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, el CTCB tuvo la responsabilidad de congregar a los principales eventos de

la fitopatología en el continente. En efecto, entre el 2 y el 5 de octubre de 2017 se reunieron el XXV Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología, el XIX Congreso Latinoamericano de Fitopatología y la LVII Reunión de la División Caribe de la American Phytopathology Society.

Este gran encuentro -que adoptó el nombre de Congreso Panamericano de Fitopatología- reunió a más de 200 investigadores, estudiantes y empresas de la especialidad, lo que marcó un hito en el plano nacional y latinoamericano, pues fue la primera vez que en Chile se reunían tres asociaciones de fitopatología, dos de ellas internacionales. Asimismo, fue la primera vez que en encuentros de esta naturaleza se

presentaban tantos trabajos originales 236, provenientes de científicos de 12 países. Los trabajos presentados se congregaron en torno a grandes temáticas entre las que se encontraban las formas de control de enfermedades fungosas, bacterianas, virales y de nemátodos. Asimismo, tuvieron participación temas de especialidades relacionadas, como el mejoramiento genético, la epidemiología, las nuevas patologías y el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Este encuentro de congresos contempló, además, la presencia de nueve charlas magistrales, cada una de las cuales estuvo a cargo de líderes mundiales en sus temas, y que contribuyeron a actualizar conocimientos y difundir tecnología de punta.

Impacto de las tecnologías en los productores

El caso de los hongos entomopatógenos

La evaluación de impacto de tecnologías exitosas considera la identificación y cuantificación de las dimensiones social, ambiental y económica de cada una de ellas.

El impacto económico se determinó aplicando el enfoque de excedente económico, que permite estimar el beneficio económico generado por la adopción de la nueva tecnología, comparativamente con la situación existente con anterioridad, con el status tecnológico original o análisis contrafactual. Se aplicó el enfoque de excedente económico modificado, considerando la elasticidad de la demanda perfectamente elástica a incrementos de producción o completamente inelástica a cambios (reducción) de costos (Tosterud et al. 1973; Kislev y Hoffmam 1978; Dias-Avila et al. 2008). En cada tecnología, el beneficio económico (\$) estimado con el enfoque del excedente responde predominantemente a (i) aumentos de rendimiento, o (ii) disminución de costos, o (iii) aumento de precios relativos de productos derivados o (iv) incorporación de nuevas superficies (frontera) a la producción.

La información necesaria capturada desde los productores adoptantes dice relación con el beneficio marginal (\$) con y sin tecnología, superficie de adopción, período de adopción, costo de generación de la tecnología y atribución directa del INIA (%) en el beneficio marginal (\$/ha). La atribución directa del INIA

es aquella fracción estimada del beneficio total, que es generada explícitamente por acciones de I+D, distribución y comercialización de la institución. La diferencia, es atribución de los otros agentes (instituciones, empresas, profesionales, etc.) aliados del INIA o participantes independientes en el mercado tecnológico.

Establecido el beneficio marginal y la participación (%) de la tecnología en dicho beneficio (hay otras variables exógenas que también afectan), se estima - con información estadística pública y series históricas de ventas de productos del CTCB- el total de hectáreas impactadas en el período. Finalmente, el beneficio total de cada año se expresa en términos de valor presente neto, a tasa de descuento de 5%.

El impacto social y ambiental se determinó aplicando los criterios y el modelo *Avaliação de Impacto de Inovações Tecnológicas Agropecuárias AMBITEC* (Rodrigues-Stachetti 1998; Rodrigues-Stachetti 2000; Rodrigues-Stacetti 2008), software utilizado por EMBRAPA-Brasil en la elaboración de su Balance Social institucional. AMBITEC consiste en planillas electrónicas que integran matemática y algorítmicamente (matrices escalares) indicadores de contribución de una tecnología -a nivel predial- al impacto socioambiental ex post de adopciones tecnológicas de los productores.



En impacto social se determina un indicador específico formado por los aspectos, y sus subcomponentes, siguiente: (i) Ingresos del productor: aumento de renta, fuentes de renta y/o valorización de activos. (ii) Seguridad y salud: ambiental y/o personal por disminución de vectores de enfermedades, contaminación, exposición dañina y aumento calidad alimentos. (iii) Gestión: mejorías en gerenciamiento, comercialización, reciclaje de e insumos y relacionamiento institucional. El indicador de impacto social responde a diferentes ponderaciones según escala de ocurrencia, subcomponente de cada aspecto, y aspectos propiamente tal.

En impacto ambiental se determina un indicador específico formado por los aspectos y subcomponentes siguientes: (i) Eficiencia tecnológica: uso de la tierra, consumo de agua, uso/reemplazo fuentes de energía, uso/reemplazo insumos y materiales, uso RRNN. (ii) Calidad ambiental: mejoras en la atmosfera, suelo y agua, conservación/recuperación biodiversidad. (iii) Calidad de producto final: calidad/inocuidad alimentos producidos por menos contaminantes, residuos químicos y aditivos. El indicador de impacto ambiental responde a diferentes ponderaciones según escala de ocurrencia, subcomponente de cada aspecto, y aspectos propiamente tal.

AMBITEC también proporciona un indicador general de impacto de la tecnología, promedio ponderado de los valores obtenidos por todos los subcomponentes de la evaluación. Por otra parte, los valores factibles de alcanzar en los índices de impacto social y ambiental, fluctúan de + 15 a -15, siendo valores positivos expresión de un impacto beneficioso, y valores negativos indicativos de un impacto perjudicial de la tecnología evaluada. No es pertinente realizar comparaciones entre tecnologías distintas a partir de los índices obtenidos; en cambio, si es factible analizar el impacto de una tecnología a partir de los valores numéricos de cada índice y sus aspectos desagregados.

La información necesaria en AMBITEC es capturada desde los productores adoptantes mediante entrevistas, cuyo formato está predeterminado, pero posee la flexibilidad de ajustes y adecuaciones locales, incluso, excluir subcomponentes si no son pertinentes a la tecnología.

Para el presente Balance Social del CTCB, la evaluación de impacto consideró tecnologías de control de plagas de insectos con hongos entomopatógenos (HEP), fundamentalmente en los berries arándanos y frambuesa, dado que existía mayor información y evidencia de adopción relevante.

Para berries de exportación Control del Cabrito de la Frambuesa

MM\$ 1.486,5
IMPACTO ECONÓMICO



Dadas las exigencias sanitarias es relevante controlar la plaga nativa del Cabrito de la Frambuesa (*Aegorhinus superciliosus*) para no tener acciones cuarentenarias que afecten la producción de arándanos y frambuesas para exportación. El costo de control químico es elevado, pues la larva daña la raíz de la planta formando galerías de difícil control preventivo. Por ello, INIA desarrolló tecnología de control de larvas del cabrito, con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* cepa Qu-M430, con resultados eficientes. Se estima que en arándanos y frambuesas, son frecuentemente tratadas unas 3.000 hectáreas.

IMPACTO ECONÓMICO

Beneficio económico (2010-2017) en arándanos y frambuesas \$ 1.486,5 millones y atribución directa de INIA \$331.9 millones. Inversión I+D se recupera en 4 años.

IMPACTO SOCIAL

Producto de mejor calidad y menos contaminado. Aumento del ingreso de productores y más seguridad sanitaria. Índice de Impacto Social es 8,51.

IMPACTO AMBIENTAL

Mayor eficiencia en uso de agroquímicos, incremento sustentabilidad suelo. Índice de Impacto Ambiental es 3,15.

En berries con tecnología INIA sustentable Control del Pololo Verde

MM\$ 799,7
IMPACTO ECONÓMICO



La plaga del pololo verde (*Hylamorpha elegans*), puede provocar importantes pérdidas económicas por medidas cuarentenarias. Se alimenta del follaje de las plantas y sus larvas dañan las raíces y raicillas. Por ello, la planta se debilita, retrasa su crecimiento y puede morir. El control químico -alternativa recurrente de control- tiene alto costo, situación compleja dada la extensa área de presencia de esta plaga (entre las regiones del Maule a Los Ríos). El INIA desarrolló tecnología tras seleccionar, evaluar y masificar el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* cepa Qu-M270, que arrojó un efectivo control del pololo verde. En arándanos y frambuesas esta tecnología es utilizada en huertos comerciales que, en su conjunto, bordean las 3 mil hectáreas.

IMPACTO ECONÓMICO

Beneficio económico (2013-2017) en arándanos y frambuesas \$ 799,7 millones, atribución directa de INIA \$137,7 millones. Inversión en I+D se recupera en 3 años.

IMPACTO SOCIAL

Producto de mejor calidad y más seguridad sanitaria. Mejor gestión de residuos químicos y contaminantes. Índice de Impacto Social es 7,25.

IMPACTO AMBIENTAL

Mayor eficiencia en uso de agroquímicos y energía, disminución de contaminantes en el suelo. Índice de Impacto Ambiental es 2,67.

Con tecnología INIA Control del Gorgojo de la Frutilla

MM\$ 2.815,1
IMPACTO ECONÓMICO

El Gorgojo de la Frutilla (*Otiorhynchus rugosostriatus*) ha atacado berries desde Valparaíso a Biobío. La larva daña raíces, raicillas y rizomas, mientras que el adulto ataca la fruta y las hojas, produciendo escotaduras que facilitan el ingreso de patógenos, provocando medidas cuarentenarias. Su potencial reproductivo es elevado, causando ineficiencia y alto costo del control con agroquímicos.

INIA identificó el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* Qu-M271, para el control preventivo de larvas durante el establecimiento de huertos de berries, y para el control curativo, especialmente, en arándanos. Unas 4 mil hectáreas de berries son tratadas con este hongo en el país.

IMPACTO ECONÓMICO

El beneficio económico durante el período 2013-2017 alcanzó los \$2.815,1 millones en arándano y frambuesa. Atribución directa de INIA \$727,9 millones. Inversión en I+D se recupera en 3 años.

IMPACTO SOCIAL

Los frutos resultantes son más cotizados al ser inocuos, con mayor seguridad sanitaria, mejor gestión de residuos y de comercialización. Su índice de Impacto Social es 7,10.

IMPACTO AMBIENTAL

Aumenta la calidad y sustentabilidad del suelo. Se logra mayor eficiencia en el uso de agroquímicos y energía. Su índice de Impacto Ambiental es 2,73.

Minimiza los daños en huertos de frambuesas Control del Pololo Dorado

MM\$ 438,1
IMPACTO ECONÓMICO

El Pololo Dorado (*Sericoides viridis*) presenta alta incidencia en frambuesa entre las regiones del Maule y Biobío. También ha generado daño en otros berries. Afecta el sistema radicular de la planta, disminuye el rendimiento y desencadena situaciones más graves, incluso, medidas cuarentenarias. INIA seleccionó el hongo entomopatógeno, cepa Qu-M253, y generó un protocolo basado en aplicaciones preventivas y curativas para la oportuna identificación y detección de adultos y larvas del pololo dorado. El control de la plaga ha sido eficaz en las cerca de 2 mil hectáreas, fundamentalmente en frambuesa, sometidas a control.

IMPACTO ECONÓMICO

El beneficio económico, entre 2010 y 2017, en frambuesas alcanzó los \$438,1 millones. Atribución directa de INIA \$39,3 millones. La inversión en I+D se recupera en 6 años.

IMPACTO SOCIAL

Más seguridad y salud en agricultores y consumidores; mejor planificación de manejo de plagas y gestión predial. Índice de impacto social: 7,25.

IMPACTO AMBIENTAL

Aumenta la inocuidad de las frutas; crece la eficiencia en el uso de plaguicidas y se incrementan los recursos. Índice de impacto ambiental: 2,65.

Controlada eficazmente con Hongos BioINIA Chanchito Blanco: plaga emblemática

MM\$ 3.404,4
IMPACTO ECONÓMICO



El Chanchito Blanco (*Pseudococcus viburni*) es, probablemente, la principal causa de rechazo de fruta exportada –principalmente arándano– en plantas receptoras. El daño potencial es elevado entre las regiones de Valparaíso y Biobío. Este insecto succiona la savia de las plantas y secreta una “mielecilla” que facilita el ingreso del hongo *fumagina* y la presencia de hormigas.

INIA estudió, seleccionó y masificó el hongo entomopatógeno cepa Qu-984, para el control, en estado juvenil (ninfa), del chanchito blanco. Las aplicaciones son curativas, incluso, durante la cosecha de fruta, período restrictivo para agroquímicos. Se estima que unas 3.500 hectáreas, básicamente de arándanos, son tratadas con esta tecnología.

IMPACTO ECONÓMICO

Entre 2011 y 2017 se generaron \$3.404,4 millones de beneficio económico en huertos de arándano. La atribución directa de INIA fue de \$822,5 millones. La inversión en I+D se recupera en 3 años.

IMPACTO SOCIAL

Aumenta la seguridad y salud laboral de los productores; mejora la gestión del control de plagas; y se generan más ingresos por ventas. Índice de impacto social: 6,82.

IMPACTO AMBIENTAL

Aumenta la calidad/inocuidad del producto final y la gestión de control de recursos del huerto. Índice de impacto ambiental: 2,20.

Contrarrestado con Hongos Entomopatógenos Cabrito del ciruelo

MM\$ 1.694,5
IMPACTO ECONÓMICO



El Cabrito del Ciruelo (*Aegorhinus nodipennis*) es un insecto nativo con presencia equilibrada en bosques nativos. Pero la presencia de huertos de arándanos aledaños a los bosques, cambió los hábitos del cabrito, transformándolo en plaga de frutales menores. El mercado carecía de tratamientos efectivos con agroquímicos o de base biológica.

Investigadores INIA evaluaron cepas de hongos entomopatógenos, hasta seleccionar la cepa Qu-M22 de *Metarhizium anisopliae* que resultó ser la única con control eficaz, principalmente en las larvas del cabrito. Así, se elaboró un protocolo de uso y aplicación del hongo que impide el ingreso de la larva a la raíz de la planta. El impacto de esta tecnología INIA ha sido considerable, dada su alta incidencia inicial y los antecedentes de control satisfactorio reportados por los usuarios.

IMPACTO ECONÓMICO

El sector arándanos registró un beneficio económico de \$1.694,5 millones entre 2011 y 2017. La atribución directa de INIA fue de \$380,9 millones. La inversión en I+D se recupera en 4 años.

IMPACTO SOCIAL

Mejoraron las condiciones de seguridad, salud, gestión predial e ingresos del productor. El índice de impacto social es 9,05.

IMPACTO AMBIENTAL

Se obtuvieron arándanos más inocuos, y se logró mayor eficiencia en uso de agroquímicos. El índice de impacto ambiental fue 3,68.

Evaluación de impacto económico

Impacto Económico de Tecnologías: Ingreso marginal

TECNOLOGÍA	RUBROS RELEVANTES IMPACTADOS	INGRESO MARGINAL TECNOLOGÍA INIA, \$/Ha	INGRESO MARGINAL ATRIBUCIÓN INIA, %	INGRESO MARGINAL ATRIBUCIÓN INIA, \$/Ha
Control del Cabrito de la Frambuesa en berries de exportación con Hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.066.700	30	320.010
	Frambuesa	1.176.600	38	447.108
Control de Pololo Verde (<i>Hylamorpha elegans</i>) en arándanos y frambuesas con hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.152.500	30	345.750
	Frambuesa	1.429.286	38	543.129
Control del Gorgojo de la Frutilla con hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.063.440	30	319.032
	Frambuesa	660.600	38	251.028
Control del Pololo Dorado en frambuesas de la zona central con hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.306.073	38	496.308
	Frambuesa	1.023.000	30	306.900
Control del Chanchito Blanco con hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.274.400	30	382.320
Control del Cabrito del Ciruelo, con hongos entomopatógenos INIA	Arándano	1.015.500	30	304.650

Impacto Económico de Tecnologías: Impacto total estimado

TECNOLOGÍA	PERIODO EVALUADO	RUBROS RELEVANTES IMPACTADOS	ÁREA PROMEDIO ESTIMADA IMPACTO, Ha	IMPACTO TOTAL ESTIMADO, \$	IMPACTO ESTIMADO ATRIBUCIÓN INIA, \$	RECUPERACIÓN CAPITAL I+D, AÑOS
Control del Cabrito de la Frambuesa en berries de exportación con Hongos entomopatógenos INIA	2010-2017	Arándano / Frambuesa	2.740	1.486.580.688	331.895.689	4
Control de Pololo Verde (<i>Hylamorpha elegans</i>) en arándanos y frambuesas con hongos entomopatógenos INIA	2013-2017	Arándano / Frambuesa	2.970	799.741.104	137.715.447	3
Control del Gorgojo de la Frutilla con hongos entomopatógenos INIA	2013-2017	Arándano / Frambuesa	3.085	2.815.082.744	727.986.154	3
Control del Pololo Dorado en frambuesas de la zona central con hongos entomopatógenos INIA	2010-2017	Arándano / Frambuesa	2.050	438.124.515	39.256.566	6
Control del Chanchito Blanco con hongos entomopatógenos INIA	2011-2017	Arándano	3.200	3.404.409.700	822.482.128	3
Control del Cabrito del Ciruelo, con hongos entomopatógenos INIA	2010-2017	Arándano	3.200	1.694.545.388	380.925.645	4

Evaluación de impacto socio ambiental

Índices de Impacto Socio Ambiental de Tecnologías: promedio y dispersión

TECNOLOGÍA	IMPACTO GENERAL TECNOLOGÍA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ÍNDICE IMPACTO AMBIENTAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ÍNDICE IMPACTO SOCIAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Control del Cabrito de la Frambuesa en berries de exportación con Hongos entomopatógenos INIA	5,24	0,53	3,15	1,69	8,51	2,71
Control de Pololo Verde (<i>Hylamorpha elegans</i>) en arándanos y frambuesas con hongos entomopatógenos INIA	4,71	2,39	2,67	1,50	7,25	2,88
Control del Gorgojo de la Frutilla con hongos entomopatógenos INIA	4,42	2,10	2,73	1,52	7,10	3,13
Control del Pololo Dorado en frambuesas de la zona central con hongos entomopatógenos INIA	4,71	2,25	2,65	1,42	7,25	2,83
Control del Chanchito Blanco con hongos entomopatógenos INIA	4,30	2,31	2,20	1,69	6,82	3,48
Control del Cabrito del Ciruelo, con hongos entomopatógenos INIA	6,51	3,63	3,68	2,22	9,05	3,91

Índices de Impacto Socio Ambiental de Tecnologías: promedio y aspectos desagregados

TECNOLOGÍA	IMPACTO GENERAL TECNOLOGÍA	ÍNDICE IMPACTO AMBIENTAL	ASPECTOS DESAGREGADOS			ÍNDICE IMPACTO SOCIAL	ASPECTOS DESAGREGADOS		
			¹ EFICIENCIA TECNOLÓGICA	² CALIDAD AMBIENTAL	³ CALIDAD PRODUCTO FINAL		⁴ INGRESOS AL PRODUCTOR	⁵ SEGURIDAD Y SALUD	⁶ GESTIÓN COMERCIAL Y AMBIENTAL
Control del Cabrito de la Frambuesa en berries de exportación con Hongos entomopatógenos INIA	5,24	3,15	3,44	3,58	6,06	8,51	4,06	11,38	8,00
Control de Pololo Verde (<i>Hylamorpha elegans</i>) en arándanos y frambuesas con hongos entomopatógenos INIA	4,71	2,67	3,11	2,82	4,73	7,25	3,08	9,62	7,65
Control del Gorgojo de la Frutilla con hongos entomopatógenos INIA	4,42	2,73	2,77	3,03	5,33	7,10	2,50	9,50	6,50
Control del Pololo Dorado en frambuesas de la zona central con hongos entomopatógenos INIA	4,71	2,65	3,05	2,76	5,10	7,25	2,50	9,40	7,48
Control del Chanchito Blanco con hongos entomopatógenos INIA	4,30	2,20	2,14	2,40	4,20	6,82	3,50	9,40	6,90
Control del Cabrito del Ciruelo, con hongos entomopatógenos INIA	6,51	3,68	4,13	3,35	5,13	9,05	6,88	11,50	10,55

¹Insectos que se alimentan de otros insectos.

²Colocan los huevos al interior de los huevos de otros insectos, con lo que eliminan la descendencia del rival.

³Organismos diminutos, muchas veces microscópicos, que se introducen en el cuerpo de insectos y otros nemátodos, donde se reproducen y alimentan, generándoles la muerte.

⁴Insecto u otro organismo vivo que naturalmente genera la muerte a otro similar.

⁵Hongos microscópicos de gran diversidad que encuentran su hábitat y alimento en los cuerpos de distintas clases de insectos.

⁶El Centre for Agricultural Bioscience International (CABI) es una organización intergubernamental sin fines de lucro con base en el Reino Unido que busca resolver problemas agrícolas en todo el mundo con una mirada científica y sustentable.

⁷A agosto de 2018.

Instituciones y empresas cofinanciadoras y asociadas del CTCB

INSTITUCIÓN/EMPRESA	ROL
Subsecretaría del Ministerio de Agricultura de Chile	Cofinanciador
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	Cofinanciador
Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)	Cofinanciador
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt)	Cofinanciador
Fondo de Innovación para la Competitividad, FIC Región del Maule	Cofinanciador
Centre for Agricultural Bioscience International (CABI)	Cofinanciador
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	Asociado
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Asociado
Fundación Chile	Asociado
Universidad de Concepción	Asociado
Hortifrut S.A.	Asociado
Orafti Chile S.A.	Asociado
Arysta LifeScience Chile S.A.	Asociado
Basf Chile S.A.	Asociado
Forestal Mininco S.A.	Asociado
Fundación Desarrollo Frutícola (FDF)	Asociado
El Álamo Ltda.	Asociado
AgroPlus Ltda.	Asociado
Anasac Chile S.A.	Asociado
Biogram S.A.	Asociado
Centro de Entomología Aplicada (Biocea)	Asociado
Tavan Chile S.A.	Asociado
Bayer S.A.	Asociado
Sociedad Investigación Desarrollo REDMI Ltda.	Asociado
Chemie S.A.	Asociado
Agro Technology S.A.	Asociado
Fundo El Encanto	Asociado
Natural Chile Ltda.	Asociado
Copefrut S.A.	Asociado
Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA)	Asociado
Centro de Educación y Tecnología (CET)	Asociado
Grupo Transferencia Tecnológica Frambuesa GTT Los Ángeles	Asociado
Bluefield Chile Ltda.	Asociado
Atiagro Ltda.	Asociado
Agricultor Rolando León V.	Asociado

Ficha Técnica / Colofón

Director Regional INIA

Rodrigo Avilés Rodríguez
Ingeniero Civil Industrial, Mg.

Autor/Editor General

Jorge González Urbina
Ingeniero Agrónomo, M.Sc. - M.B.A. Investigador
Economía Agraria y Marketing Estratégico

Editores Asociados

Fernando Garrido Pincheira, Ingeniero Comercial
Encargado Unidad de Planificación y Proyectos
Hugo Rodríguez Alister, Periodista, MS.

Investigadores CTCB elaboración del Balance Social

Andrés France, Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Fitopatólogo

M^a Esperanza Sepúlveda, Ingeniero Agrónomo M.Sc.,
Producción Hongos Entomopatógenos

Daniel Ortiz, Ingeniero Agrónomo
Transferencia de Productos Tecnológicos

Luis Devotto, Ingeniero Agrónomo, Dr., Entomólogo

Investigadores CTCB colaboradores del Balance Social

Lorena Barra, Ingeniero Civil Industrial /
Ingeniero Agrónomo, Mg.Cs.

Jean Franco Castro, Bioingeniero, Dr.
Curador Banco de Recursos Genéticos Microbianos

Paz Millas, Ingeniero Agrónomo, Dr., Fitopatóloga

Ricardo Ceballos, Ingeniero Forestal, Dr.
Ecología química de insectos

Daina Grinbergs, Ingeniero Agrónomo, Fitopatóloga

Gestión Administrativa

Jimena De La Hoz, Secretaria

Edición de Textos

Hugo Rodríguez A.

Diseño y Diagramación

Ricardo González Toro

Fotografías

INIA

Impresión

TRAMA Impresores S.A.

Agradecimientos

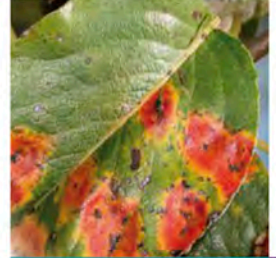
El editor general/autor del presente Balance Social desea agradecer en nombre propio y en el de INIA a la *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria EMBRAPA* y, en forma especial, a los investigadores **Dr. Antonio Flavio Dias Avila**, economista agrario/impacto económico; **Dra. Graciela Luzia Vedovoto**, evaluación impacto; **Dr. Wilson Correa Da Fonseca Junior**, edición/redacción Balance Social y **Dr. Gerardo Stachetti Rodriguez**, biólogo impacto socioambiental, por la generosa entrega de conocimientos, experiencia, orientación metodológica y consejos entregados al equipo editor en diversas actividades realizadas en el marco de la *Red de Evaluación de Impactos de IICA/Procisur*. Sin esa colaboración institucional, este **primer Balance Social piloto de INIA** no habría sido factible. Tampoco hubiera sido posible la formación de nuevas capacidades y la contribución que esta publicación hace a la evaluación de impactos y a que el rol vital del INIA sea mejor visualizado por la sociedad. Al reiterar los agradecimientos cabe, también, manifestar el propósito de continuar profundizando la colaboración inter institucional en esta materia.

Cita Bibliográfica

Balance Social 2016 - 2017.
Centro Tecnológico de Control Biológico (CTCB).
Editor: Jorge González Urbina.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu.
Vicente Méndez 515, Chillán, Chile.
Ministerio de Agricultura.
2019.
36 p. / 20,5 x 29,6 cm.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente.

www.inia.cl



www.controlbiologicochile.cl

Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Ministerio de Agricultura

CHILE

