

Centro Tecnológico De Control Biológico

Rodrigo Loyola
Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA
Chile

Rodrigo Avilés
Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA
Chile

Marcos Gerding
Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA
Chile

Resumen

Chile ha establecido una política de desarrollo hacia el exterior, basándose en la definición de hacer de Chile una Potencia Alimentaria Mundial, lo que ha significado un nuevo paradigma para el desarrollo de la industria nacional. Por ello, el sector alimentario se ve en la necesidad de introducir procedimientos, productos y recomendaciones técnicas para dar cumplimiento a los requerimientos de los mercados mundiales y apostar por una calidad superior, con productos diferenciados y que valoren su producción. Es por ello que las tecnologías de control biológico entran a jugar un papel predominante, tanto en el apoyo de agricultores que desarrollen tecnologías alternativas de manejo de plagas, como en el mejoramiento en la calidad de los productos.

Atendiendo a esta realidad es que durante el año 2006 se presenta a INNOVA Chile-CORFO, el proyecto denominado "Centro Tecnológico de Control Biológico-CTCB", el cual se instala definitivamente en el septiembre del 2007. El objetivo del CTCB es fortalecer el desarrollo de tecnologías de producción masiva de agentes de control de plagas, enfermedades y malezas basadas en el uso de organismos vivos, contribuyendo al éxito comercial de las empresas proveedoras de insumos biológicos para la agricultura nacional, y poniendo a su disposición procesos productivos industriales validados. Para lograr que el Centro funcione, se ha realizado una planificación estratégica de las líneas de investigación presentes en INIA para que converjan en temas de interés común y que potencien el Centro. Además, se han creado redes de colaboración públicas y privadas, de manera de dar buena dirección a los trabajos y desarrollos alcanzados.

De esta manera se logra establecer el primer Centro Tecnológico con dedicación exclusiva al control biológico de plagas y enfermedades en el país, que forja una alianza macro entre una entidad de investigación (INIA) con el sector público y con las empresas demandantes de estas tecnologías.

1. Introducción

1.1 Control Biológico en Chile

El país ha establecido una política de desarrollo hacia el exterior, basándose en la definición estratégica de hacer de Chile una Potencia Agroalimentaria y forestal, lo que ha plantado nuevos paradigma y desafíos para el desarrollo de la agroindustria industria nacional. En la actualidad, el sector alimentario se ve la necesidad de introducir procedimientos, productos y recomendaciones técnicas para dar cumplimiento a los requerimientos de los mercados mundiales y apostar por una calidad superior, con diferenciación y que valoren su producción. Lo anterior se ha visto materializado a través de la introducción de protocolos de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura. Es hay donde las tecnologías de control biológico entran a jugar un papel predominante, tanto en el apoyo a los agricultores para el desarrollo de tecnologías alternativas de manejo de plagas, así como mejorar su calidad de producto.

Dentro del mercado de controladores biológicos, se ha visto durante el último tiempo un fuerte incremento en la demanda lo que actualmente está superando la oferta de éstos. En Chile el Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA, las Universidades y empresas privadas han desarrollado la tecnología apropiada para utilizar un control biológico efectivo de plagas y enfermedades. Empresas como Biogram (Región Metropolitana) ha instalado las capacidades para atender 7.000 hectáreas de plagas de suelo, Xilema (Región de Valparaíso) tiene una capacidad de cubrir solo 1.200 has para controlar Chanchitos blancos, Nativa (Región del Maule) con Trichoderma llega a 1.500 has, Biocontrol (Región de Valparaíso) para atender a los productores de tomates, Biocaf Ltda. (Región del Bío Bío) llegó a 6.000 has de pinos con una liberación de Trichogramma en la temporada, y en la misma zona Biomycota en la produce Trichoderma.

En Chile existen a lo menos 462 especies plagas que afectan la producción agropecuaria y forestal en diferentes grados de intensidad, de estas el 21,7% son nativas, lo que implica que se ha tenido que investigar, en algunos casos, y en otros hay que investigar su efecto en la producción y sus métodos de control los que incluyen el uso de sus enemigos naturales.

Desde que en 1903 se inició la primera acción en control biológico en Chile, se han introducido más de 150 especies de parasitoides depredadores y enfermedades de insectos, por otra parte se han detectado nuevas especies actuando naturalmente sobre plagas nativas, del total introducido y liberado se han recuperado un 49% de ellas, sin embargo, no todas han provocado un control sustancial de la plaga para la cual fueron introducidas. Es aquí donde empieza o se justifica la masificación y comercialización de enemigos naturales, seleccionando aquellos que se establecieron y que con la ayuda del hombre pueden actuar eficientemente sobre la plaga. La comercialización de enemigos naturales en Chile está aún basada en producciones masivas de métodos semi artesanales e industriales que limitan la expansión de la empresa y que cubren una superficie no superior a 30.000 has, en circunstancia que la demanda potencial por enemigos naturales considerando los cultivos anuales y praderas en el centro sur y sur del país debería superar las 500.000 has.

1.2. Investigación en Control Biológico en INIA Quilamapu

La investigación asociada a Control Biológica en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, se orientó a incrementar el conocimiento básico y aplicado del manejo de plagas a través del control biológico en Chile, diseñado inicialmente hacia a las necesidades más inmediatas, tales como plagas cuarentenarias que afectan o restringen las exportaciones y aquellas plagas que por su implicancia social tiene una connotación o relevancia nacional. El Programa está asociado a numerosas universidades e institutos nacionales, con los cuales se ha desarrollado investigación científica y tecnológica. Uno de los logros más relevantes de este equipo de trabajo en los últimos años, es el Control Biológico de plagas mediante microorganismos (hongos y nemátodos) entomopatógenos, en especial con las especies *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y las familias de nemátodos *Steinernematidae*, *Rhabditidae* y *Phasmorhabditidae*, colectadas en el país. El control biológico con insectos se ha centrado en el manejo de plagas claves de importancia primaria de los cultivos. Algunos ejemplos son:

- La polilla de la manzana para lo cual se importaron desde Estados Unidos (Washington State University) y Argentina (INTA) parasitoides de la polilla de la manzana: *Ascogaster quadridentata* y *Mastrus ridibundus*. La biología de ambas especies, incluyendo su preferencia por diferentes fuentes de alimento, longevidad y fecundidad bajo diferentes regímenes de temperaturas y dietas, se ha evaluado durante los años 2006 y 2007. Se han realizado liberaciones en campo y se está estudiando su establecimiento.
- Control de Mosquita blanca del invernadero, se ha estado evaluando el efecto de diferentes especies de *Encarsia* entre las que destaca *E. formosa*, también el uso de *Crisoperla externa*.
- Control Biológico de los pulgones del Trigo
- Control Biológico de la Polilla del Brote del Pino
- Control Biológico del Psílido del Eucalipto.

El control biológico con organismos nativos también ha sido abordado. Se descubrió una nueva especie de parasitoide denominada como *Trichogramma nerudai* Pintureau & Gerding, que fue evaluada contra la polilla de la manzana en complemento con confusión sexual, logrando reducir un 66% el daño en los contornos de los huertos. Adicionalmente se prospectó otro tipo de enemigos naturales nativos, tales como el depredador de trips *Orius* spp y hongos entomopatógenos.

Otro aspecto es la crianza a nivel semi-industrial de insectos, tanto de especies plaga como de especies utilizadas como substratos o indicadores, entre los que se encuentran la polilla de la cera *Galleria mellonella* (2000 individuos/ semana); polilla del trigo *Sitotroga cerealella* (120 mill. individuos/ semana); polilla de la manzana *Cydia pomonella* (5000 individuos/ semana); bruco del frejol *Acanthocelides obtectus* y *Copitarsia decolora* (200 individuos/ semana). La crianza a nivel semi-industrial proporciona la disponibilidad de estos insectos que a su vez ha generado múltiples avances, desde la mantención de enemigos naturales específicos (que no prosperan en dietas artificiales), estudios de comportamiento, estudios de dispersión (financiado por la Agencia Internacional de Energía Atómica, IAEA), etc.

El comportamiento de los insectos, en especial los organismos plaga, ha sido abordado en el contexto de la ecología química. Se han desarrollado estudios para evaluar el comportamiento de las plagas frente a sus hospederos y semioquímicos de estos, esto ha permitido iniciar estudios del efecto de algunas sustancias atrayentes para el tábano, *Scaptia lata* (Diptera: Tabanidae), importante plaga de zonas turísticas y labores agrícolas en el centro sur y sur de Chile; también se está estudiando el efecto de los semioquímicos de espárragos en la conducta de selección de hospedero y de oviposición de la cuncunilla de las hortalizas *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae).

Con universidades se ha formado un equipo para la obtención de semioquímicos de plantas y feromonas de insectos que permitirá su uso como trampas y sistemas de control de plagas. Con la Pontificia Universidad Católica de Chile se han estado evaluando en terreno el control biológico de Chanchitos blancos en parronales y estudios de competitividad entre parasitoides de la polilla de la manzana.

1.3. Centro Tecnológico de Control Biológico

Durante el año 2006 el comité de innovación INNOVA Chile, perteneciente a la Corporación de Fomento a la Producción – CORFO abre el concurso de “Fortalecimiento y Creación de Capacidades Regionales¹”, para lo cual INIA postula la creación del primer “Centro Tecnológico de Control Biológico”, esta propuesta se basa en lo desarrollado por la institución en investigación básica y aplicada asociada a Control Biológico.

El objetivo del Centro es “Fortalecer el desarrollo de tecnologías de producción masiva de agentes de control de plagas, enfermedades y malezas basadas en el uso de organismos vivos, contribuyendo al éxito comercial de las empresas proveedoras de insumos biológicos para la agricultura nacional y poniendo a su disposición procesos productivos industriales validados”, lo que da pie a los siguientes objetivos específicos de presentación:

- Desarrollar un Centro Tecnológico de Control Biológico (CTCB) en la Región del Bío Bío.
- Fortalecer capacidad de investigación y desarrollo de tecnologías para el manejo y producción masiva del control biológico de plagas, enfermedades y maleza.
- Desarrollar protocolos de masificación de enemigos naturales a escala real y formulados de semioquímicos.
- Incentivar la formación de empresas de control biológico.
- Preparar profesionales y técnicos en los procesos de masificación, formulación, manejo y aplicación de los productos

¹ El objetivo es apoyar la generación de las condiciones habilitantes para la investigación, el desarrollo y la innovación regional -tales como infraestructura, equipamiento, recurso humano avanzado y fortalecimiento de redes nacionales y/o internacionales-, especialmente en las áreas prioritarias definidas en la agenda de desarrollo regional y/o en aquellas áreas comprendidas en los clústeres priorizados de la economía y sectores transversales (www.corfo.cl)

El CTCB, en la actualidad cuenta con la colección más grande de cepas de hongos y nematodos entomopatógenos (HEP y NEP) nativos de Chile, apoyado por Corfo y Darwin INITIATIVE, se dispone con más de 1.000 aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, de los cuales se han determinado más de 35 aislamientos con características de excelentes controladores de plagas entre ellas larvas de curculiónidos, larvas de escarabaeidos, chanchitos blancos, chaqueta amarilla, varroasis, polilla del tomate, polilla de la manzana, polilla del brote del pino, entre otros.

El Centro es una unidad fundamental para la conservar y mantener el material biológico básico para las crianzas masivas en laboratorios privados recibiendo por este motivo los derechos que correspondan. Por otra parte la determinación de los parámetros de control de calidad, para cada uno de los organismos durante su proceso de producción y comercialización, los que serán definidos por los investigadores del Centro.

Para delimitar el espectro de acción del Centro, se definieron líneas de trabajos y productos o servicios que de hay nacerían a modo de preparar las condiciones para generar la sustentabilidad de un modelo investigativo/comercial (ver Cuadro N° 1)

Cuadro N° 1: Líneas de trabajo y productos asociados al CTCB.

Línea de Trabajo	Productos/Servicios
Transferencia de tecnologías en producción masiva	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Talleres de adiestramiento ➤ Cursos de control biológico ➤ Venta de Know How ➤ Licenciamiento de tecnologías ➤ Venta de equipos y prototipos ➤ Página Web ➤ Dietas
Sistemas de producción de parasitoides y depredadores de insectos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dosis de insectos ➤ Prototipos de multiplicación ➤ Sistema de embalaje ➤ Unidades de liberación
Sistema de producción de ácaros depredadores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dosis de ácaros depredadores ➤ Unidades de liberación
Sistemas de producción de microorganismos para el control de plagas y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dosis de hongos ➤ Dosis de nemátodos ➤ Formulaciones ➤ Equipos de masificación
Producción de atrayentes y repelentes químicos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Feromonas ➤ Atrayentes semioquímicos ➤ Repelentes semioquímicos ➤ Trampas ➤ Dispensadores
Producción de agentes de control de malezas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dosis de patógenos ➤ Unidades de liberación ➤ Formulaciones

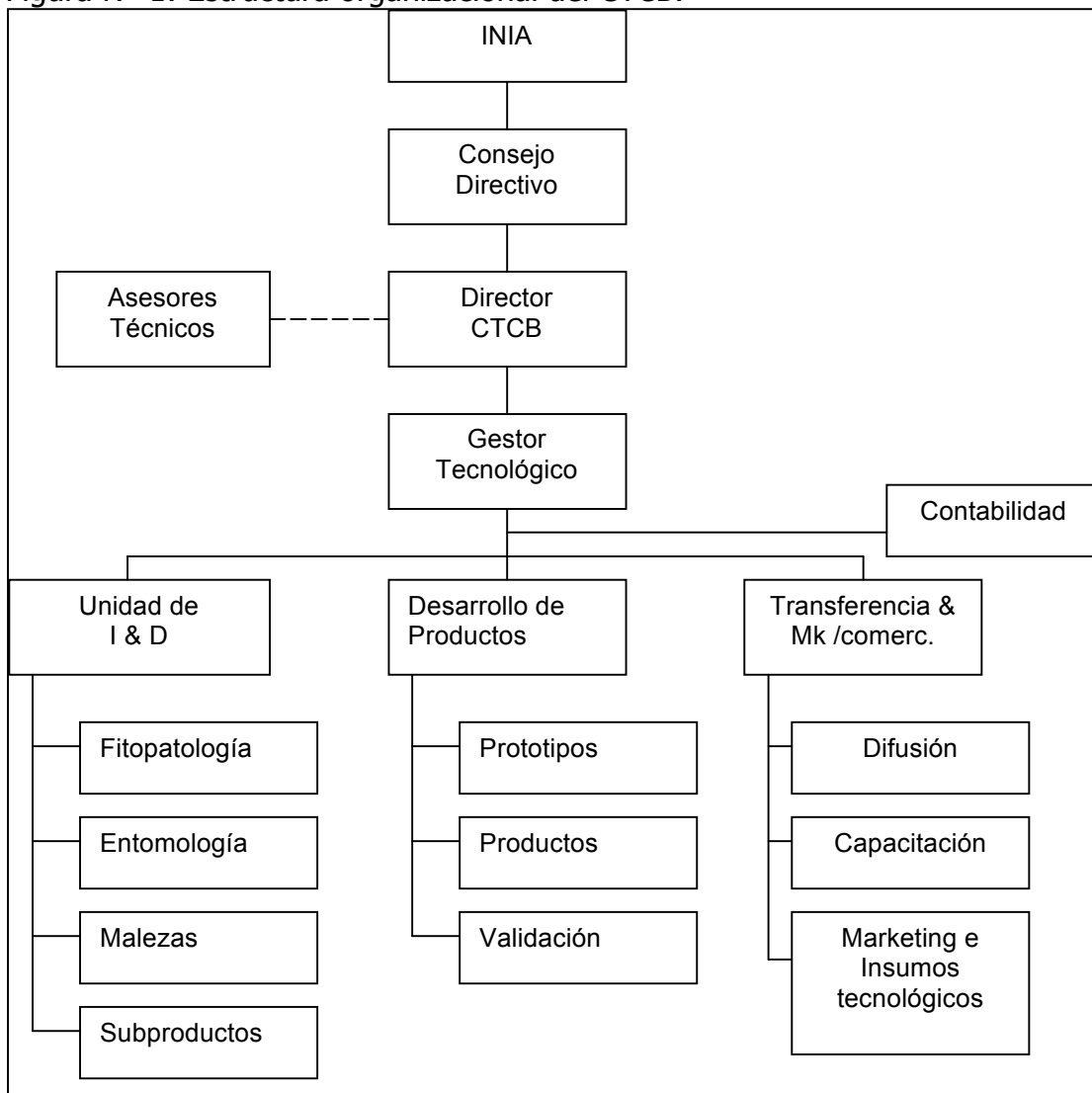
Fuente: Elaboración Propia.

2. Estructura Organizacional del CTCB

El Centro, como personalidad jurídica, pertenece al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, pero ha considerado dentro de su desarrollo la activa participación privada para dar mayor orientación comercial a los desarrollos que se han generado, por ello, sumando a que dentro del centro están inscritas 7 empresas de control biológico, se conformo un Consejo Público-Privado que tiene como objetivo "Dirigir estratégicamente el CTCB, dando orientaciones para su desarrollo presente y futuro". Este consejo está conformado con dos representantes de INIA y tres de empresas participantes, esto en pos de asegurar la aplicación comercial a modo de tener una correcta orientación de los productos del Centro.

El centro, para su funcionamiento, además cuenta con un Director, y bajo este un Gestor Tecnológico, para apoyar tanto la gestión interna como externa del Centro. Además, a modo de organizar el funcionamiento, se han dividido funciones en tres grandes unidades que son: Unidad de investigación y desarrollo; desarrollo de productos y en transferencia tecnológica y marketing (ver figura N° 1)

Figura N° 1: Estructura organizacional del CTCB.



Fuente: Elaboración Propia.

Bajo esta figura se pueden encontrar profesionales multidisciplinarios, que atienden las distintas necesidades de desarrollo, actualmente el Centro cuenta con una dotación de 41 personas, el detalle se muestra en el cuadro N° 1

Cuadro N° 1: Dotación de personal del CTCB

Área de Especialización	N° de Profesionales	N° de Técnicos	N° de operarios
Entomología	8	3	9
Fitopatología	2	3	5
Formulación	1	0	1
Química Ecológica	1	1	2
Transferencia y difusión tecnológica	2	0	0
Gestión Tecnológica	2	0	1
Total	16	7	18

3. Participación Privada

La participación privada dentro de la estructura del centro ha sido primordial, a modo de generar vínculos directos con el entorno así como de direccionar las líneas de trabajo que se trabajan en el centro. Así es como, la investigación en el centro se ha dividido en etapas, quedando la etapa primaria- o investigación básica- a cargo de INIA y será éste quien orientará y desarrollará, en el caso de la investigación aplicada, esta será sometida a evaluación de las empresas para que participen en su desarrollo y esto facilite la apropiación por parte de ellas.

En base a esto, se ha establecido, con las siete empresas participantes, un consejo asesor del centro, el cual está compuesto por cinco miembros, tres del mundo empresarial y dos de la institución.

Además, se ha establecido por política de que las empresas participantes en el Centro, sean las receptoras prioritarias de las tecnologías desarrolladas, a modo de generar la intencionalidad de participación activa, además en este mismo modelo se ha establecido que si ninguna de las empresas receptoras prioritarias no se interesa por establecer un convenio de transferencia tecnológica, en centro tiene la libertad de buscar posibles interesados, a modo de poder poner efectivamente en mercado las tecnologías desarrolladas. A pesar de esto, a modo de disponer de la propiedad y de las tecnologías que desarrolla INIA, a pesar de transferirlas a la empresa privada trabaja en un modelo de que su uso no da exclusividad en ningún caso, todo esto a modo de salvaguardar el rol del instituto en la sociedad,

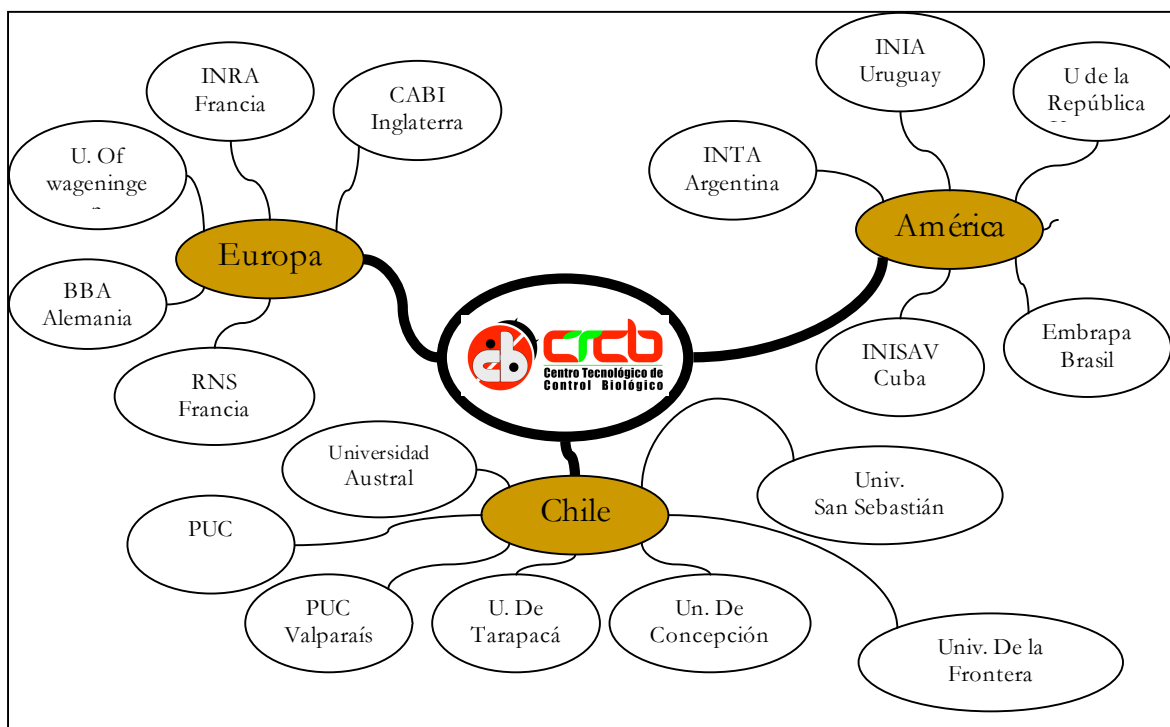
Se suma a lo anterior, que los socios empresariales participan de las capacitaciones que desarrolla el centro además son socios en las actividades de difusión generadas.

4. Redes de Trabajo

Las redes de contacto son importantes en dos aspectos de desarrollo, en el apoyo a la captación de recursos para desarrollar investigación y desarrollo, y por otro lado para mejorar la investigación propiamente tal.

La captación de recursos asociados a universidades nacionales es permanente entre los miembros titulares del centro, existen nexos y trabajos colaborativos con las Universidades de Tarapacá, Universidad Arturo Prat, Universidad de la Serena, P. U. Católica del Valparaíso, U. Federico Santa María, U de Chile, P. U. Católica de Chile, U. de Talca, U. de Concepción, U del Bio Bio, U San Sebastian, U. de La Frontera, U. Austral de Chile. A nivel internacional el Centro está conectado con Centros de investigación como INTA de Argentina, INIA de Uruguay, EMBRAPA de Brasil, BBA de Alemania, INRA de Francia, CABI de Inglaterra, USDA- EEUU, Organización Internacional de Control Biológico, Organización Internacional de Energía Atómica, PROCISUR, y las Universidades Washington State U., Rutgers U.(EEUU), U. de La República (Uruguay). (ver figuras N° 2 y 3)

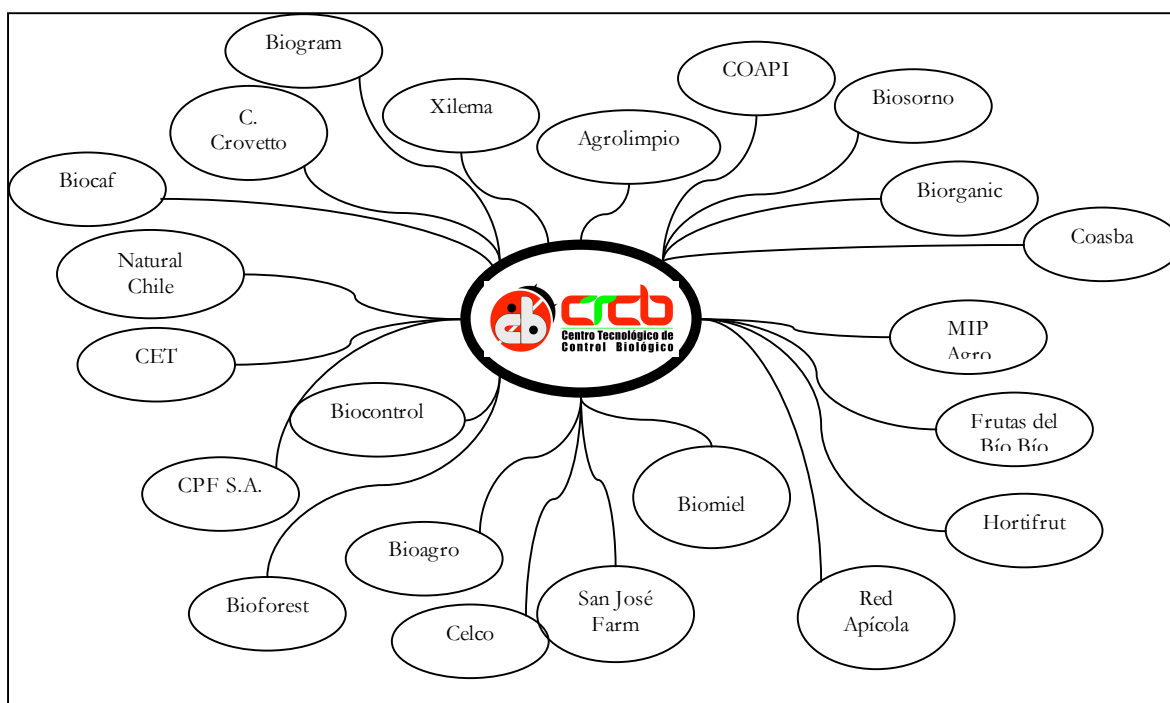
Figura N° 2: Redes de investigación y colaboración del CTCB



Al estar el Centro ubicado en una organización de investigación, no se tiene relación directa con la formación académica, a pesar de que investigadores están

vinculados al un programa de doctorado. Además, en el tema de control biológico se participa activamente dictando clases en facultades de agronomía de diferentes partes del país además de la realización de tesis de pre y post grado en un número superior a 15 tesis por año, por otra parte el Centro es visita permanente de alumnos de las universidades en sus giras técnicas además de recibir a numerosos alumnos en práctica cada año (más de 10 practicantes por año).

Figura N° 3: Redes empresariales de apoyo al CTCB.



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones: Se ha establecido el Centro Tecnológico de Control Biológico, como el referente en investigación y transferencia de tecnologías en el control de plagas y enfermedades silvoagropecuarias en Chile. Con él se ha alcanzado una buena experiencia de sinergia de trabajo entre un instituto de investigación, el sector público y el sector privado, lo que se ha traducido en una herramienta efectiva de desarrollo tecnológico y de apoyo al mercado a través de contratos de transferencia tecnológica y de desarrollo de redes de colaboración hacia instituciones de investigación y empresariales, de manera de crear una forma efectiva de trabajo.

Anexo N° 1: Comercialización de agentes de control en Chile:

Agente de control	Plaga
- <i>Trichoderma harzarium</i>	- Enfermedades
- <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	- Chanchitos Blancos
- <i>Trichogramma nerudai</i>	- Huevos de lepidópteros
- <i>Trichogramma cacociae</i>	- Huevos de lepidópteros
- <i>Trichogrammatoidea bactrae</i>	- Huevos de lepidópteros
- <i>Spalangia endius</i>	- Mosca Común
- <i>Muscidifurax raptor</i>	- Mosca Común
- <i>Encarsia</i> sp.	- Mosquita blanca
- <i>Eretmocerus corni</i>	- Mosquita blanca
- <i>Pseudaphycus flavidulus</i>	- Chanchitos Blancos
- <i>Sympherobius</i> sp	- Chanchitos Blancos
- <i>Rhizobius lophanthae</i>	- Escama roja de los citrus
- <i>Aphytis melinus</i>	- Escama roja de los citrus
- <i>Typhlodromus pyri</i>	- Ácaros
- <i>Oligota picmaea</i>	- Ácaros
- <i>Sthetorus histrio</i>	- Ácaros
- <i>Adalia bipunctata</i>	- Afidos
- <i>Neoseiulus californicus</i>	- Ácaros
- <i>Metarhizium anisopliae</i>	- Curculiónidos, G. blancos
- <i>Beauveria bassiana</i>	- Curculiónidos, G. blancos
- <i>Steirnerma</i> sp	- Curculionidos, G. Blancos
- <i>Bacillus thuringiensis</i>	- Lepidopteros