CONICYT
Ministerio de Educación

Gobierno de Chile

Regional
Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica

CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES

Avances y resultados de los Centros Regionales creados por CONICYT y los Gobiernos Regionales











Programa
Regional
CONICYT

CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES

Avances y resultados de los Centros Regionales creados por CONICYT y los Gobiernos Regionales

Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Regiones:
Avances y resultados de los Centros Regionales creados por CONICYT y los Gobiernos Regionales

Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)

Moneda 1375, Santiago de Chile
Teléfono (56 2) 2365 4400
www.conicyt.cl

Contenidos y edición: Ideaconsultora Ltda.
Diseño y diagramación: Job López
ISBN: 978-956-7524-20-4

Las fotografías utilizadas fueron proporcionadas por cada uno de los Centros Regionales.

Santiago de Chile
Junio de 2015

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: UNA OPCIÓN PARA EL TERRITORIO



Francisco Brieva Rodríguez
Presidente
CONICYT

Chile es un país territorialmente complejo, con quiebres geográficos bruscos según los puntos cardinales, sujeto a un proceso de evolución geológica y geofísica permanente, habitado heterogéneamente, producto de una historia social y económica que, a veces, parece cuestionar el buen sentido. Es, al mismo tiempo, una extensión generosa y diversa en oportunidades de todo tipo que bien podría sostener una sociedad más equitativa, sustentable e incluyente que la hoy observada.

El desierto, los valles de la zona central y la zona austral, extendidos a lo largo del océano, son fuentes de inspiración, de un relativo bienestar económico y de espacios por conquistar. Lamentablemente, no hemos estado a la altura del desafío. La generosidad territorial no ha sido equiparada por la inteligencia que el conocimiento provee, la acción intuitiva o el cultivo tradicional; no es aún superada por las opciones que la ciencia sugiere: la tecnología que simplifica sigue siendo más el espectador lejano que un aliado amistoso y cercano. Las razones son variopintas, pero dominadas por elementos comunes que incluyen una reducida conectividad social, escasa densidad de formación superior que limita procesos de innovación con base científico-tecnológica y una renuencia cultural a ser distintos.

Una manera de perturbar el desarrollo histórico nacional, caracterizado por una componente centralista dominante, fue el camino seguido por CONICYT cuando creó, a principios de este siglo, los primeros Centros Regionales de Investigación. Situados entre Arica y Magallanes, tuvieron el propósito de generar capacidades en ciencia, tecnología e innovación, con foco en problemas de interés local, a partir del trabajo colaborativo y con un financiamiento compartido de los gobiernos regionales y de CONICYT. A través de los años, estos centros han desarrollado capacidades y lideran su zona de influencia en temas como minería, recursos hídricos, antropología, turismo sustentable, alimentos, polímeros y ecosistemas subantárticos, solo por mencionar algunos. Así, se estableció un modelo que intenta encontrar las respuestas a las problemáticas propias de cada región.

Después de más de una década de funcionamiento, el concepto de Centro Regional de Investigación se ha ido refinando y perfeccionando. Existen casos de éxito notables, otras regiones con dificultades para depurar el impacto que la ciencia, la tecnología y la innovación tienen en su propio desarrollo. Hemos aprendido de las dificultades que se generan entre

los diferentes actores de las comunidades, de sus sensibilidades, de los reconocimientos esperados; hay temas relacionados con la infraestructura requerida para la operatividad de un centro; no está bien resuelta la cuestión de propiedad o control de este tipo de organización, que llega a perturbar el orden tradicional del medio, universidades o instituciones estatales ya establecidas. Afortunadamente, después de todo, temas cuya solución significará avanzar.

El financiamiento de largo plazo de los centros regionales es una conversación abierta. A la fecha, si se analiza el comportamiento de los recursos económicos que sostienen el funcionamiento de los centros, se observa que el origen dominante del financiamiento, mayor a un 90%, es identificable con fondos fiscales, ya sean regionales o centrales. Ello plantea la pregunta crucial sobre el nivel de autofinanciamiento, de existir o ser exigible, que sería adecuado.

Poca duda cabe de que la idea de fomento de la investigación a través de centros regionales, focalizados en demandas que el territorio establece -el problema regional- es una de las iniciativas interesantes que se realizan para descentralizar la labor científico-tecnológica en el país. Complementada con tareas de inserción de capital humano avanzado e incorporación a redes universitarias nacionales e internacionales, entre muchas otras, estamos en camino a dar forma a una nueva estrategia que permitirá capitalizar el territorio nacional y sus bondades para sostener las inquietudes y demandas de las generaciones futuras.

Hoy, este tema adquiere mayor relevancia en el contexto de la presentación del informe elaborado por la Comisión Presidencial "Ciencia para el Desarrollo de Chile". Esperamos que las acciones allí propuestas concedan mayores y mejores oportunidades para hacer una mejor ciencia y tecnología en cada rincón de la nación.

CIENCIA EN REGIONES: APRENDER DE LA EXPERIENCIA



Christian Nicolai
Director Ejecutivo
CONICYT

Nuestro país ha alcanzado un amplio consenso entre los diversos sectores, en el sentido de apoyar la investigación científica y tecnológica, como motor de su desarrollo económico y humano.

Desde esa perspectiva y con la lógica de dar vida a este propósito a lo largo de todo Chile, el Programa Regional de CONICYT ha trabajado en conjunto con los gobiernos regionales en la creación, continuidad y fortalecimiento de Centros de Investigación Científica y Tecnológica, cuyo modelo se configura de acuerdo a las necesidades y temáticas relevantes para cada región, experiencia que a través de este documento queremos exponer, dando cuenta del alcance de sus principales resultados.

Hoy existen 13 centros que reciben financiamiento y apoyo del Programa Regional, distribuidos en 11 regiones del país, de las cuales Valparaíso es la única que cuenta con tres centros. Se está avanzando en la creación de centros en tres regiones donde no existen, como es el caso de Atacama y de Los Ríos, y próximamente esperamos que también haya uno operando en la Región de Los Lagos.

Es importante señalar que, a esta fecha, seis de los centros regionales ya han cumplido sus primeros diez años de las etapas de Creación y Continuidad, y han iniciado un período de Fortalecimiento a la Continuidad, proceso que CONICYT ha decidido apoyar con financiamiento basal hasta por tres años adicionales. Una vez cumplido este período, nos enfrentaremos al desafío que nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de una política de apoyo financiero de largo plazo para los centros, que a la vez permita brindar seguridad laboral a los investigadores y al personal de apoyo que en ellos trabaja, estableciendo también bases sólidas para la creación de ciencia en y para las regiones.

Este reto lo enfrentaremos en 2016, con los centros CEAZA y CEQUA, que están *ad portas* de terminar el ciclo de tres años de financiamiento basal posteriores al año diez, y a continuación con otros cuatro centros que están iniciando ese mismo camino y requieren información acerca de sus proyecciones futuras. Dar sustentabilidad al modelo de los centros regionales es una necesidad imperiosa al día de hoy.

Complementariamente, también surge la oportunidad de crear nuevas cohortes de centros regionales dedicados a problemas locales específicos, los que tendrán la posibilidad de aprender de aquellos que han mostrado

mayores éxitos. Esto significa entregar una herramienta de mejoramiento continuo al sistema, cuando los nuevos centros se vayan nutriendo de la experiencia en gestión de aquellos otros que han crecido y que hoy son un importante aporte al desarrollo de sus regiones. En este sentido, los centros más antiguos, CEAZA, CEQUA y CGNA, representan un buen ejemplo. Este último resultó ganador del premio Avonni 2014 a la Innovación en la categoría de Recursos Naturales, por el desarrollo de la semilla Alu*Prot*-CGNA, cuyo nivel proteico, superior al de la soya, tiene un potencial de mercado insospechado, con un modelo de negocios también innovador, en que cooperativas de pequeños agricultores de La Araucanía fundaron la empresa NG-Seeds, beneficiándose directamente de la ciencia y la innovación.

No obstante lo anterior, el camino para lograr impacto económico y social a nivel regional a través de la ciencia no ha estado exento de problemas para los centros regionales; algunos proyectos quedaron en el camino; otros, como los mencionados, han logrado permanecer. ¿Cuál ha sido el elemento distintivo que determina su éxito? El factor común es que sus gobiernos regionales creyeron en ellos, manteniendo firme su financiamiento, sin esperar resultados "a la vuelta de la esquina", sino que comprendiendo los particulares ciclos de la investigación científica y el valor de pasar de un proyecto de ciencia aislado, a crear y apoyar una institución que perdure en el tiempo y que implemente la estrategia regional de innovación. Los gobiernos regionales que fueron constantes en el apoyo a los centros regionales hoy pueden palpar los frutos de la ciencia en el desarrollo sustentable de sus territorios. Es por ello que un compromiso de largo plazo entre los gobiernos regionales y los centros regionales de investigación es un aspecto fundamental de la base estructural que determinará el desarrollo descentralizado de la ciencia.

Los desafíos son muchos y desde el Programa Regional de CONICYT tenemos el espíritu y la voluntad de enfrentarlos: avanzar en el desarrollo de métricas para registrar y evaluar los logros, resultados e impactos de los centros; fortalecer la gestión de estos como cartera, pero además enfocar las iniciativas del Concurso Anual de Fortalecimiento en los aspectos más débiles de su operación; trabajar más cercanamente con los directorios de los centros y con los gobiernos regionales para definir una hoja de ruta de proyectos emblemáticos, solo por mencionar algunos.

Y aunque nos queda mucho por hacer, sentimos que hemos dado grandes e importantes pasos en esta aventura de los centros regionales, con resultados destacables, que hemos querido presentar con mayor detalle en este documento y poner a disposición de distintas comunidades de nuestro país. Les invitamos entonces a revisar su contenido y a conocer sus impactos y potencialidades.

EL ÁREA DE CENTROS DEL PROGRAMA REGIONAL DE CONICYT



Juan Paulo Vega Haristoy
Director
Programa Regional de CONICYT

El Programa Regional de CONICYT fue creado en el año 2000 en el marco de un acuerdo entre nuestra institución y la Subsecretaría de Desarrollo Regional del Ministerio de Interior (SUBDERE), con el objetivo de apoyar la descentralización de la ciencia y la tecnología a través de diferentes instrumentos.

En la perspectiva de crear nuevas capacidades de investigación, o de fortalecer las existentes, dirigidas a crear soluciones a problemas territoriales y aportar al desarrollo económico local, en 2001 se lanzó el primer concurso del instrumento Creación de Centros Regionales, que dio vida al Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto (CIHDE) y al Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (CEQUA), proyectos financiados a cinco años por CONICYT y los gobiernos regionales de Tarapacá y Magallanes, respectivamente[1].

Este instrumento ha tenido como principal objetivo expandir, desde una perspectiva geográfica e institucional, la distribución de los recursos humanos, financieros y materiales para la investigación y el desarrollo. Asimismo, la investigación abordada se ha encauzado hacia temas relevantes para el desarrollo de cada una de las regiones donde se establecen los centros.

A partir del segundo concurso, en 2002, instancia en la que se incorporó la posibilidad para los centros creados de optar a una prórroga de financiamiento por cinco años más como máximo, se adjudicaron los proyectos Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), en la Región de Coquimbo, y Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), en la Región del Biobío.

En 2004, en el marco de la tercera convocatoria a este concurso, se crearon el Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (CICITEM), el Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola (CGNA), el Centro de Investigación y Desarrollo CIEN Austral (no vigente en la actualidad como proyecto CONICYT) y el Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), ubicados en las regiones de Antofagasta, La Araucanía, Los Lagos y Aysén, respectivamente.

[1] Con la creación de la Región de Arica y Parinacota, en 2007, el CIHDE pasó a ser parte de ella. Posteriormente, en 2009, se puso en marcha en la Región de Tarapacá el Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH).

En 2006 se conformaron el Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables (CREAS), en Valparaíso; el Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable (CRIDESAT), en Atacama, y el Centro de Ingeniería para la Innovación (CIN) en Los Ríos (los dos últimos no vigentes en la actualidad como proyectos CONICYT). En 2009 se adjudicaron el Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos (CIDERH) en Tarapacá; el Centro de Estudios en Alimentos Procesados (CEAP) en El Maule; y el Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura (CEAF), en la Región de O'Higgins.

Por último, en 2011 se crearon el Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso (CERES) y el Centro de Investigación Turismo y Patrimonio (CITYP), por iniciativa del Gobierno Regional de Valparaíso, cuyo financiamiento basal proviene únicamente de la región y a los cuales CONICYT solo ha entregado soporte técnico y recursos concursables por medio de convocatorias anuales de proyectos de fortalecimiento de centros regionales.

A través de estos centros de investigación, en una mirada de mediano plazo, se esperaba estimular en regiones el desarrollo de disciplinas o áreas específicas con la finalidad de que se convirtiesen en referentes nacionales en el área temática de su competencia, además de fomentar la asociatividad de las universidades u otras instituciones de investigación ya instaladas en la región, para iniciar actividades conjuntas con los centros regionales y así alcanzar niveles de excelencia.

Estos han sido sin duda objetivos muy ambiciosos, considerando los recursos basales[2] contemplados inicialmente para financiar este tipo de centros de investigación. Por esta razón, el Programa Regional creó en 2006 el instrumento Fortalecimiento de Centros Regionales[3], que puso a disposición recursos específicos, orientados a la inversión en equipamiento científico, mejoramiento de la gestión y perfeccionamiento de los recursos humanos. Estos proyectos de fortalecimiento han sido financiados con recursos de CONICYT y, en menor medida, con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional (FIC Regional)[4].

Con el tiempo, nuestro programa ha ido perfeccionando sus iniciativas de fomento a la investigación regional. En 2012 se creó el instrumento Apoyo a la Continuidad (Fortalecimiento a la Continuidad, a partir de 2014) -con la participación de pares externos en la evaluación de las propuestas, lo que enriqueció notablemente el proceso-, cuya finalidad fue que los centros que cumplían diez años de funcionamiento efectivo pudieran postular a un financiamiento basal de CONICYT por tres años adicionales. La razón para ello fue que empíricamente se había observado que la autosustentabilidad financiera de los centros regionales no era del todo posible por sus particularidades en cuanto a tamaño y objetivos; además, se vislumbraban potenciales efectos adversos -en términos de credibilidad- en el contexto de la región si, impulsados por la necesidad de financiarse, los centros se hubieran visto empujados a privilegiar un

[2] Estos no contemplaban la inversión en infraestructura propia para los centros.

[3] En el período 2001-2014, el Programa Regional entregó a los centros regionales, a través de este instrumento, alrededor de 3.500 millones de pesos.

[4] A partir de 2008, el Programa Regional administra recursos FIC entregados por las regiones para financiar proyectos de investigación y desarrollo.

giro hacia un foco exclusivo de posición competitiva en el mercado, sin tener mayores incentivos para la creación de "bienes públicos"[5].

Actualmente existen 13 centros regionales. Seis de ellos han cumplido los primeros diez años de las etapas de Creación y Continuidad, y han iniciado un período de Fortalecimiento a la Continuidad, etapa en la que CONICYT ha decidido mantener su apoyo financiero basal por hasta tres años adicionales. Con respecto a los otros siete centros, cinco se encuentran en distintos momentos de su período de Continuidad y dos recién en el último tercio de su período de Creación.

La situación descrita permite ser optimistas respecto de las proyecciones futuras de una iniciativa que, propiciada por CONICYT, ha logrado importantes progresos en el ámbito de la investigación científica que se realiza en cada una de las regiones de Chile.

[5] Definidos como aquellos que son rentables desde un punto de vista social (del sistema como un todo); dado que no todos sus beneficios son internalizados por el sector privado, este no tiene incentivos para proveerlos.

FUENTES DE DATOS Y PRECISIONES DE CONCEPTOS UTILIZADOS EN LAS SECCIONES SOBRE CONTEXTO REGIONAL

PIB regional (2013): cifras del Banco Central, en pesos encadenados (referencia 2008). El porcentaje que el PIB regional representa en el total nacional está calculado respecto del subtotal regionalizado del PIB nacional.

Principales sectores según aporte al PIB regional (2012): cifras del Banco Central. Porcentajes calculados sobre la base de pesos encadenados (referencia 2008).

Tejido empresarial (2013): cifras del Servicio de Impuestos Internos. Microempresas son aquellas con ventas anuales hasta 2.400 UF (categorías que el SII define como Micro 1, Micro 2 y Micro 3).

Exportaciones (2013): Instituto Nacional de Estadísticas, sobre la base de información del Servicio Nacional de Aduanas (en dólares corrientes).

Entidades de educación superior (2015): datos del Servicio de Información de Educación Superior (SIES) del Ministerio de Educación. Los datos sobre oferta de programas de postgrado (2014) están desagregados por áreas según la clasificación de la OCDE (las áreas son: agricultura; ciencias; ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho; educación; humanidades y artes; ingeniería, industria y construcción; salud y servicios sociales; y servicios).

Índice de competitividad regional (ICORE) 2012: elaborado por el Centro de Estudios en Economía y Negocios de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad del Desarrollo. Se compone de 7 dimensiones que agrupan un total de 65 variables cuantitativas, obtenidas a través de datos administrativos provistos por instituciones públicas y privadas. Como resultado del procesamiento de los datos, el índice final de cada región es un valor ubicado entre 0 y 1.

Innovación en la empresa (2011-2012): cifras de la Octava Encuesta de Innovación en la Empresa 2011-2012 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). La encuesta es de corte transversal, tomando los años 2011 y 2012, y es representativa a nivel nacional por sector económico (13 sectores), por región, por tamaño de empresa y cruce sector/tamaño de empresa. La población objetivo son las empresas con un nivel de ventas anuales superior a 2.400 UF (se excluyen las microempresas). La tasa de innovación corresponde al porcentaje de las empresas que realizan algún tipo de innovación.

Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012): datos de SCImago Journal and Country Rank (fuente de datos: Scopus), citado en Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Programa de Información Científica (2014), *Principales Indicadores Cienciométricos de la Actividad Científica Chilena 2012; Informe 2014: una mirada a 10 años* (Madrid-Valparaíso). El número de **artículos publicados** se refiere al conjunto de documentos pertinentes a una determinada unidad de análisis (institución, región, sector o país); la **colaboración internacional** corresponde al porcentaje de documentos firmados por autores correspondientes a más de un país; el **impacto normalizado** es un índice que compara el número medio de citas recibidas por los documentos publicados con el número de citas recibidas por la producción científica mundial en el mismo período (un valor sobre 1 indica un impacto normalizado superior a la media mundial); el **impacto normalizado liderado** es el mismo índice anterior, calculado solo respecto del total de la producción liderada por la unidad de análisis.

ÍNDICE



Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto 12



Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos 20



Centro de Investigación Científico y Tecnológico para la Minería 28



Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas 36



Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables 44



Centro de Innovación Hortofrutícola para el Desarrollo Regional de Valparaíso 52



Centro de Investigación en Turismo y Patrimonio de la Región de Valparaíso 60



Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura 68



Centro de Estudios en Alimentos Procesados 76



Centro de Investigación de Polímeros Avanzados 84



Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola 92



Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia 100



Centro de Estudios del Cuaternario, Fuego-Patagonia y Antártica 108



CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL HOMBRE EN EL DESIERTO
CIHDE

REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

www.cihde.cl - cihdesec@cihde.cl - (56-58) 2261371

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 701.459 (0,7% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Servicios personales (17,2%), industria manufacturera (15,9%), administración pública (15,3%), comercio, restaurantes y hoteles (13%), transporte y comunicaciones (9,3%) y minería (7,6%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 14.207 empresas, en que laboran 50.566 trabajadores. Un 76,5% son microempresas, que concentran al 12,9% de los trabajadores. Después del comercio y el transporte, destacan las empresas del sector silvoagropecuario, que son el 10,1% del total (4,1% de los trabajadores) y de la manufactura no metálica, que son el 4,7% (12,6% de los trabajadores).
Exportaciones (2013)	MMUS$ 225,6 (0,3% del total nacional). La industria origina el 72,4%, incluido un 32,5% que proviene de la industria de productos químicos básicos y un 26,6% de la industria de alimentos. La minería distinta del cobre y el hierro aporta el 11,7%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 6 universidades, incluida la Universidad de Tarapacá, que tiene su sede central en la región. La oferta regional de postgrados en 2014 fue de 4 programas de doctorado y 41 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (16), ciencias (8) y educación (8).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 14 del país (índice de 0,276). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 3.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 22,9%, cercana a la tasa nacional (23,7%). También la tasa de innovación tecnológica (18,2%) es similar a la del país (18,8%), pero la de innovación no tecnológica (8,9%) es bastante menor a la nacional (16,4%).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 800 artículos (1,3% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa promedio de 8,3% en ese período. La proporción de colaboración internacional fue de 52,4% (coincidiendo con la del país). El impacto normalizado de la producción es de 0,67 y disminuye a 0,52 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia de Desarrollo Regional (2009)*, se plantea una misión de la región que incluye, entre otros rasgos, el adelanto científico-tecnológico, el realce de la historia y la diversidad cultural, y el fomento del desarrollo económico con énfasis en la infraestructura productiva orientada al uso racional de sus recursos hídricos y solar, apoyando en particular el turismo, la agricultura y los servicios. Entre los objetivos definidos, se incluyen la protección de la caracterización cultural de la comunidad, respetando la diversidad étnica y sus señas de identidad histórica; el fortalecimiento de los sectores tradicionales que estén en condiciones de modernizar su gestión e insertarse en nuevos mercados (turismo, actividad agropecuaria y pesquera, entre otros); el potenciamiento de los sectores emergentes que proyecten consolidarse como alternativas de crecimiento futuro (recursos hídricos y energéticos, iniciativas agropecuarias que integren tecnología e innovación, productos de origen precordillerano y del altiplano, e impulso a la actividad minera y los recursos acuícolas); y el posicionamiento de la producción de ciencia, tecnología e innovación como factor primordial del desarrollo regional.

En la *Estrategia Regional de Innovación 2012-2016* se plantea un conjunto de nueve ejes temáticos: agricultura tecnificada, turismo de intereses especiales, logística y servicios industriales especializados, minería y proveedores tecnificados, prospección y transformación de recursos pesqueros y acuícolas, desarrollo y transformación de recursos pecuarios (camélidos y ovinos), soluciones basadas en energía solar y otras energías renovables, servicios y tecnologías para la gestión eficiente del recurso hídrico y capital emprendedor.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL HOMBRE EN EL DESIERTO (CIHDE)

El CIHDE se creó en 2002. En 2004 se constituyó como Corporación Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico del Hombre en el Desierto (CODECITE), entidad que desde 2013 -debido a la creación en 2007 de la Región de Arica y Parinacota- quedó constituida por la Universidad de Tarapacá (UTA) y CONICYT, en tanto que se gestiona la incorporación del Gobierno Regional. Su director ejecutivo es Elías Lafertte Montoya.

El Centro es una entidad dedicada a la investigación científica y tecnológica y a la transferencia de conocimientos sobre recursos patrimoniales y naturales, temáticas relevantes para el desarrollo estratégico regional, considerando las condiciones de extrema aridez que caracterizan el paisaje y la vida en la región, poniendo a disposición recursos humanos altamente calificados, con miras a aportar al desarrollo cultural de la humanidad, desde una perspectiva regional. Como visión, el CIHDE se ha planteado ser un referente de investigación científica y tecnológica que contribuirá al mejoramiento de los recursos patrimoniales y naturales de la Región de Arica y Parinacota.

OBJETIVOS

El CIHDE tiene por objetivo el fomento de la investigación científica y tecnológica y su transferencia, orientada al estudio de la interacción del hombre con el ambiente desértico, con un enfoque multidisciplinario, que compatibilice la formación de alto nivel, el mejoramiento de la producción e investigación científica y tecnológica, y la difusión de estos conocimientos como aporte al desarrollo económico y social regional, así como la diversificación de la base productiva mediante formas de economía sustentable, potenciando a los sectores agropecuario y turístico, aumentando la eficiencia en el uso de los recursos hídricos y favoreciendo el desarrollo de la actividad turística.

Para ello, hasta 2014 el Centro trabajó en las líneas de investigación de arqueología y antropología; genética humana y biomedicina; y recursos naturales. En 2015, el CIHDE inició una nueva etapa y reorientó el enfoque de su trabajo, centrándolo en la investigación aplicada y la solución a los problemas locales, a través de dos líneas: cultura, sociedad e identidad regional; y agricultura andina y etnobotánica (que se describen más adelante).

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

ARQUEOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA

Objetivo: el estudio de las poblaciones prehispánicas que habitaron el desierto de Atacama, incluyendo sus modos de vida, su cultura material e invención. Adicionalmente, se investiga la interacción de estas poblaciones con su ambiente incluyendo estudios paleoclimatológicos, que ayudan a comprender la adaptación humana a ambientes extremos.

Equipo técnico: Calogero Santoro (Dr., coordinador de la línea, UTA/CIHDE). Investigador contratado por el CIHDE: Thibault Saintenoy (Dr.). Investigadora de la institución socia: Eugenia Gayó (Dra., UTA). Apoyo a la investigación (CIHDE): Daniela Osorio (Lic.) y Paula Ugalde (Lic.).

GENÉTICA HUMANA Y BIOMEDICINA

Objetivo: el estudio de la composición genética de poblaciones humanas de la Región de Arica y Parinacota para comprender sus orígenes y efectos en su estilo de vida; y el estudio de plantas endémicas de la región con potencial uso como alimentos funcionales o para la creación de nuevos fármacos.

Equipo técnico: Francisco Rothhammer (Dr., coordinador de la línea, UTA). Investigador contratado por el CIHDE: Carlos Echiburú (Dr.). Apoyo a la investigación (CIHDE): Felipe Figueroa (Lic.), Francisca Álvarez, Macarena Fuentes e Iván Pulgar.

RECURSOS NATURALES

Objetivo: el estudio, monitoreo, distribución y dinámica de elementos químicos en los ambientes del desierto y sus componentes, tales como recursos hídricos, marinos y edafológicos; la línea aborda también el desafío de proveer soluciones tecnológicas, con aprovechamiento de las energías renovables (especialmente la solar), que permitan proyectar el desarrollo económico de la zona.

Equipo técnico: Lorena Cornejo (Dra., coordinadora de la línea, UTA). Investigador contratado por el CIHDE: Juan Mancilla (Dr.). Apoyo a la investigación (CIHDE): Jorge Acarapi (M. Sc.), María Arenas (Lic.), Hugo Lienqueo (Lic.), Israel Valenzuela (Lic.) y Patricia Vilca (Lic.).

En 2015, el Centro reorientó su trabajo, organizándolo en torno a dos líneas de investigación. En la línea de cultura, sociedad e identidad regional, se abordarán investigaciones multidisciplinarias tendientes a explicar las dinámicas culturales que forjaron la identidad regional de Arica y Parinacota, para poner la ciencia al servicio de los intereses sociales y culturales de la región. Esta línea desarrollará investigaciones y acciones socioculturales que se traduzcan en la valorización de la diversidad cultural como elemento central de la identidad regional. La línea está a cargo del investigador Thibault Saintenoy (Dr.)

En la línea de agricultura andina y etnobotánica, se investigará la flora propia de la región, con el fin de poner en valor este recurso, potenciando el desarrollo económico y social de las comunidades locales. Este proceso se llevará a cabo de forma participativa mediante el trabajo integrado con las comunidades, asegurando la sustentabilidad del desarrollo de las propuestas. Así, se busca aprovechar las características de laboratorio natural de la región y la gran biodiversidad de su flora, adaptada a condiciones ambientales extremas, así como su potencial de aplicación en medicina preventiva, probado por la medicina tradicional indígena que es parte del acervo etnobotánico regional. El equipo de esta línea lo integran los investigadores Carlos Echiburú (Dr.), Nandy López (Dra.) y Patricia Acosta (M. Sc.), con el apoyo de Felipe Figueroa (Lic.) y Francisca Álvarez.

[2] La información sobre las tres líneas de investigación que se describen en primer lugar corresponde al período hasta 2014; posteriormente se describen las dos líneas en que el Centro trabaja desde 2015.

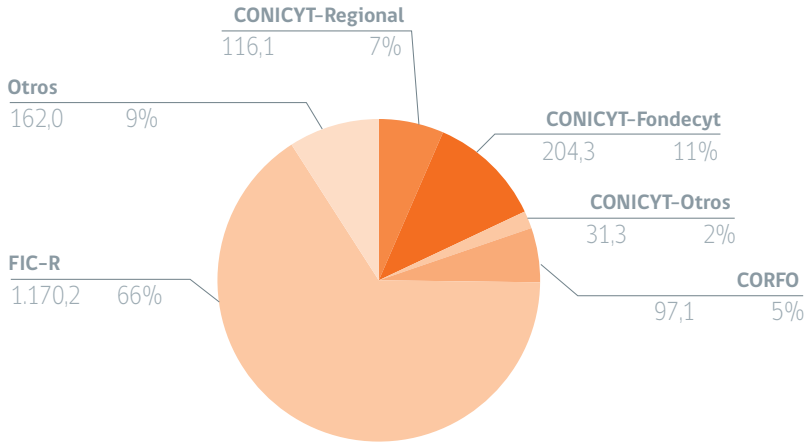


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	814,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Arica y Parinacota**		----
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	1.781,0

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2018.
** El Centro fue puesto en marcha en 2002, antes de la creación de la Región de Arica y Parinacota (2007).

CIHDE: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CIHDE y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CIHDE ENTRE 2011 Y 2014

Por medio de la investigación científica y la transferencia de resultados a la comunidad, el CIHDE ha buscado contribuir al bienestar social, la calidad de vida y el desarrollo territorial sustentable en regiones hiperáridas del mundo, como el desierto de Atacama, generando conocimiento sobre sus condiciones ambientales, sus recursos naturales y la interacción y evolución cultural y biológica de las poblaciones humanas y su entorno.

En el laboratorio natural representado por el territorio más árido del mundo (marco natural que permite proyectar el avance de los procesos de desertificación en el resto de los continentes), el Centro realizó en el período 2011-2014 ciencia básica y aplicada para contribuir a conocer los factores y mecanismos mediante los cuales las especies biológicas han logrado adaptarse y sobrevivir en estas zonas caracterizadas por condiciones ambientales extremas. Para ello, llevó adelante estudios sobre el desierto y sus habitantes desde distintas disciplinas, arqueología, antropología, genética, biomedicina, ciencias ambientales, ecología y química, entre otras. El área de arqueología y antropología, en particular, desarrolló estudios sobre las poblaciones prehispánicas que habitaron el desierto de Atacama, sus modos de vida, cultura material e invenciones, así como sobre la interacción de estas poblaciones con su ambiente, incluyendo estudios paleoclimatológicos que contribuyen a la comprensión de la adaptación humana a ambientes extremos.

Así, mediante sus diversas líneas de trabajo (vigentes hasta 2014 o iniciadas en 2015), el CIHDE realiza investigación interdisciplinaria que se ha traducido en la adjudicación y ejecución de proyectos de investigación científica, en las áreas de arqueología, recursos hídricos, energía solar, acuicultura y biomedicina, entre otras, así como publicaciones científicas y participación en eventos de difusión científica (congresos y seminarios de especialidad). El Centro realiza también perfeccionamiento y trabajo de campo (especialmente en zonas rurales), se vincula con el sector productivo por medio de proyectos de interés comunal y participa en comisiones y mesas públicas.

[3] En pesos corrientes de cada año.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CIHDE se enmarca claramente en las políticas regionales de Arica y Parinacota, ya que busca aportar a la valorización del patrimonio histórico y la diversidad cultural de la región, como un elemento central de construcción de su identidad e impulso de su desarrollo. Asimismo, como resultado del trabajo de sus diversas líneas de investigación, contribuye a poner a disposición de la región conocimientos y tecnologías que apoyan el desarrollo productivo de sectores prioritarios para el desarrollo regional, como la agricultura y la actividad pesquera, el turismo, las energías renovables y el aprovechamiento de los recursos hídricos, entre otros. Así, pone la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio de un desarrollo regional con clara identidad cultural, valorando y aprovechando los valiosos recursos del territorio en que se inserta.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CIHDE contó, hasta diciembre de 2014, con un equipo de investigación de 18 personas, incluidos 8 investigadores (7 con grado de doctor)[4]. De ese total, 5 conformaron la línea de arqueología y antropología, 6 la línea de genética humana y biomedicina, y 7 la línea de recursos naturales. A ellos se suma un equipo de gestión y administración de 7 personas.

Equipo técnico a diciembre 2014	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	3	4	7
Investigadores con grado de magíster	1	0	1
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	10	0	10
Total	14	4	18

Su oficina central se encuentra en el Campus Velásquez de la Universidad de Tarapacá, en Arica, donde las distintas líneas cuentan con laboratorios especializados, que permiten realizar análisis de muestras de agua, suelos y vegetales, así como análisis de muestras arqueológicas y materiales paleoecológicos, entre otros. La línea de genética humana y biomedicina implementó un laboratorio biotecnológico, que permite realizar estudios proteicos, de expresión genética, cultivo celular, análisis celular, genético y proteómico y obtención de extractos vegetales, entre otros.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CIHDE tiene convenios de colaboración científica con un conjunto de entidades de Chile y el extranjero. En el ámbito internacional, ha formalizado convenios con el Centro de Instrumentación de la Universidad de Coimbra (Portugal), para la investigación en técnicas no destructivas de rayos X; el Centro Australiano para el ADN Antiguo, de la Universidad de Adelaida, para ejecutar investigación conjunta sobre la variación de ADN antiguo en muestras humanas prehistóricas (desde el sitio arqueológico Pica 8) y con Axon, Innovación Social (España), en materia de investigación y transferencia de conocimientos y desarrollo local y regional; asimismo, para la colaboración en áreas de interés común y el intercambio de conocimientos, tiene convenios con la Facultad de Arte y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Australia, la Universidad de Flinders (Australia) y el Centro de Física Atómica de la Universidad de Lisboa (Portugal).

En el desarrollo de proyectos, el Centro trabaja en colaboración con entidades como la Universidad de Rennes (Francia) (proyecto ECOS-CONICYT), en un estudio sobre los primeros poblamientos humanos del desierto de Atacama a través de análisis arqueométricos; y la Plataforma Solar de Almería (España), perteneciente al Centro de Investigaciones

[4] El listado de investigadores del Centro (en 2015) se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.





Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el mayor centro de investigación y desarrollo de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración, con la que ejecuta dos proyectos sobre radiación solar. También tiene una alianza con el Centro de Farmacognosia y Fitoterapia (University College of London, Reino Unido), para el desarrollo de proyectos, estadías y publicaciones conjuntas, y con la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Perú), para formación de capital humano y postulación de proyectos de tipo epidemiológico, en la línea de genética y biomedicina.

En el país, tiene convenios de trabajo con el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, el Consejo Regional de la Cultura y las Artes, el Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas (CEAZA) y Novasur del Consejo Nacional de Televisión. También colabora, entre otras entidades, con la Pontificia Universidad Católica de Chile, en proyectos de la línea de arqueología y antropología; y con Solar Energy Research Center (SERC-Chile), en investigación sobre energía solar.

Vinculación con el medio

El Centro ha mantenido una estrecha vinculación con el medio productivo regional, principalmente a través de la prestación de servicios y asesorías a empresas sanitarias, mineras, de alimentos y otras; y del desarrollo de proyectos conjuntos, con empresas chilenas y extranjeras de los sectores de minería, energía y procesamiento de materias primas vegetales para la elaboración de alimentos y fitofármacos, entre otras, en este último caso en una iniciativa en que también participan productores agrícolas.

Ha prestado apoyo al sector de la pesca artesanal (comuna de Camarones) para el mejoramiento productivo mediante la desalinización térmica de agua de mar (con una planta operada con energía solar y fotovoltaica), para mejorar las condiciones operativas y sanitarias de la actividad postextractiva, apoyando así el escalamiento comercial de los pescadores artesanales.

Entre las entidades públicas, colabora con la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), para la potencial creación de un área de desarrollo indígena. También mantiene una activa presencia en la comunidad regional, en especial en el sector escolar y de educación superior, por medio de actividades destinadas a sensibilizar sobre el valor del patrimonio cultural y natural, en temas como interculturalidad, turismo intercultural y colonización temprana del territorio, así como en la capacitación en temas de emprendimiento.





RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Buscando poner en valor el patrimonio cultural y la condición de laboratorio natural de Arica y Parinacota, el CIHDE desarrolla investigación y tecnologías para conocer el pasado y proyectar la región hacia el futuro. A sus investigaciones sobre los primeros poblamientos de la región y el continente, se suman estudios sobre el potencial de la energía solar y el uso medicinal de las especies vegetales, así como tecnologías para el aprovechamiento del agua en la actividad pesquera postextractiva, para apoyar el desarrollo productivo y fortalecer la identidad regional.

En la línea de arqueología y antropología, destaca la investigación de los primeros poblamientos humanos en el desierto de Atacama, con el objetivo de caracterizar el movimiento y asentamiento humano en uno de los ambientes más áridos del planeta y comprender los procesos de exploración y adaptación



humana. Destaca en este campo un proyecto Fondecyt sobre la evolución del paisaje en la hiperárida zona de Atacama durante la transición entre los períodos Pleistoceno y Holoceno, un estudio que ha dado origen a artículos científicos de gran relevancia e impacto, nacional e internacional, con participación de prácticamente todos los investigadores de la línea, en torno a los primeros seres humanos que poblaron el desierto de Atacama, hace 13.000 años.

A ello se suma, como uno de los principales logros del CIHDE, el descubrimiento de evidencias de conservación de hace 12.000 años, a partir de restos muy fragmentarios en la Quebrada Maní 12, un hallazgo de gran interés para la comunidad científica.

También destaca la participación del Centro en el programa de investigación "Altos de Arica", una iniciativa desarrollada por un equipo internacional de arqueólogos, geógrafos y antropólogos, en conjunto con la UTA, el Laboratorio Arqueología de las Américas (ARCHAM) del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia y el Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA), con financiamiento de CONICYT y el Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia. El programa busca documentar la historia de la sierra de Arica a partir del estudio de sus huellas arqueológicas. Para ello, un equipo internacional desarrolla una metodología interdisciplinaria con un enfoque multiescalar conjugando prospecciones y excavaciones en terreno, análisis arqueométricos de artefactos y análisis territoriales con base en tecnologías geomáticas de punta.

En la línea de genética humana y biomedicina, ha sido relevante la participación del Centro en el "Consorcio para el análisis de la diversidad y evolución de Latinoamérica", un consorcio multidisciplinario internacional que integra a especialistas en la diversidad biológica de los pueblos latinoamericanos y su entorno sociocultural. Su investigación actual se centra en poblaciones urbanas de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú, y busca poner a prueba una serie de hipótesis relevantes para la antropología y la investigación biológica y médica, como la relación entre la autopercepción de la identidad y el aspecto físico externo, la ancestralidad genética y el ambiente sociocultural.

En un área más reciente, se realizan estudios para identificar y conocer las características de la flora nativa de la región, en cuanto a sus compuestos funcionales y medicinales, cuyo aprovechamiento representa una valiosa oportunidad de desarrollo productivo. En particular, se lleva adelante un proyecto tendiente a analizar un amplio espectro de compuestos fitoquímicos presentes en especies vegetales, que pueden incorporarse como alimentos funcionales o medicinales. Se trata de una iniciativa innovadora de empaquetamiento tecnológico, en conjunto con empresas procesadoras nacionales y extranjeras y agricultores de las comunidades de Socoroma y Belén (comuna de Putre), entre otras, que puede conducir en el corto plazo a un encadenamiento productivo de sello local que involucra a las etnias originarias en un proceso con alta incorporación de tecnología.

En la línea de recursos naturales, el trabajo se concentra en gran medida en el ámbito de la energía solar. Un logro destacado fue el desarrollo del proyecto "Construcción de un mapa solar para la Región de Arica y Parinacota: caracterización y medición de la radiación solar por imágenes satelitales con miras a la innovación y desarrollo regional a través de la aplicación de la energía termosolar en Chile". La iniciativa permitió comprobar que la región posee uno de los mejores niveles de radiación solar en el mundo y que este enorme potencial para la generación de energía, mediante inversiones en este campo, representa una gran oportunidad de desarrollo económico para la zona. Al mismo tiempo, el proyecto ha contribuido a posicionar a la región como un actor relevante en el manejo y futura aplicación de las energías renovables a nivel regional y latinoamericano.

Entre 2011 y 2014, el equipo del CIHDE desarrolló un total de 34 proyectos[5]. En ese período, sus investigadores publicaron 43 artículos científicos (ISI), en revistas con un índice de impacto promedio de 3,134. Asimismo, elaboraron 69 trabajos científicos, que fueron presentados en 47 congresos. En el marco de las líneas de investigación del Centro, se apoyó también el desarrollo de 8 tesis de doctorado, 15 tesis de magíster y de 17 tesis de pregrado.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	6	7	10	20	43
Índice de impacto	0,781	6,522	0,974	3,733	3,134
Publicaciones no ISI	0	0	11	1	12
Número de trabajos presentados en congresos científicos	7	10	25	27	69
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	4	8	17	18	47
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	0	4	14	11	23
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	0	4	8	8	17

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



En su laboratorio, dotado de moderna tecnología para realizar I+D, el CIHDE estudia actualmente las propiedades nutricionales y medicinales de los recursos vegetales nativos de la Región de Arica y Parinacota, con miras a la agregación de valor.



A través de tres estaciones de medición en distintas cotas, el proyecto Mapa Solar permitió medir el nivel de radiación de la región y comprobar que es uno de los mejores del mundo, comparable al de lugares como el desierto de Nuevo México, España o Arabia Saudita.

[5] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RECURSOS HÍDRICOS **CIDERH**

REGIÓN DE TARAPACÁ

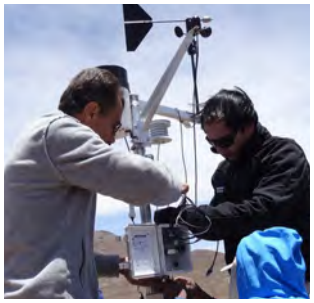
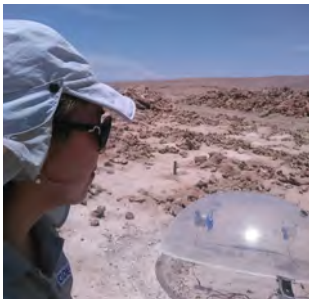
www.ciderh.cl – contacto@ciderh.cl – (56-57) 2530800

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 2.785.773 (2,7% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (38,5%), comercio, restaurantes y hoteles (17,9%), construcción (12,7%) y servicios personales (8,1%).
Tejido empresarial (2013)	En la región existen 18.155 empresas, en las que laboran 97.438 trabajadores dependientes. Un 67,6% son microempresas, donde se desempeñan el 9,0% de los trabajadores. Las empresas del sector silvoagropecuario corresponden al 0,9% del total y el 0,2% de los trabajadores, en tanto que las de pesca suman el 0,1% y el 0,3%, respectivamente.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 3.740 (4,9% del total nacional).La minería origina el 92,4% del valor de las exportaciones regionales, incluyendo un 81% correspondiente a la minería de cobre y hierro. La industria genera el 6,9% y la industria de alimentos, en particular, el 4,9%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región tienen actividad 6 universidades, incluida la Universidad Arturo Prat, que tiene su sede central en la región. En 2014, la oferta de postgrados fue de 2 programas de doctorado y 26 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (14) y educación (6).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 5 del país (índice de 0,439). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" se ubica en el lugar 12.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 22,0% (frente a un 23,7% nacional). La tasa de innovación tecnológica (21,1%) es algo superior a la nacional (18,8%), pero la tasa de innovación no tecnológica (8,1%) es bastante inferior a la del país (16,4%).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 337 artículos (0,5% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa promedio de 3,3% en ese período. La proporción de colaboración internacional fue de 46,0% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción regional es de 0,71 y disminuye a 0,43 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.


ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo 2011-2020*, se plantea la aspiración de la región a consolidar sus áreas productivas estratégicas -industrias proveedoras de la minería, pesqueras y acuícolas, logísticas, comerciales, turísticas y agrícolas autosustentables-, a través de su integración mediante un encadenamiento productivo regional competitivo. También se señala la aspiración de la región a estar dotada de una plataforma de infraestructura y servicios con competitividad internacional y con disponibilidad de fuentes alternativas de energía y recursos hídricos.

En la *Estrategia Regional de Innovación de Tarapacá 2012-2018*, se plantea como misión desarrollar en la región "una economía global, innovadora y sustentable basada en el conocimiento, mejorando sus capacidades de innovación y fortaleciendo la cooperación entre los agentes del sistema, a fin de incrementar la competitividad de la región y mejorar la calidad de vida de sus habitantes". Se destacan un conjunto de sectores considerados prioritarios o estratégicos, entre los cuales se incluye la agricultura del desierto, sumando también los recursos hídricos y la acuicultura.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RECURSOS HÍDRICOS (CIDERH)

El CIDERH se creó a fines de 2009. Actualmente está integrado por el Gobierno Regional de Tarapacá, la Universidad Arturo Prat (UNAP) y la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI). Mientras se establece la personería jurídica, la UNAP actúa como entidad responsable. En 2015, su director es Jorge Olave (interino).

El Centro trabaja con la misión de generar y difundir conocimiento científico sobre los recursos hídricos en zonas áridas, a través de un equipo multidisciplinario de investigadores, vinculado a redes nacionales e internacionales. El CIDERH aspira, como visión, a ser un centro de investigación de referencia a nivel regional, nacional e internacional en gestión sustentable y eficiente de los recursos hídricos en zonas áridas.

OBJETIVOS

El objetivo del Centro es desarrollar investigación en gestión de los recursos hídricos en zonas áridas para apoyar la toma de decisiones en políticas públicas y asesorar técnicamente a actores regionales en la toma de decisiones en materia de la gestión de los recursos hídricos y de la implementación de proyectos relacionados con el recurso hídrico. El Centro busca, por una parte, estudiar los componentes que definen la dinámica del ciclo hidrológico, caracterizar el comportamiento de los recursos hídricos subterráneos y describir las características físico-químicas, bacteriológicas e isotópicas de los recursos hídricos en zonas áridas; y, por otra parte, aumentar la disponibilidad de agua de calidad en la región, desarrollando herramientas tecnológicas que permitan tener una mayor cantidad de recursos hídricos aprovechables desde fuentes convencionales y no convencionales para diversificar la matriz de agua.

Para ello, el Centro trabaja en las líneas de investigación de gestión integrada del recurso hídrico e innovación tecnológica en sistemas acuosos.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO
Objetivo: contribuir al mejor conocimiento y a una gestión integrada de los recursos hídricos de la Región de Tarapacá.
Equipo técnico: Sonia Amaro (Dra., coordinadora de la línea, CIDERH). Investigadora de la universidad socia: Venecia Herrera (Dra., UNAP). Apoyo a la investigación: José Miguel Aguilera (Lic.), Fernando Arancibia (Lic.) y Jazna Rodríguez.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN SISTEMAS ACUOSOS
Objetivo: aumentar la oferta de agua de calidad a partir de la reutilización y de fuentes naturales.
Equipo técnico: Jorge Olave (Dr., coordinador de la línea, UNAP). Investigadora contratada por el CIDERH: Betzabé Torres (Dra.). Apoyo a la investigación: Wladimir Chávez (Lic.) y Óscar González (Lic.).

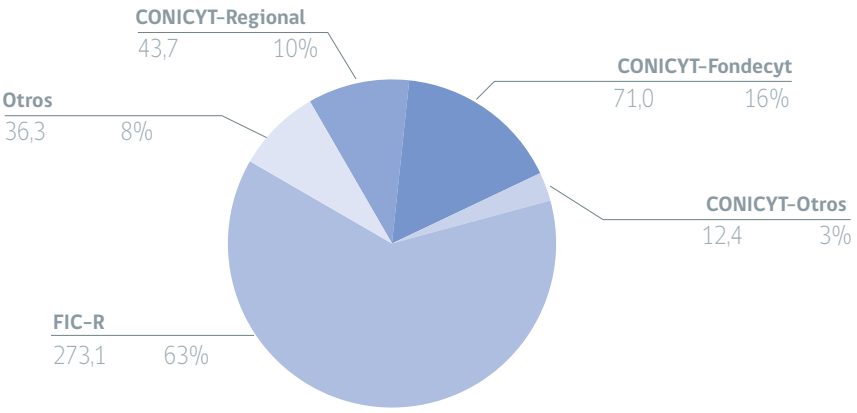
[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011-2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT *	MM$ 740,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Tarapacá	MM$ 747,7
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$ 436,5

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2019.

CIDERH: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011-2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CIDERH y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CIDERH

En la línea de gestión integrada del recurso hídrico, el CIDERH trabaja para generar conocimiento sobre las características de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en zonas áridas, como base para una gestión integrada y sostenible. Desarrolla su investigación en las áreas de hidrogeología, hidrología, hidrogeoquímica, química analítica ambiental, gestión integrada del recurso hídrico, clima y geografía.

En el ámbito científico-tecnológico, la línea busca principalmente estudiar los componentes que definen la dinámica del ciclo hidrológico en zonas áridas y semiáridas; caracterizar el comportamiento de los recursos hídricos subterráneos y generar conocimiento sobre las características físico-químicas, isotópicas y bacteriológicas de los recursos hídricos, en estas mismas zonas.

En la línea de innovación tecnológica en sistemas acuosos, el trabajo del Centro se orienta a realizar investigación avanzada y aplicada con el propósito de aumentar la oferta de agua de calidad a partir de la reutilización y de fuentes naturales. Esta investigación se desarrolla en las áreas de tecnologías de remoción de contaminantes en aguas naturales y residuales, eficiencia hídrica, tecnología medioambiental, agricultura, industria, minería y población.

En el ámbito científico-tecnológico, se busca en esta línea estudiar tecnologías innovativas para el tratamiento y adecuación de aguas provenientes de fuentes naturales a fin de obtener distintas calidades según el uso requerido; evaluar alternativas de tratamiento de aguas residuales aplicables a comunidades urbanas y rurales e industrias, para disminuir las descargas al medio ambiente y promover estrategias de reúso; y adaptar, innovar y aplicar

[3] En pesos corrientes de cada año.

tecnologías innovadoras para incrementar la eficiencia del uso del recurso hídrico en las industrias y cultivos y por parte de la población.

Ambas líneas desarrollan sinergias de trabajo para la elaboración de estrategias orientadas a la conservación, restauración, uso y manejo sostenible del sistema agua-suelo-planta presente en zonas áridas y semiáridas, y la investigación y desarrollo de herramientas innovadoras para implementar una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos en zonas áridas.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CIDERH se encuentra claramente alineado con las orientaciones de las estrategias de desarrollo y de innovación de la Región de Tarapacá, que ponen énfasis en la sustentabilidad como factor esencial de las actividades productivas, destacando en particular la relevancia de los recursos hídricos. La principal fortaleza del Centro para apoyar la implementación de estas políticas radica en las capacidades humanas especializadas que ha logrado reunir, dedicadas a abordar la investigación sobre el recurso hídrico en su conjunto, buscando establecer las bases de conocimiento necesarias para avanzar en el desarrollo de tecnologías tendientes a mejorar el manejo de ese recurso. Así, junto con contribuir a la gestión sustentable del recurso hídrico de la región, el trabajo del CIDERH también está aportando a la incorporación de innovaciones para impulsar el desarrollo de sectores productivos claves en la región, como la agricultura.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

Un aspecto central en la puesta en marcha del CIDERH ha sido la conformación de un equipo humano especializado, en un tema que es fundamental para la región y en el que no existen iniciativas de formación superior a nivel local. Hoy el equipo técnico del CIDERH está conformado por 9 personas, incluidos 4 investigadores con grado de doctor (2 de ellos contratados por el Centro)[4]. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración conformado por 8 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	2	2	4
Investigadores con grado de magíster	0	0	0
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	5	0	5
Total	7	2	9

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



Del conjunto de investigadores, profesionales y técnicos, 5 trabajan en la línea de gestión integrada del recurso hídrico y 4 en la línea de innovación tecnológica en recursos acuosos[5]. Forman parte del equipo 3 investigadores procedentes del extranjero y 1 de otra región, que representan capacidades especializadas que vienen a sumarse a la Región de Tarapacá en el marco del trabajo del Centro, y que abren acceso a redes de trabajo, en especial internacionales.

El CIDERH tiene sus oficinas centrales en Iquique. En 2014, inauguró su laboratorio en dependencias de la Universidad Arturo Prat, en esa misma ciudad, que cuenta con tecnología de punta única en el norte de Chile y permite estudiar el sistema agua-suelo-planta. El Centro ha adquirido también equipamiento para un futuro laboratorio de tratamiento de aguas de diferentes calidades, de mar, salobre, natural, residual, entre otros tipos, y cuenta con un invernadero para la línea de innovación tecnológica en sistemas acuosos.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CIDERH ha establecido convenios con diversas entidades. Destacan en el ámbito internacional el trabajo conjunto con el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Agua (IMDEA Agua) (España), el Centro de Hidrosistemas (CEHIDRO) (Portugal), la Universidad Montpellier II (Francia) y la Universidad Técnica de Berlín (Alemania). En el país, tiene convenios con la Universidad de Santiago de Chile, el Centro del Desierto de Atacama (CDA) de la Pontifica Universidad Católica de Chile, la Universidad de Chile y la Universidad de La Frontera, entre otros; y con entidades públicas, como la Dirección General de Aguas (DGA), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).

Vinculación con el medio

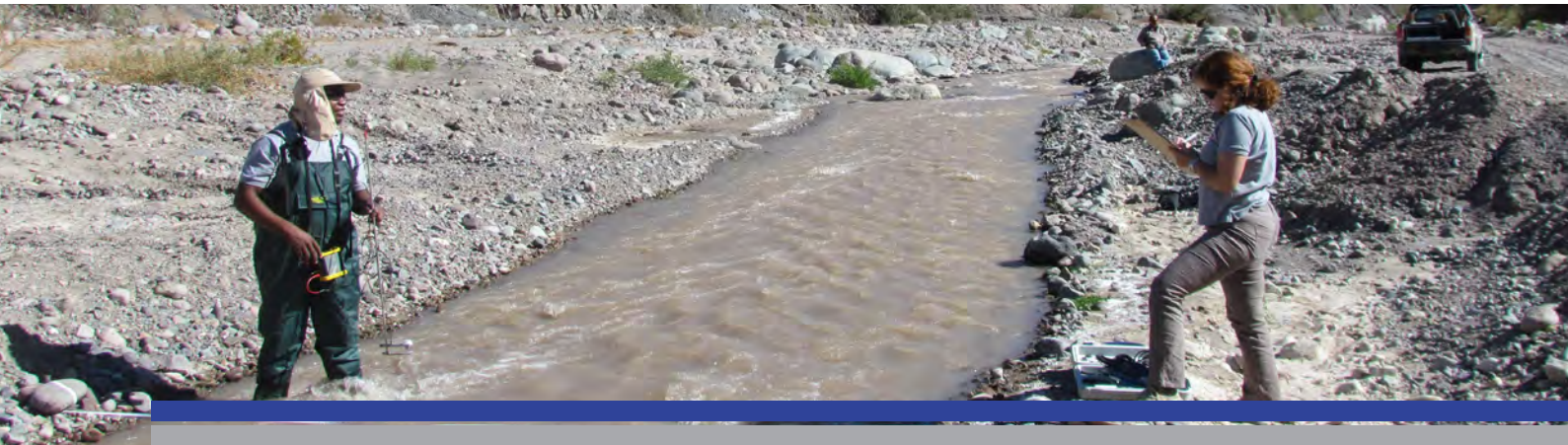
En el desarrollo de su trabajo, el CIDERH ha ido estableciendo vínculos crecientes con diversos actores regionales asociados al recurso hídrico, entre los que se cuentan productores agrícolas de Camiña y Colchane, productores de limón del oasis de Pica y la Comunidad Indígena Aymara de Cancosa, en torno al cultivo de la quinua, entre otras comunidades, en una relación directa, en algunos casos para la implementación de parcelas experimentales y talleres. Existe también un convenio con el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), para el traspaso de información a los agricultores, de modo que comiencen a aplicar los avances que se van logrando, al mismo tiempo que se capacita a los profesionales de esa entidad. El CIDERH trabaja también en colaboración con la empresa sanitaria de la región y con varias empresas mineras que operan localmente.

Como centro especializado, el CIDERH ha prestado colaboración a autoridades e instituciones públicas, aportando conocimiento científico y técnico frente a temas emergentes de relevancia regional, como la construcción de embalses, o la presencia de arsénico y boro en el agua potable y el regadío. También ha sido creciente su participación en instancias público-privadas en el marco del trabajo en la región de diversos ministerios, así como en la Mesa Regional de Salud y Pueblos Indígenas (Comisión de Agua Potable Rural) y en la Mesa Regional del Agua de Tarapacá, entre otras.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

La instalación del CIDERH ha permitido contar en la Región de Tarapacá con un equipo especializado de investigadores (varios con grado de doctor), que están abordando por primera vez temas fundamentales para la región, sobre disponibilidad y calidad del agua, para mejorar la gestión del recurso, basándose en el conocimiento de la realidad regional, y desarrollar tecnologías innovadoras que respondan a las necesidades locales.

[5] Un profesional trabaja en apoyo a ambas líneas de investigación.





El aprovechamiento de agua residual tratada para la producción de flores de corte, además de representar un logro científico del CIDERH, beneficia a la región en términos medioambientales y de desarrollo productivo.

El trabajo de gestión de la información sobre recursos hídricos de la región representó una primera gran etapa, en que el Centro elaboró un diagnóstico de la información existente, que se recogió en el documento *Región de Tarapacá: diagnóstico y sistematización de la información* y en la creación del *Observatorio del Agua*, plataforma web de gestión y transferencia de estos datos. Este proceso, que significó trabajar en la conformación de la base de datos, referenciación de estaciones, mapas y documentación, permitió identificar las brechas de información existentes y orientar la investigación del Centro, junto con ofrecer un primer producto de impacto local, que contribuyera a lograr reconocimiento regional.

En el objetivo de complementar la información en la materia, el CIDERH ha trabajado sobre la red de monitoreo de los recursos hídricos administrada por la DGA, realizando un análisis crítico de la red existente y haciendo una propuesta de una nueva red. Sobre la base de tecnología innovadora adaptada al contexto local, experiencias internacionales y un preciso análisis meteorológico, hidrológico e hidrogeológico de la región, se propuso para los usuarios del recurso hídrico un sistema de monitoreo que genere información confiable, representativa, suficiente y oportuna. Se entregó nueva información y modelos conceptuales hidrogeológicos del acuífero principal de la región, la Pampa del Tamarugal, y de las cuencas de Camiña y Tarapacá.

En la investigación sobre las características químicas de las aguas superficiales y subterráneas, el principal avance ha sido un estudio del arsénico y su distribución regional -un tema de preocupación en la zona, por el riesgo para la salud que representa su presencia sobre ciertos niveles-, así como líneas base de la calidad del agua en dos cuencas de la región y el acuífero Pampa del Tamarugal.

En uno de sus logros más relevantes, ya que en Chile la reutilización es prácticamente inexistente, el CIDERH desarrolló una experiencia piloto de aprovechamiento de agua residual tratada, con el fin de aumentar la oferta de agua mediante reutilización, posibilitando su uso en la producción de flores de corte. Se generó así una estrecha colaboración con la empresa sanitaria regional y la primera gran colaboración del Centro con el sector productivo local.



También se está trabajando en el ámbito de la hidroponía, para desarrollar sistemas de recirculación que permitan disponer el agua para un segundo cultivo, apuntando asimismo a mejorar la eficiencia. Esta experiencia se está desarrollando en Pica, donde los agricultores están haciendo inversiones en los invernaderos para manejar sus cultivos y luego destinar el agua al riego de frutales, cubriendo así dos usos.

En el desarrollo de tecnologías innovadoras para aumentar la eficiencia de uso del recurso hídrico con distintos fines, el principal avance ha sido la mejora de la eficiencia en el riego de los huertos de limón de Pica, lo que ha tenido un impacto positivo en la actividad agrícola de ese oasis. Esta favorable experiencia se está ampliando al cultivo de la quinua en el altiplano y del ajo blanco en la Quebrada de Camiña.

También se han logrado avances en la determinación de la ecología de las micorrizas arbusculares presentes en la flora autóctona de la región, lo que contribuirá a futuro a mejorar la resistencia de plantas a la aridez, así como proteger y remediar ecosistemas afectados por presiones antrópicas (provenientes de la actividad humana). Asimismo, se avanza en la evaluación de sistemas de tratamiento no colectivos mediante humedales artificiales, que permitirán reusar agua y disminuir la contaminación.

Entre 2011 y 2014, los investigadores del CIDERH publicaron 3 artículos científicos (ISI), en revistas con un índice de impacto de 2,722. Estas publicaciones son producto de un largo proceso en que el equipo debió primero generar datos básicos en los temas propios del Centro, para luego realizar los análisis y elaborar los resultados. Se trata de un trabajo que se ha ido intensificando y existen varios artículos en proceso de ser publicados próximamente. En ese período, el equipo del CIDERH elaboró también un total de 73 trabajos, que fueron presentados en 46 congresos científicos.

En el marco del trabajo del Centro, se ejecutaron asimismo 14 proyectos[6] entre 2011 y 2014. A ello se suma el desarrollo de 2 tesis de doctorado, 4 tesis de magister y 28 tesis de pregrado, todas asociadas a proyectos del Centro.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	1	0	2	0	3
Índice de impacto	3,576	-	2,296	-	2,722
Publicaciones no ISI	0	1	4	13	18
Número de trabajos presentados en congresos científicos	10	13	26	24	73
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	6	9	17	14	46
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	0	1	4	6	6
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	4	5	10	17	28

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



La caracterización y el monitoreo de las aguas de la Región de Tarapacá contribuirá al manejo y a la adecuada gestión de los recursos hídricos, que deben ser estudiados de manera constante.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO TECNOLÓGICO PARA LA MINERÍA
CICITEM

REGIÓN DE ANTOFAGASTA

www.cicitem.cl - contacto@cicitem.cl - (56-55) 2220647

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 11.242.902 (10,9% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (61,6%), construcción (12,1%), transporte y comunicaciones (5,0%) e industria manufacturera (4,4%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 29.398 empresas, en que se desempeñan 176.486 trabajadores dependientes. Un 65% son microempresas, en que laboran el 7,1% de los trabajadores. Después de la construcción y el comercio, el mayor porcentaje de trabajadores (10,9%) se concentra en la industria de manufacturas metálicas, en tanto que en la explotación de minas se ocupa el 6,0%.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 25.535 (33,5% del total nacional). La minería origina el 94,2% del valor exportado, incluido un 87,9% correspondiente a la minería de cobre y hierro. La industria genera el 5,7%, con un 4,1% correspondiente a la industria de productos químicos básicos.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 10 universidades, incluidas dos de la propia región, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Antofagasta. En 2014, la oferta de postgrados en la región fue de 9 programas de doctorado y 40 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (15), ciencias (15) e ingeniería, industria y construcción (8).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 2 del país (índice de 0,591). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología", se ubica en el lugar 4.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas (29,9%) es más alta que la nacional (23,7%). Las tasas de innovación tecnológica (24,4%) y no tecnológica (24,2%) son similares y ambas superan las tasas nacionales (18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 1.808 artículos (2,9% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa de 3,1% en ese período. La proporción de colaboración internacional es de 60,3% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción regional es de 0,67 y disminuye a 0,53 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020, Participa, Imagina, Construye,* la región se propone un conjunto de siete lineamientos. Entre ellos, el lineamiento de desarrollo económico territorial tiene como objetivo promover la consolidación del complejo productivo minero, industrial y de servicios especializados orientado al desarrollo y fortalecer la diversificación de la estructura económica de la región.

La *Estrategia Regional de Innovación de la Región de Antofagasta* propone la visión de la región como un "referente global de innovación local en materia de minería y de valorización y aprovechamiento sostenible de los recursos del Desierto de Atacama". Como misión, la estrategia se plantea asegurar soporte institucional, tecnológico y presupuestario adecuado para el desarrollo y operación de redes de cooperación entre los diversos agentes públicos, privados, académicos y comunitarios en torno a los principales ejes de innovación de la región. La estrategia se estructura en torno a cuatro ámbitos priorizados: capital humano, social y cultural para la innovación regional; pymes de la Región de Antofagasta proveedoras de bienes, servicios y procesos innovadores; innovación para la diversificación económica regional, e innovación para la sostenibilidad de la economía regional.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO TECNOLÓGICO PARA LA MINERÍA (CICITEM)

El CICITEM se creó en 2006 y en 2009 se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro. Sus socios fundadores son la Universidad de Antofagasta (UA), la Universidad Católica del Norte (UCN), el Gobierno Regional de Antofagasta y CONICYT. Su director es Luis Rojas (Dr.).

El Centro trabaja con la misión de apoyar la innovación, desarrollo y sustentabilidad de la industria minera y sectores productivos asociados, nacionales y regionales, a través de investigación científica y tecnológica de alto nivel. Como visión, se ha planteado consolidarse como un Centro de Investigación Científico Tecnológico referente nacional en el ámbito de la minería, con clara proyección internacional.

OBJETIVOS

La labor del CICITEM tiene por objetivos contribuir a la materialización del proyecto del clúster minero regional, mediante la creación de un centro de investigación científico tecnológico para la minería, e impulsar el desarrollo de la Región de Antofagasta, región minera, a través de la generación de investigación y desarrollo científico tecnológico para la minería. Para ello, el Centro trabaja en tres líneas de investigación: tecnología de procesos; biominería; y bioenergía y sustentabilidad ambiental.



El CICITEM, en convenio con CODELCO División Radomiro Tomic, instaló una planta de tratamiento de agua para eliminar el arsénico y proveer un recurso confiable para el consumo de la comunidad indígena atacameña de Toconce.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

TECNOLOGÍA DE PROCESOS

Objetivo: el trabajo de la línea se orienta al diseño y mejora de los procesos mineros, haciéndolos más eficientes y reduciendo su impacto ambiental (estudiando fenómenos como la lixiviación, flotación, cristalización, equilibrio de fases y espesamiento), así como a la modelación y optimización, desarrollando modelos y herramientas que permitan mejorar la operación y el diseño de plantas y sus fenómenos asociados.

Equipo técnico: Antonio García (Dr., coordinador de la línea, UCN). Investigadores contratados por el CICITEM: Mario Mellado (Dr.), Cynthia Torres (Dra.), Marcelo Montenegro (Dr.(c)), Freddy Lucay (M.Sc.) y Elsa Flores (Lic.). Investigadores de las instituciones socias: Óscar Benavente (Dr., UCN), Luis Cáceres (Dr., UA), Luis Cisternas (Dr., UA), Gerardo Fuentes (Dr., UCN), Héctor Galleguillos (Dr., UA), Teófilo Graber (Dr., UA), María Elisa Taboada (Dra., UA), Lilian Velásquez (Dra., UCN), Edelmira Gálvez (Dra.(c), UCN) y Pedro Vargas (Dr.(c), UA). Apoyo a la investigación (CICITEM): Renato Acosta (Lic.), Camilo Collao (Lic.), Nanette Merello (Lic.), Rafael Quiroz (Lic.) y Larry Zúñiga (Lic.).

BIOMINERÍA

Objetivo: su trabajo se orienta al estudio de los sistemas biológicos que ofrecen importantes ventajas ambientales y económicas frente a las tecnologías convencionales de procesamiento.

Equipo técnico: Cecilia Susana Demergasso (Dra., coordinadora de la línea, UCN). Investigadores contratados por el CICITEM: Lorena Escudero (Dra.), Pedro Galleguillos (Dr.) y Víctor Zepeda (Dr.(c)).

BIOENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

Objetivo: el trabajo de la línea se orienta a la producción de energía limpia y renovable usando organismos biológicos como bacterias, plantas, microalgas y semillas, entre otros. Se enfoca también en un aspecto clave para las zonas mineras, la remediación para reducir la contaminación del medio ambiente, utilizando tratamientos físicos, así como organismos vivos, plantas y sus derivados.

Equipo técnico: Mariella Rivas (Dra., coordinadora de la línea, CICITEM). Investigadores contratados por el CICITEM: Arturo Reyes (Dr.) y Manuel Zapata (Dr.). Investigadora de institución socia: Ana Mercado (Dra., UA). Apoyo a la investigación (CICITEM): Juan Aguilera (M.Sc.) y Daniel Ordenes (Lic.).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

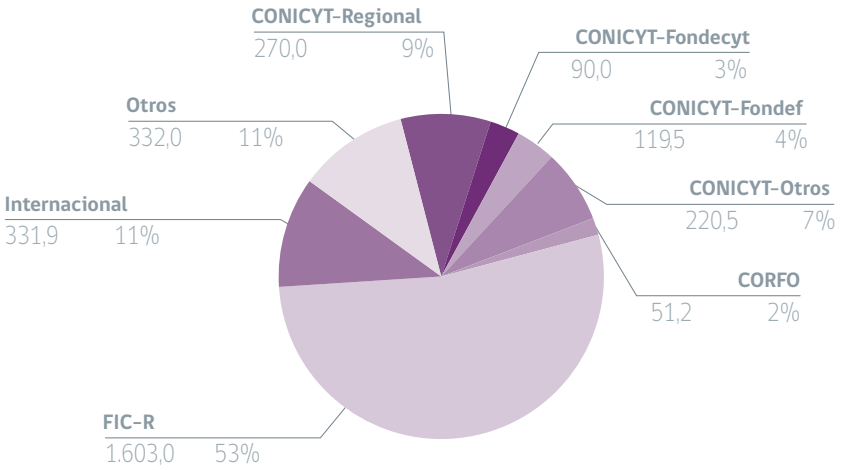


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	752,8
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Antofagasta	MM$	800,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	3.018,1

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2015.

CICITEM: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CICITEM y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CONICYT-Fondef: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CICITEM

En la línea de investigación de tecnología de procesos, el trabajo del CICITEM se centra en los ámbitos de la ingeniería de procesos y el modelamiento y optimización. La ingeniería de procesos apunta al diseño y mejora de los procesos mineros, con el propósito de hacerlos más eficientes y reducir su impacto ambiental. Algunos de los fenómenos que se estudian son la lixiviación, la flotación, la cristalización, el equilibrio de fases y el espesamiento. En el ámbito del modelamiento y optimización, el objetivo es desarrollar modelos y herramientas predictivas que permitan mejorar la operación y el diseño de las plantas de procesamiento y sus fenómenos asociados.

Los esfuerzos en la línea de biominería se focalizan particularmente en la biolixiviación, mediante la cual se busca aprovechar las ventajas ambientales y económicas que ofrecen los sistemas biológicos, frente a las tecnologías convencionales de procesamiento de minerales. Las empresas mineras, cada vez más conscientes de esta realidad, utilizan esta tecnología para recuperar metales base y metales preciosos desde minerales de baja ley y trabajan en la búsqueda de microorganismos aislados de ambientes extremos que tengan un potencial biotecnológico.

En la línea de bioenergía y sustentabilidad ambiental, la labor del CICITEM se centra en dos ámbitos principales, remediación y producción de biocombustibles. A través de la remedición, se busca reducir la contaminación de un medio ambiente usando ingeniería, organismos vivos, plantas y sus derivados. En materia de biocombustibles, el trabajo se orienta al desarrollo de alternativas para la producción de energía limpia y renovable, usando organismos biológicos como las microalgas y estudiándolas para explotar potenciales metabolitos con interés biológico.

[3] En pesos corrientes de cada año.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La labor del CICITEM está claramente alineada con la estrategia de desarrollo de la región, por cuanto se centra en la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación tendiente a apoyar la consolidación del sector productivo minero regional, aportando soluciones que fortalezcan su competitividad y sustentabilidad, con una clara preocupación por el medio ambiente en que se inserta esta industria. Con un equipo humano altamente especializado, el Centro pone también sus capacidades al servicio del desarrollo de la región en su conjunto, mediante iniciativas de impacto en la agricultura, los recursos hídricos y la energía, entre otros sectores, y hace un aporte destacado al desarrollo del capital humano de la región, a nivel universitario y de la educación técnica.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El equipo técnico del CICITEM está conformado por 31 investigadores y profesionales, entre los cuales se incluyen 17 con grado de doctor (6 contratados por el Centro y 11 de las instituciones socias)[4]. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración de 8 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	6	11	17
Investigadores con grado de magíster	5	2	7
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	7	0	7
Total	18	13	31

Del total de investigadores, profesionales y técnicos, 21 trabajan en la línea de tecnología de procesos (incluidos 10 contratados por el CICITEM), 4 en la línea de biominería (3 contratados) y 6 en la línea de bioenergía y sustentabilidad ambiental (5 contratados).

Junto con reunir este equipo de trabajo, el CICITEM ha contribuido significativamente a la incorporación de capital humano avanzado a la Región de Antofagasta, formando personal avanzado fuera de Chile y contribuyendo a crear y fortalecer programas de magister y doctorado en las universidades socias.

El Centro cuenta con oficinas en la ciudad de Antofagasta y con laboratorios en espacios de ambas universidades socias, en la misma ciudad. La línea de tecnología de procesos cuenta con un laboratorio y una planta piloto de flotación de minerales de última generación, en dependencias de la UA, que está disponible para sus investigadores así como para estudiantes de doctorado.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CICITEM integra una activa red de trabajo conjunto nacional e internacional. En el ámbito externo, colabora con entidades de diversos países. En el caso de Finlandia, tiene acuerdos con el Centro de Investigación Técnica (VTT), para fortalecer la capacidad regional de gestionar actividades de innovación, y con la Escuela de Minería de Oulu (Universidad de Oulu), la Universidad Tecnológica de Lappeenranta y el Servicio Geológico de Finlandia (GTK). En el caso de España, ha establecido convenios con la Universidad de Huelva y el Instituto de la Grasa (del Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y, en el caso de la República de Corea, con el Instituto de Investigación de Ciencia y Tecnología Industrial (RIST). También tiene convenios con el Royal Institute of Technology (KTH) (Suecia), con el Swedish Environmental Research Institute (IVL) y con la Universidad de San Luis de Potosí (México). Tiene asimismo un acuerdo de colaboración con L'Eau Pure, empresa francesa de tratamiento de agua, para la realización de estudios de adsorción de arsénico en el agua, y con el Instituto de Membranas de Montpellier.

En el país, el Centro participa en iniciativas de excelencia, como el Anillo de Investigación (de CONICYT) "Agua de Mar Atacama, integración de procesos para ahorro de agua y energía", junto con la UCN, el Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA), la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y Aguas Antofagasta; y el Centro de Excelencia Internacional en Minería y Procesamiento de Minerales de la Fundación CSIRO[5] Chile Research, financiado por CORFO, junto con la Universidad de Chile, la Universidad de Antofagasta y empresas mineras. Tiene también un convenio marco de cooperación con la División Radomiro Tomic de CODELCO, para el desarrollo de proyectos en materia de mejoras comunitarias, y con la SONAMI para la generación de proyectos de

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

[5] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) es la agencia nacional de ciencias de Australia.

investigación y colaboración con la industria, por ejemplo, en el tratamiento de minerales de oro y plata.

Vinculación con el medio

El CICITEM trabaja en estrecha colaboración con empresas mineras grandes y pequeñas, en sus diversos proyectos de investigación. Recientemente, el Centro creó una unidad de pymes, con el propósito de favorecer la relación con la pequeña minería, mediante transferencia de tecnología y provisión de soluciones de bajo costo.

También tiene convenios de trabajo conjunto con instituciones de educación superior, como la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María y la Universidad Santo Tomás, sede Iquique. En el ámbito de la educación escolar, trabaja en conjunto con liceos técnicos de la región, para insertar a alumnos en proyectos, servicios y prácticas profesionales, así como en actividades de capacitación de alumnos y profesores.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Con un equipo humano altamente especializado, el CICITEM está generando soluciones tecnológicas que aportan a fortalecer y abrir nuevas oportunidades a la industria minera regional y del país. Trabajando con nanopartículas, microalgas y otros microorganismos, está desarrollando tecnologías para optimizar los procesos mineros y para posibles aplicaciones en otros sectores, como el desarrollo de filtros solares, la obtención de pigmentos, antioxidantes y carbohidratos.

En la línea de tecnología de procesos, destaca el trabajo en acumulación de energía calorífica. La región cuenta con diversos lugares donde existen sales que tienen potencial térmico, que puede aprovecharse, por ejemplo, para sistemas de refrigeración de viviendas. Es el caso de sales como el cloruro de magnesio, presente en la región en altas cantidades, o el cloruro de sodio y otras de alta potencialidad. Estas sales tienen la propiedad de poder licuarse y entregar calor a ciertas horas del día, o bien de cristalizarse a otras horas, de modo que en diferentes momentos absorben o liberan calor. Las investigaciones apuntan a identificar y clasificar estas sales de acuerdo con su capacidad térmica y estudiar sus posibles aplicaciones.

En el marco del proyecto Anillo de Investigación en agua de mar, los estudios se centran en el uso de agua de mar en minería y también agua domiciliaria (utilización directa, desalinización, reutilización y reciclaje del agua en la industria). Se están estudiando las potencialidades de uso del agua de mar en la lixiviación o en la flotación de minerales, para conocer, por ejemplo, sus equilibrios propios con los procesos de extracción de cobre. Actualmente se usa el agua de mar, pero no existen grandes investigaciones en el tema. En esta iniciativa, el propósito es entregar todos los diagramas necesarios para que se sepa cómo se debe operar y en qué regiones se debe operar en la lixiviación en ambientes clorurados.

Otro tema en que se está trabajando es la flotación, con el objetivo de determinar de qué manera se pueden integrar las condiciones fisicoquímicas que puede tener el sistema con diferentes calidades de agua, los diferentes tipos de minerales, las contaminaciones que pueda haber con los procesos o circuitos, asociado a la toma de decisiones con múltiples objetivos: condiciones fisicoquímicas, circuitos, calidad de agua.

Desde 2014, se dispone de una planta piloto y un laboratorio de flotación de minerales. En este ámbito, los principales clientes son empresas proveedores de la minería. Por ejemplo, hay bolas que se venden en el mercado y se quiere saber qué efecto podrán provocar en la flotación; o se requiere conocer los impactos de los reactivos utilizados sobre la flotación.

También se trabaja en la generación de soluciones a problemas de las pymes mineras, por ejemplo, en la búsqueda de estrategias para refinar, mejorar el procesamiento de mineral (cobre y oro) para conseguir otro valor agregado y desarrollarlo a un nivel de prototipo que pueda ser escalable, o en el manejo de pasivos ambientales (residuos del procesamiento) de las empresas. En esta área, es relevante la creación en el Centro de un grupo de trabajo en materia del cierre



de minas y el manejo de sitios mineros abandonados.

Se ha investigado cómo procesar el cobre que se encuentra combinado con azufre (sulfuros de cobre), mediante vías distintas a la tradicional, que consiste en concentrarlo y luego fundirlo para producir los moldes de cobre (ánodos). Para ello, se ha estudiado el procesamiento hidrometalúrgico de los sulfuros de cobre, que se estima que tiene menores costos asociados y es un método más económico y menos contaminante, pues se evita la producción de gases contaminantes. Es un tema en que hay gran interés de las empresas y que el CICITEM debiera profundizar.

Existe una patente otorgada en el área de hidrometalurgia: "Sistema integrado para mitigar las pérdidas de agua y medición automatizada de tasas de evaporación en pilas, piscinas o estanques de uso minero". Esta invención ha atraído la atención de pequeños empresarios que están apoyando la formación de una planta piloto para evaluar una combinación de tecnologías para calentamiento de agua (incluyendo el sistema patentado). Se han aportado equipos por un valor de 4 millones de pesos y del resultado de esta evaluación se decidirá una posible gestión de negocios.

En la línea de biominería, la investigación se centra principalmente en biominería y geomicrobiología de zonas áridas, áreas en que se trabaja en procesos mineros con microorganismos. Se han desarrollado herramientas biotecnológicas que han permitido conocer mejor el proceso de microbiología de las pilas de lixiviación. Es un tema de gran importancia, ya que las pilas de la región son miradas por todo el mundo. El laboratorio del Centro es el que muestra los datos, lo que le ha dado mucho reconocimiento internacional.

En esta línea, destaca la labor que se está realizando en la producción de nanopartículas de arsénico producidas por bacterias y el uso de microorganismos para procesos de bioflotación. En el ámbito de la geomicrobiología de zonas áridas se ha colaborado con especialistas de la NASA (Arizona), que están trabajando en la microbiología del desierto. Se han buscado microorganismos en salares, lagos de altura y suelos, para estudiar su posible aprovechamiento en diferentes aspectos de la explotación de minerales y la remediación ambiental.

En el marco de un proyecto Fondecyt se estudió el tema del arsénico y se encontraron microorganismos que producen nanopartículas de sulfuro de arsénico. Ahora se están ejecutando dos proyectos para producir esta nanopartícula, que tiene interés para el tratamiento del cáncer. También son nanocables, de modo que sirven como semiconductores. Se desarrolla además otro proyecto para producir sulfuro de arsénico para celdas solares, con bacterias que producen estas nanopartículas (en general, producir nanopartículas en forma química es muy caro, pero producirlas a partir de bacterias prácticamente no tiene costo).

Otra línea de trabajo es la producción de microorganismos que absorben la luz ultravioleta, de modo que se pueden usar como filtros solares. Es por eso que, en otra área de posible aprovechamiento de estos microorganismos, se desarrolla un proyecto de producción de cosméticos.

En la línea de bioenergía y sustentabilidad ambiental, el CICITEM cuenta con un Laboratorio de Biotecnología Algar (de algas) y trabajó en un comienzo con el objetivo de desarrollar biocombustibles a partir de microalgas. El Centro participó en las etapas iniciales



El centro cuenta con el laboratorio de flotación más moderno de Chile, que contribuye a generar investigación para los futuros procesos mineros del país.

del Consorcio Desert Bioenergy, creado en 2012, un consorcio de este tipo de biocombustibles.

Hoy se trabaja con microalgas para la obtención de biocompuestos de interés comercial orientados a la acuicultura y los alimentos para consumo humano (pigmentos, antioxidantes). Existe un proyecto con la Unión Europea (Miracles), en que participan 26 entidades de diversos países, centros de investigación, universidades y empresas, incluidos el CICITEM y la UA. El objetivo es fortalecer la industria biotecnológica y el desarrollo integral de tecnologías de biorrefinería para la producción de bioproductos a partir de microalgas, estudiando su aplicación en alimentos, acuicultura y otras áreas estratégicas, abarcando toda la cadena, desde la identificación del microorganismo hasta poner el producto en el mercado. El grupo (UA-CICITEM) trabaja en el aislamiento de microorganismos tipos mejores candidatos (que se están aislando del altiplano), y otros grupos estudiarán luego la mejor forma de extraer los pigmentos, antioxidantes y carbohidratos, entre otros componentes de interés. Otro resultado de potencial protección es el descubrimiento de bacterias con actividad celulolítica (celulasa).

En el marco del Anillo de Investigación sobre agua de mar antes mencionado (adjudicado por la UA), dos investigadores de esta línea lideran los proyectos "Remoción de calcio y magnesio desde agua de mar mediante CO_2" y "Remoción de calcio y magnesio desde agua de mar mediante métodos biológicos". En ese contexto, se busca mejorar el proceso minero a partir de agua de mar, ya que si bien hoy todas las mineras están captando agua directamente del mar, existen problemas con los iones calcio y magnesio, que son los principales interferentes en procesos de lixiviación o de uso de agua de mar en otros procesos mineros, debido a que reducen el rendimiento de la extracción del mineral pues compiten con el cobre.

En la temática de remediación, en el marco de un proyecto Fondecyt, se trabaja también en la biorremediación bacteriana en sitios contaminados con compuestos orgánicos y metales pesados.

Además se ha trabajado con los agricultores de la Asociación de Alto La Portada (150 personas), buscando incorporar mejores prácticas en la actividad agrícola, abordar el manejo de los residuos agrícolas e incorporar valor agregado a la producción. Se transfirieron a los productores técnicas de compostaje, lombricultura, manejo de residuos, insecticidas y reutilización de aguas.

En el ámbito social, el CICITEM, en convenio con CODELCO División Radomiro Tomic, desarrolló un proyecto de tratamiento de aguas para eliminar el arsénico, con el propósito de proveer agua para el consumo de la comunidad indígena atacameña de Toconce (Calama). El proyecto, en colaboración con la empresa francesa L'Eau Pure, hizo posible que actualmente se ofrezca abastecimiento de este recurso a toda la comunidad en forma confiable.

Entre 2011 y 2014, el CICITEM desarrolló un total de 58 proyectos[6]. Sus investigadores elaboraron 45 artículos científicos (ISI), que se publicaron en revistas con un índice de impacto promedio de 1,930, y un total de 91 trabajos, que se presentaron en 53 congresos científicos. El CICITEM apoyó en esos años el desarrollo de 23 tesis de doctorado, 15 de magíster y 43 de pregrado en temas vinculados a sus líneas de trabajo.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	5	16	11	13	45
Índice de impacto	1,774	1,871	1,824	2,155	1,930
Publicaciones no ISI	0	1	0	0	1
Número de trabajos presentados en congresos científicos	17	44	7	23	91
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	6	26	5	16	53
Patentes nacionales e internacionales solicitadas y/o otorgadas	2	2	0	1	5
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	7	7	3	22	38
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	20	20	13	15	43

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN ZONAS ÁRIDAS
CEAZA

REGIÓN DE COQUIMBO

www.ceaza.cl - info@ceaza.cl - (56-51) 2204378

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 3.255.336 (3,2% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (40,4%), servicios personales (11,7%), comercio, restaurantes y hoteles (9,2%) y construcción (7,8%).
Tejido empresarial (2013)	En la región existen 37.670 empresas, que cuentan con 194.929 trabajadores dependientes. Casi el 71% son microempresas, donde laboran el 9,7% de los trabajadores. Después del comercio, el sector que concentra más empresas (11,9%) es el silvoagropecuario, donde se insertan el 16,7% de los trabajadores.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 4.900 (6,4% del total nacional). La minería origina el 88,6%, el sector silvoagropecuario y pesca el 7,7% (incluido un 7% correspondiente a la fruticultura) y la industria el 3,3% (incluido un 2,2% correspondiente a la industria de alimentos).

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región operan 10 universidades, incluida la Universidad de la Serena. En 2014, la oferta de postgrados fue de 4 programas de doctorado y 22 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias (6), ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (6) y educación (5).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 9 del país (índice de 0,332). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología", ocupa el lugar 11.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 26,1% (frente a un valor nacional de 23,7%). Tanto la tasa de innovación tecnológica (19,3%) como la de innovación no tecnológica (17,7%) son algo superiores al promedio del país (18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 2.444 artículos (3,9% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa de 2,8% en ese período. La proporción de colaboración internacional fue de 71,5% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción regional es de 1,24 y disminuye a 1,05 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo Región de Coquimbo al 2020* se plantea una visión de la región basada, entre otros rasgos, en "una identidad regional vinculada a un territorio de valles, montañas, interfluvios y bordemar, en que la minería, la agricultura, la pesca y la acuicultura, los servicios, el turismo y la producción de energía son sus principales sostenes".

En la *Estrategia Regional de Innovación Región de Coquimbo* (2012), se propone abordar mediante el desarrollo de la innovación tres retos principales: conectar la I+D+i con las necesidades de la sociedad, ampliar y modernizar la base productiva de la economía regional, y desarrollar la productividad de la empresa para impulsar su competitividad. Se plantean también un conjunto de cuatro ejes estratégicos: articular en el territorio redes para el desarrollo y aplicación de I+D+i; promover una economía de desarrollo sustentable basada en el conocimiento; promover una sociedad creativa, innovadora y competitiva, y propiciar la interacción de las universidades con los actores de la región.

CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN ZONAS ÁRIDAS (CEAZA)

El CEAZA se creó en 2003 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2008. Sus socios fundadores son la Universidad de La Serena (ULS), la Universidad Católica del Norte (UCN, Sede Coquimbo), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi) y el Gobierno Regional de Coquimbo. Su director ejecutivo es Bernardo Broitman y su gerente corporativo es Claudio Vásquez.

El CEAZA trabaja con la misión de promover el desarrollo científico-tecnológico de la región, a través de la investigación científica y tecnológica de alto nivel orientada a la comprensión de los efectos de las oscilaciones climático/oceanográficas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica (natural y bajo cultivo) en las zonas áridas y marinas del centro-norte de Chile, colaborando en la formación de capital humano en ciencia y tecnología, la productividad regional, la protección del medio ambiente y la educación, para aportar al progreso y calidad de vida de los habitantes de la región. El Centro aspira a ser, a corto plazo, un consorcio de investigación de excelencia consolidado, cuyo trabajo se convierta en una necesidad de importantes sectores productivos de la zona (agrícola, acuícola y minero), con fuertes nexos y compromisos con el sector privado.

OBJETIVOS

El objetivo central de las actividades científicas del CEAZA es estudiar el impacto de las oscilaciones climáticas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en las zonas áridas del centro-norte de Chile a través de la inserción de investigadores y el desarrollo de proyectos de ciencia y tecnología. Desde su creación, su labor se ha desarrollado en torno a las líneas de investigación de recursos hídricos, ecología y conservación, sistema integrado de pronósticos, prospección y mejoramiento de especies, y biotecnología. Hoy su trabajo se concentra en tres líneas de investigación: geociencias, ciencias biológicas y tecnologías para la adaptación.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

RECURSOS HÍDRICOS
Objetivo: analizar la dinámica de los distintos componentes del balance hídrico y sus interacciones, y los aspectos relacionados con la administración de los recursos hídricos, con el objeto de desarrollar una herramienta de apoyo a las decisiones en la gestión del agua.
Equipo técnico: Shelley Mac Donell (Ph.D., coordinadora de la línea, CEAZA). Investigador contratado por el CEAZA: Eric Sproles (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Ricardo Oyarzún (Ph.D., ULS), Sonia Salas (Ph.D., ULS) y Francisco Meza (M.Sc., INIA). Apoyo a la investigación (CEAZA): Sebastián Vivero (M.Sc.), Lorena Bugueño (Lic.), Cristián Campos (Lic.), Arturo Cruz (Lic.) y Rodrigo Ponce (Lic.).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN

Objetivo: diseñar planes de conservación, restauración y puesta en valor de la biodiversidad de las zonas áridas del centro-norte de Chile, y formular y proponer modelos para mejorar el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos de esas zonas.

Equipo técnico: Antonio Maldonado (Ph.D., coordinador de la línea, CEAZA). Investigadores contratados por el CEAZA: Moisés Aguilera (Ph.D.), Bernardo Broitman (Ph.D.), Marco Molina-Montenegro (Ph.D.), Marcelo Rivadeneira (Ph.D.) y Alexandra Stoll (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Carlos Gaymer (Ph.D., UCN), Julio Gutiérrez (Ph.D., ULS), Guillermo Luna (Ph.D., UCN), Francisco Squeo (Ph.D., ULS), Martin Thiel (Ph.D., UCN) y Julio Vásquez (Ph.D., UCN). Apoyo a la investigación (CEAZA): Francisco Araya (Lic.), Jaime Bravo (Lic.), Lorena Bugueño (Lic.), Antonio Cruz (Lic.), Leticia González (Lic.), Katherine Jeno (Lic.), Stefanie Maldonado (Lic.), Carla Saguas (Lic.) y Carlos Sierra (Lic.).

SISTEMA INTEGRADO DE PRONÓSTICOS (SIP)

Objetivo: crear un sistema integrado de pronóstico que relacione las componentes atmosférica y oceanográfica, así como su interacción con los factores productivos agrícola y acuícola regionales.

Equipo técnico: Bernardo Broitman (Ph.D., coordinador de la línea, CEAZA). Investigadores contratados por el CEAZA: José Rutland (Ph.D.), Gary Shaffer (Ph.D.) y Beatriz Yannicelli (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Praxedes Muñoz (Ph.D., UCN), Enrique Novoa (Ph.D., ULS) y Eduardo Pérez (Ph.D., UCN). Apoyo a la investigación (CEAZA): David López (M.Sc.), Osvaldo Painemal (M.Sc.), Carola Aparicio (Lic.), Cristóbal Juliá (Lic.), Cristián Orrego (Lic.), Pablo Salinas (Lic.), María Valladares (Lic.), José Luis Castro y Robinson Godoy.

PROSPECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE ESPECIES

Objetivo: prospectar, desarrollar y realizar mejoramiento de especies agrícolas y acuícolas para la región.

Equipo técnico: Katherina Brokordt (Ph.D., coordinadora de la línea, CEAZA). Investigadora contratada por el CEAZA: Luisa Bascuñán (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Pilar Haye (Ph.D., UCN), Pedro León (Ph.D., INIA), Germán Merino (Ph.D., UCN), Angélica Salvatierra (Ph.D., INIA), Wolfgant Stotz (Ph.D., UCN), Federico Winkler (Ph.D., UCN) y Antonio Ibacache (M.Sc., INIA). Apoyo a la investigación (CEAZA): María Montoya (Lic.) y Rodrigo Zurita (Lic.).

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA BIOTECNOLÓGICA

Objetivo: crear la base de un centro de I+D+i orientado a generar soluciones y productos biotecnológicos basados en los recursos bióticos terrestres y marinos para los sectores productivos regionales, aumentando su valor agregado y la sustentabilidad en zonas áridas del norte de Chile.

Equipo técnico: Katherina Brokordt (Ph.D., coordinadora de la línea, CEAZA). Investigadores contratados por el CEAZA: Nicolás Gouin (Ph.D.) y Alexandra Stoll (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Vilbett Briones (Ph.D., ULS), Claudio Miranda (Ph.D., UCN), Mario Pérez (Ph.D., ULS), Pedro Toledo (Ph.D., UCN) y Antonio Vega (Ph.D., ULS).

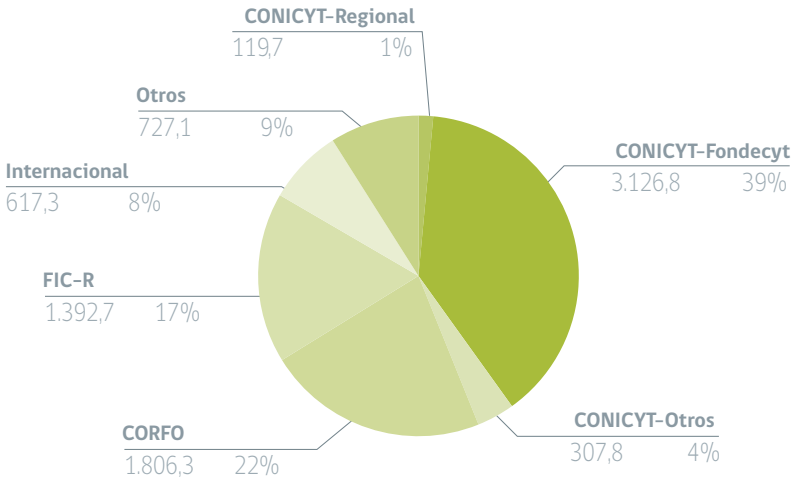


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	740,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Coquimbo**	MM$	800,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	8.097,7

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2016.
** El Gobierno Regional tiene aprobado un financiamiento plurianual mayor para los próximos años.

CEAZA: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CEAZA y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CEAZA

En sus diversas líneas de investigación, el trabajo del CEAZA se orienta a generar conocimiento científico de aplicabilidad regional sobre las dinámicas del clima local y su efecto sobre las actividades regionales, ya sean productivas, ambientales, sociales, públicas o privadas, de modo de contribuir a fortalecer la competitividad de la región, favoreciendo así el desarrollo regional y la calidad de vida de las personas.

Con ese propósito, su labor se centra principalmente en el pronóstico de las condiciones climáticas y oceanográficas, de manera de apoyar la elaboración de estrategias de acción para responder a tales condiciones; el desarrollo de tecnologías que puedan aplicarse a las actividades productivas con el fin de disminuir el efecto ambiental; y el aumento del grado de resistencia ante altos niveles de estrés ambiental de especies de interés productivo regional, tanto agrícolas como acuícolas.

[3] En pesos corrientes de cada año.



Los penitentes son formaciones de hielo comunes en Los Andes semiáridos. El laboratorio de glaciología del CEAZA los estudia para conocer su influencia en la dinámica del glaciar o en su contribución de agua, analizando además los efectos del cambio climático sobre ellos, y el aporte de la nieve y el hielo a los cursos de agua de la región.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La labor del CEAZA se inserta plenamente en los lineamientos de las estrategias regionales de desarrollo y de innovación, por cuanto apunta a desarrollar y transferir conocimiento científico y tecnologías que otorguen sustento a la toma de decisiones y a la actividad productiva, en ámbitos de alto interés regional como recursos hídricos, gestión del borde costero y agricultura. Sus principales fortalezas para ello son su apuesta por atraer y fortalecer capacidades humanas de alto nivel para el desarrollo de investigación de primera línea; su vinculación con el medio regional y con las necesidades del territorio, para aportar a la toma de decisiones informada; su interés por orientar su trabajo en respuesta a los requerimientos de la región en materia productiva; y su vocación por proyectar su labor hacia el conjunto de la sociedad.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CEAZA reúne las capacidades de investigadores de alto nivel, del Centro (14) y de las entidades socias (24), en su gran mayoría con grado de doctor[4]. A ellos se suman un equipo de profesionales y técnicos de apoyo a la investigación (23) y un conjunto numeroso de tesistas, conformando un grupo de más de cien personas que trabajan en torno a la ciencia. Colabora también en este trabajo un equipo de gestión y administración integrado por más de 15 personas. El Centro es hoy un espacio atrayente para investigadores de alto estándar y ha contribuido a crear conciencia de la riqueza de la región como un "laboratorio natural para hacer ciencia".

Del total de investigadores, profesionales y técnicos, 10 trabajan en la línea de recursos hídricos (incluidos 7 contratados por el Centro), 21 en ecología y conservación (15 contratados), 11 en prospección y mejoramiento de especies (4 contratados), 8 en el desarrollo de una plataforma biotecnológica (3 contratados) y 16 en el sistema integrado de pronósticos (13 contratados)[5].

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	14	22	36
Investigadores con grado de magíster	0	2	2
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	23	0	23
Total	37	24	61

El Centro participa en programas de postgrado y pregrado, entre los que destaca el doctorado en biología y ecología aplicada de la ULS y la UCN, cuya creación impulsó y en el que ya se han formado tres generaciones. Ha acogido a estudiantes de las universidades socias, que suman más de 300 practicantes y tesistas vinculados a los programas de pre y postgrado en que participa.

El CEAZA cuenta con instalaciones propias y realiza también su trabajo en los campus Andrés Bello (ULS) y Guayacán (UCN) y en el centro Intihuasi del INIA. Dispone de oficinas y laboratorios en su sede central de La Serena (1.300 m^2), espacios destinados a oficinas y procesamiento informático en Coquimbo (500 m^2), laboratorios y oficinas en la UCN en Coquimbo (100 m^2) y un laboratorio de fisiología vegetal en la sede del INIA (300 m^2). El Centro tiene ya los estudios de factibilidad para sus futuras instalaciones, previstas para 2017.

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

[5] Entre los integrantes del equipo, hay cinco que trabajan en dos líneas de investigación.







VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CEAZA participa en iniciativas de investigación colaborativa de excelencia a nivel nacional, como el Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas, el Núcleo Milenio Centro para el Estudio de Forzantes Múltiples Sobre Sistemas Socio-Ecológicos (MUSELS), el Centro de Excelencia Wageningen UR Chile y el Instituto de Ecología y Biodiversidad.

A nivel internacional, destaca la colaboración con Agrópolis Internacional, que reúne a instituciones de investigación francesas, como la Universidad de Montpellier, CIRAD (Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo) e INRIA (Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automatización), entre otras. Este vínculo se enmarca en la relación existente entre el Gobierno Regional de Coquimbo, el Departamento de L'Herault y el CEAZA, desde su creación. También son destacables los vínculos con la Universidad de California (Davis y Santa Bárbara), en las áreas de investigación agrícola y ecología marina, con intercambio de investigadores, estadías y visitas de empresarios; con la Universidad de Colonia de Ciencias Aplicadas (Instituto de Tecnología en los Trópicos y Subtrópicos, ITT) de Alemania, en el área de investigación científica sobre modelamiento hidrológico, y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) de Francia, en investigación científica sobre hidrología y oceanografía, entre otros.

Vinculación con el medio

El CEAZA ha logrado el reconocimiento del medio como una entidad que genera conocimiento científico y lo difunde mediante diversas actividades para contribuir a apoyar la toma de decisiones en distintos niveles. El Centro ha participado activamente en la Comisión de Desafíos del Futuro del Senado, ha apoyado al Ministerio del Medio Ambiente en los análisis para la elaboración del proyecto de ley de protección de glaciares y ha participado en el debate nacional sobre financiamiento de la ciencia en regiones.

El Centro mantiene una relación permanente de colaboración con el Gobierno Regional de Coquimbo en temas de contingencia, como la escasez hídrica, labor que en algunos ámbitos se ha extendido a las regiones de Atacama y Antofagasta. Participa en el Directorio Regional de Energía y en el Directorio Regional del Agua, entidades creadas por la Corporación Regional de Desarrollo Productivo de la Región de Coquimbo y por el Gobierno Regional, en las que aporta su conocimiento a la toma de decisiones. Mediante el proyecto multinacional ProEcoServ (Global Environmental Facility (GEF)-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)-Ministerio del Medio Ambiente), el Centro apoyó la elaboración de políticas medioambientales para San Pedro de Atacama y en el marco de un proyecto FNDR (Fondo Nacional de Desarrollo Regional), respaldado por Promar Pacífico y la UCN, trabajó con la comunidad de la Península de Mejillones (Región de Antofagasta) en el diagnóstico ambiental y la aplicación de medidas piloto para la conservación de la biodiversidad marina y la mantención de servicios ecosistémicos.

También ha colaborado con los Consejos municipales, difundiendo información para la toma de decisiones. Actualmente prepara el trabajo con las municipalidades de Combarbalá, Río Hurtado, Monte Patria y Los Vilos, para apoyarlas mediante la entrega de información sobre cultivos adaptados a la falta de recursos hídricos.

En cuanto al sector productivo, ha trabajado con organizaciones de regantes, juntas de vigilancia y empresas productivas en sus distintas líneas de investigación.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

El CEAZA ha logrado posicionarse entre las principales entidades de investigación del país en cuanto a productividad científica[6]. La información que genera contribuye a respaldar la toma de decisiones regionales y apoyar a diversos sectores productivos, por ejemplo, al ofrecer un grado de control a la actividad agrícola por medio de la información de clima. Ha hecho también un destacado trabajo de difusión hacia la ciudadanía.

En el ámbito escolar, se ha propuesto impactar en la calidad de la educación de la región y ha desarrollado diversas iniciativas desde el nivel preescolar, dirigidas a docentes y estudiantes, para acercar a las nuevas generaciones al conocimiento del territorio y a la ciencia, por medio de novedosas metodologías y materiales didácticos de alto nivel.

En el área de recursos hídricos, el trabajo del CEAZA ha permitido generar y proveer información clave para comprender la dinámica de los recursos hídricos de la zona. El Centro realizó el levantamiento del stock de agua del territorio y generó información y modelos matemáticos que permiten saber dónde está localizado el recurso y en qué cantidad, así como evaluar el costo de su obtención. El CEAZA participa en el desarrollo de productos satelitales que permiten estudiar la nieve en la cordillera, a fin de mejorar la planificación de los recursos hídricos. También ha elaborado estudios y publicaciones en que se cuantifica por primera vez la contribución al balance hídrico de la caída de nieve y de la presencia de glaciares en la cordillera, principales fuentes de regulación de la disponibilidad de agua en el Norte Chico. Un ejemplo de ello es el proyecto Caracterización y Monitoreo de Glaciares Rocosos en la Cuenca del Río Elqui y Balance de Masa del Glaciar Tapado –en conjunto con la Dirección General de Aguas (DGA) y el Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC)–, primera iniciativa que proporciona información sobre el aporte de un glaciar a los recursos hídricos de la región.

En el área de ecología y conservación, el Centro ha generado conocimiento de relevancia nacional que permite entender cómo el cambio climático afectará la distribución de especies nativas y cultivadas en el futuro, información que ha contribuido al diálogo regional en materias de alta sensibilidad ambiental y conflicto social. El aporte empírico de estos estudios se ha traducido en una alta demanda de información por parte de privados interesados en evaluar la factibilidad de proyectos o en garantizar su sustentabilidad ambiental. También ha logrado definir muchos de los ambientes únicos que caracterizan la biodiversidad marina y terrestre del Norte Chico, que albergan un gran número de especies endémicas y se superponen con áreas de gran interés económico. Otro proyecto en esta área se orienta a la búsqueda de biocontroladores de las principales enfermedades que afectan a las especies de hortalizas y frutas que se cultivan en la región.

[6] CONICYT (2014), Principales Indicadores Cienciométricos de la Actividad Científica Chilena 2012; Informe 2014: una mirada a 10 años (Madrid-Valparaíso).



El área de meteorología del CEAZA mantiene una red de 46 estaciones meteorológicas en la Región de Coquimbo, cuyos datos son utilizados en línea por sus usuarios (agricultores, acuicultores, operadores turísticos y otros). La unidad también recolecta y analiza información sobre cobertura de nieve, nubes e índices de vegetación, genera pronósticos diarios del tiempo y realiza mediciones de radiación solar.

En el ámbito del Sistema Integrado de Pronósticos (SIP), el mayor logro del CEAZA ha sido llevar los pronósticos climáticos al nivel regional, entregando indicaciones de gran impacto público, que permiten la toma de decisiones en los ámbitos agrícola y acuícola, por ejemplo, para el manejo de la sequía con una anticipación de entre 8 y 10 meses. El Centro implementó para ello CEAZAMET, una completa red de estaciones de monitoreo ambiental automático para toda la región, que a través de un portal en línea (www.ceazamet.cl) provee gran cantidad de información sobre variables meteorológicas y oceanográficas, de utilidad para diversos usuarios, autoridades regionales, emprendedores que requieren información ambiental para factibilizar proyectos de energía o agricultura, entre otros, o productores que utilizan la información para planificar el riego u otras actividades. Asimismo, puso en marcha el Sistema Integrado de Pronósticos Oceanográficos (SIPO), que permite evaluar el impacto de las oscilaciones ambientales costeras en especies de interés comercial y ecológico de la región, implementando para ello un modelo oceánico-costero de pronóstico, un modelo bioeconómico operacional de pronóstico para el sector industrial acuícola del ostión de la Región de Coquimbo y un modelo biológico de pronóstico de los estados larvales de las especies de interés comercial.

En materia de prospección y mejoramiento de especies, el Centro trabaja en la prospección de especies vegetales nativas, particularmente de interés comercial, como quinua, lucumillo, canelo y olivillo, así como, entre las especies marinas, ostión y abalón. También han tenido impacto regional sus investigaciones sobre el potencial de diferentes variedades de vid y sus estudios en papayo. Entre los hitos científicos, destaca la identificación de la diversidad genética de diferentes especies de plantas y animales del Norte Chico, base para la planificación del manejo futuro de los ecosistemas.

Un logro importante ha sido la creación del Laboratorio de Fisiología y Genética Marina (FIGEMA), cuyo trabajo se centra en comprender las respuestas de los organismos marinos desde su fisiología y genética, con foco en la investigación de problemas aplicados a la acuicultura y en estudios ecológicos. Hoy el CEAZA maneja los dos únicos programas de mejoramiento genético de moluscos de interés económico en Chile (abalón y ostión), muy escasos también a nivel mundial. En esta línea, busca mejorar algunos índices de productividad del ostión bajo cultivo, para ofrecer una herramienta útil a las empresas del rubro.

En el marco de la actividad del Centro de Biotecnología para Zonas Áridas (BIOTECZA), el CEAZA ha desarrollado herramientas de vanguardia, orientadas a mejorar la eficiencia de diversos sistemas productivos en las áreas acuícola, agrícola y ambiental, así como en apoyo a la medicina y la producción minera. El Centro ha trabajado en la adaptación de cultivos (como la vid) a la escasez hídrica, la identificación de genes de quinua asociados a la tolerancia a dicho estrés, el desarrollo de bioproductos derivados de animales marinos con aplicaciones en biomedicina, el mejoramiento de la eficiencia productiva en la industria de cobre y el mejoramiento del calibre de especies como el ostión del norte, entre otros.

En el período 2011-2014, el CEAZA ejecutó 109 proyectos[7]. Sus investigadores publicaron en ese período un total de 351 artículos científicos (ISI), en revistas cuyo índice de impacto alcanzó un promedio de 2,478. Al mismo tiempo, elaboraron 347 trabajos que fueron presentados en un total de 168 congresos científicos. El Centro apoyó también el desarrollo de 68 tesis de doctorado, 46 tesis de magíster y 90 tesis de pregrado asociadas a sus líneas de investigación.

[7] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	103	114	70	64	351
Índice de impacto	2,771	2,409	2,044	2,605	2,478
Publicaciones no ISI	1	7	5	9	22
Número de trabajos presentados en congresos científicos	134	85	78	50	347
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	59	38	41	30	168
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	43	49	44	47	114
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	49	48	41	31	90

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS EN ALIMENTOS SALUDABLES **CREAS**

REGIÓN DE VALPARAÍSO

www.creas.cl - comunicaciones@creas.cl - (56-32) 2274460

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 8.461.149 (8,2% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (16,8%), transporte y comunicaciones (14,5%), industria manufacturera (14,3%) y servicios personales (12,4%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 100.558 empresas, que cuentan con 585.709 trabajadores dependientes. Un 66,2% son microempresas, donde se desempeñan el 10,1% de los trabajadores. Las empresas del sector agrícola, ganadero y forestal son el 7,2% del total y dan empleo al 9,8% de los trabajadores dependientes.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 5.961 (7,8% del total nacional). La minería origina el 54,6%, la industria el 29,2% y el sector silvoagropecuario y pesca el 15,0%. Como sectores específicos dentro de los anteriores, la fruticultura genera el 13,7% del total regional y la industria de alimentos el 5,3%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 13 universidades, incluidas la Pontificia Univ. Católica de Valparaíso, la Univ. de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, la Univ. de Valparaíso y la Univ. Técnica Federico Santa María, de la propia región. En 2014, la oferta de postgrados en la región fue de 31 programas de doctorado y 148 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (47), ciencias (32), educación (29), ingeniería, industria y construcción (29) y humanidades y arte (18).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 4 del país (índice de 0,531). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" se sitúa en el lugar 5.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 18,8% (frente a un valor nacional de 23,7%). Las tasas de innovación tecnológica y no tecnológica alcanzan el mismo valor (15,4%) y son inferiores a los valores nacionales (18,8% y 16,4% respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 6.115 artículos (9,6% del total nacional). El número anual aumentó a un promedio de 5,9% en el período. La proporción de colaboración internacional fue de 53,2% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción es de 1,15 y disminuye a 0,75 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo Región de Valparaíso 2020* se plantea la visión de una región caracterizada por un desarrollo equitativo de todos sus territorios; una calidad de vida expresada en estilos de vida saludables y un entorno social, cultural y medioambiental amigable y acogedor; una economía diversificada y un crecimiento sostenido que se destaca por la dinámica de sus servicios, logística y sectores productivos; y una alta vinculación de sus universidades y centros de investigación con el sector público y las empresas, que ha permitido impulsar procesos de innovación, favoreciendo la competitividad y el desarrollo regional. Entre los ejes propuestos para ello, se incluyen, en lo económico, la dinamización del sistema productivo regional; el impulso al emprendimiento y la innovación, favoreciendo la generación de oportunidades y la competitividad regional; y la valorización del capital humano potenciando las competencias técnico-profesionales.

En la *Estrategia Regional de Innovación* (2014) se plantean seis ejes estratégicos, para potenciar el desarrollo y fortalecimiento de la innovación en las empresas. Al focalizar, se seleccionan cuatro polos de actividad (logística, agroalimentario, turismo sostenible e industrias creativas). El sector agroalimentario incluye tanto el sector agrícola como la industria agroalimentaria (elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de alimentos de consumo humano y animal).

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS EN ALIMENTOS SALUDABLES (CREAS)

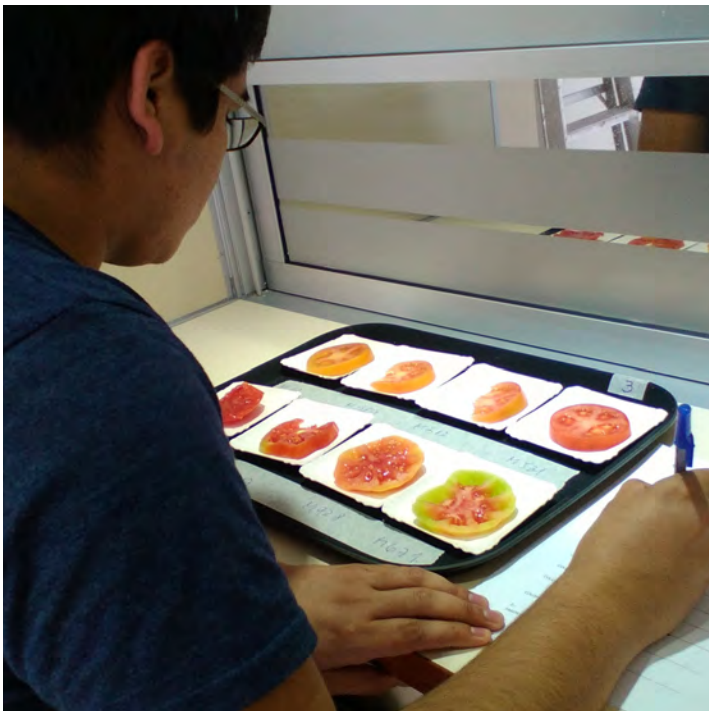
El CREAS se puso en marcha en 2007 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2012. Sus socios fundadores son la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), la Universidad Técnica Federico Santa María (USM), la Universidad de Valparaíso (UV) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación La Cruz. Su directora ejecutiva es María Elvira Zúñiga.

El Centro trabaja con la misión de convertirse en una plataforma de excelencia, referente nacional e internacional, en productos y procesos alimentarios con efectos positivos sobre la salud humana, para fortalecer la capacidad regional de I+D+i, mejorar la competitividad del sector productivo y articular la vinculación entre ciencia y empresa público-privada. Como visión, se ha planteado ser un centro interdisciplinario de excelencia, referente nacional e internacional en investigación, desarrollo e innovación en el ámbito de producción de alimentos saludables, que alcanzará su autosustentabilidad respondiendo a las demandas de la comunidad empresarial, pública y científica.

OBJETIVOS

El CREAS se puso en marcha con el objetivo de establecerse como un centro tecnológico de excelencia para fortalecer la producción de alimentos saludables y funcionales en el país desde la Región de Valparaíso, incorporando valor agregado en la cadena productiva a través de la generación de ingredientes funcionales y la formulación de alimentos saludables, buscando con ello generar alimentos que beneficien la condición de salud de la población chilena.

Para ello, el CREAS trabaja en tres líneas de investigación: desarrollo de tecnologías para una agricultura sustentable para la obtención de alimentos saludables; desarrollo de productos y procesos sustentables para la obtención de bioactivos y alimentos saludables; y evaluación de las propiedades saludables, funcionales y sensoriales de alimentos y productos.



LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN LA OBTENCIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES
Objetivo: desarrollar tecnologías de manejo agronómico para obtener productos inocuos y con propiedades saludables en especies vegetales de interés agrícola y desarrollar nuevas tecnologías agrícolas asociadas a la protección ambiental y la salud humana.
Equipo técnico: Juan Pablo Martínez (Ph.D., coordinador de la línea, INIA). Investigadora contratada por el CREAS: Lida Fuentes (Ph.D.). Investigador de institución socia: Raúl Ferreyra (M.Sc., INIA).

DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS SUSTENTABLES PARA LA OBTENCIÓN DE BIOACTIVOS Y ALIMENTOS SALUDABLES
Objetivo: desarrollar tecnologías biotecnológicas y fisicoquímicas para la obtención de productos y procesos para la elaboración de productos bioactivos; estudiar los procesos de preservación de alimentos y productos bioactivos; y diseñar productos y procesos para la obtención de alimentos saludables, ingredientes y compuestos bioactivos.
Equipo técnico: Coordinadores de la línea: Sergio Almonacid (Ph.D., USM) y Claudia Altamirano (Ph.D., PUCV). Investigadores contratados por el CREAS: Eduardo Caballero (Ph.D.), Araceli Olivares (Ph.D.), Carmen Soto (Ph.D.) y Mónika Valdenegro (Ph.D.). Investigadores de las instituciones socias: Ricardo Simpson (Ph.D., USM), Alejandra Urtubia (Ph.D., USM) y María Elvira Zúñiga (Ph.D., PUCV). Apoyo a la investigación (CREAS): Christopher Gepp (Lic.) y Francisca Perales (Lic.).

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES SALUDABLES Y FUNCIONALES DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS
Objetivo: determinar la bioactividad *in vitro*, determinar la bioactividad *in vivo* y realizar evaluación sensorial.
Equipo técnico: Raúl Vinet (Ph.D., coordinador de la línea, UV). Investigadoras de las instituciones socias: Claudia Altamirano (Ph.D., PUCV), María Fernanda Cavieres (Ph.D., UV), Caroline Weinstein (Ph.D., UV) y Paola Vera (M.Sc., UV).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

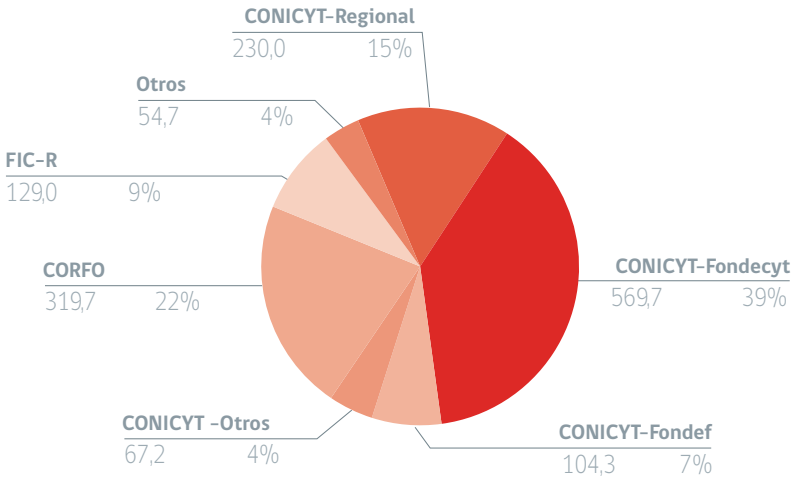


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	785,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Valparaíso	MM$	532,6
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	1.474,6

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2017.

CREAS: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CREAS y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CONICYT-Fondef: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CREAS

El foco de la actividad del CREAS en el ámbito científico-tecnológico está puesto en la generación de nuevos conocimientos, estrategias y tecnologías que se traduzcan en la obtención de materias primas, procesos, ingredientes, compuestos y productos finales para alimentos. En el ámbito de la gestión tecnológica, el Centro trabaja para transferir conocimientos al sector productivo, a fin de aportar valor a sus procesos tecnológicos y productos.

En la línea de investigación sobre desarrollo de tecnologías para una agricultura sustentable en la obtención de alimentos saludables, la actividad se centra principalmente en la evaluación de los efectos ambientales sobre las características nutricionales y de aporte a la salud de los productos provenientes de la agricultura.

La línea de investigación sobre desarrollo de productos y procesos sustentables para la obtención de bioactivos y alimentos saludables orienta su trabajo al desarrollo de protocolos de procesos de preservación de alimentos, al diseño de nuevos productos alimenticios saludables y al desarrollo de diversas tecnologías que permitan generar productos y procesos alimenticios bioactivos.

La actividad de la línea de investigación de evaluación de las propiedades saludables y funcionales de alimentos y productos busca contribuir a aumentar la competitividad de los productos de la industria de alimentos de la región y del país, mediante la validación biológica de sus propiedades saludables y funcionales. Esta labor se ha centrado principalmente en la prestación de servicios de evaluación nutricional al sector industrial, en la planta piloto del Centro.

[3] En pesos corrientes de cada año.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CREAS se enmarca claramente en las prioridades de las estrategias regionales de desarrollo y de innovación, por cuanto se orienta a apoyar el emprendimiento y la innovación, en uno de los cuatro polos priorizados de desarrollo económico, como es el sector agroalimentario. Para ello, realiza investigación aplicada en el ámbito de los alimentos saludables y la nutracéutica, y desarrolla procesos y productos que den solución a los requerimientos de esta industria, trabajando en estrecho contacto con las empresas del sector. De este modo, con capacidades humanas altamente especializadas y moderna infraestructura, pone la ciencia y la tecnología al servicio de la competitividad y el desarrollo económico de la región.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CREAS cuenta con un equipo de investigación integrado por 18 personas, de las cuales 14 son investigadores con grado de doctor, incluidos 5 contratados por el Centro y 9 de las instituciones socias[4].

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	5	9	14
Investigadores con grado de magíster	0	2	2
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	2	0	2
Total	7	11	18

De ese total, 11 especialistas trabajan en la línea de desarrollo de productos y procesos sustentables para la obtención de bioactivos y alimentos saludables; 3 en desarrollo de tecnologías para una agricultura sustentable en la obtención de alimentos saludables; y 5 en evaluación de las propiedades saludables y funcionales de alimentos y productos[5]. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración integrado por 7 personas.

El Centro dispone de un edificio propio, en el Parque Tecnológico de la PUCV, en el Campus Curauma, en Valparaíso. En una construcción de 400 m^2 cuenta con equipamiento único en la región, en una planta piloto de procesamiento de alimentos y productos bioactivos, y de secado de ingredientes bioactivos. La planta piloto, certificada por el Servicio de Salud para producir alimentos, cuenta con equipos que permiten validar metodologías no aplicables a nivel de laboratorio y realizar cambios rápidos en las condiciones de operación, capacidad que se utiliza para la ejecución de proyectos propios y para poner a disposición de las empresas y otras entidades del sector una oferta de más de 20 servicios desarrollados por el Centro. Cabe destacar que el CREAS es el único prestador de servicios de liofilización a escala piloto en Chile. A lo anterior, se suma una considerable inversión en equipamiento disponible en los laboratorios de las instituciones socias.

La planta, con una inversión inicial superior a 100 millones de pesos, se implementó con equipos especialmente fabricados en el Reino Unido, que cumplen con la función de interrelacionar de manera dinámica la investigación científica con la industria a nivel regional. Este espacio también alberga a la Unidad de Evaluación de Prototipos, que cuenta con cuatro cabinas de evaluación sensorial, una cocina profesional, un laboratorio de microbiología y un laboratorio de nutrientes críticos. A esta infraestructura se suma la que ponen a disposición del Centro las instituciones socias.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CREAS integra una robusta red nacional e internacional de colaboración. En el país, mantiene vínculos de trabajo con un conjunto de universidades, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de la Frontera, la Universidad de Concepción, la Universidad de Los Andes, la Universidad de La Serena y la Universidad de Talca, así como la Fundación Chile, el Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Estas colaboraciones han permitido que el CREAS complemente sus capacidades de investigación en sus diversas líneas.

A nivel internacional, el Centro tiene convenios de colaboración con entidades tecnológicas de gran trayectoria en el área de la ciencia y tecnología de los alimentos, como el Parque Científico de Madrid y Golzman Partners for Business, con las que organizó en conjunto el I y II Foro Hispano Chileno de Alimentación

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

[5] Uno de los especialistas trabaja en dos líneas de investigación.





El CREAS realiza pruebas de concepto y elaboración de prototipos de frutas liofilizadas (deshidratadas por frío), que conservan al máximo sus propiedades de sabor y aroma.

Saludable "Perspectivas del sector de los ingredientes y alimentos funcionales", realizados en España y Chile en 2011, marco en que nació la idea del desarrollo de proyectos conjuntos. A su vez, mantiene convenios con el Centro de Investigación y Educación en Alimentos del Mar y el Centro de Innovación en Alimentos, ambos de la Universidad Estatal de Oregon (Estados Unidos), y con el Centro de Industrias Alimentarias y el Departamento de Alimentos e Ingeniería Agrícola y Biológica, ambos de la Universidad Estatal de Ohio (Estados Unidos), que se establecieron en el contexto de un proyecto CONICYT de redes y cooperación internacional (conocimiento de modelos de gestión de negocios y transferencia tecnológica aplicables al CREAS).

También tiene convenios con el Instituto de Ciencias Agrícolas de Zúrich (Suiza), el Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA) de Argentina, el Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Alimentos (IMDEA Alimentos), la Universidad de Vigo (España), la Universidad do Minho (Portugal), la Universidad Católica Portuguesa, la Universidad de Reading (Reino Unido), la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas de la Universidad de Ulster (Reino Unido), entre otros, entidades con las que lleva adelante proyectos e iniciativas como pasantías de investigadores y movilidad estudiantil.

El CREAS ha participado asimismo en la elaboración de iniciativas del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y del Programa Marco Europeo, con instituciones como la Universidad de Castilla La Mancha (España), el Instituto Politécnico de Braganza y la Universidad de Oporto (ambos de Portugal), la Universidad Veracruzana (México) y la Universidad Nacional Autónoma de México, entre otras.

Realiza además actividades en la red internacional BiValBi (Biotechnologies to Valorise the regional food Biodiversity in Latin America), cuyo objetivo es el desarrollo de alimentos e ingredientes a partir de descartes de la industria hortofrutícola.

Vinculación con el medio

En el marco de su trabajo, el CREAS colabora con empresas privadas, universidades, centros de investigación y desarrollo e instituciones públicas. Mantiene contacto directo con más de 80 empresas, en especial de los sectores de alimentos y nutracéutica, que se materializa en la ejecución de proyectos de I+D aplicada, misiones de prospección comercial y otras formas de colaboración. En particular, el Centro ha liderado varios proyectos de prospección comercial de Prochile con empresas regionales, para fortalecer su capacidad de exportación de alimentos funcionales y nutracéuticos, con misiones a España, Italia y Estados Unidos.

Entre las instituciones públicas, mantiene vínculos de trabajo conjunto con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la Comisión Desafíos del Futuro del Senado, el Servicio de Salud de Quillota, las municipalidades de Quillota, Viña del Mar, Valparaíso y San Antonio y la Corporación Municipal de Valparaíso, entre otras.

Además de prestar diversos servicios en su planta piloto, el CREAS incorpora activamente a pequeños empresarios en sus proyectos de emprendimiento, para la creación de prototipos, así como define en cada uno de sus proyectos científicos la proyección de sus resultados hacia la industria y la identificación de empresas para el trabajo conjunto.

En cuanto a vinculación regional, el Centro ejecutó también dos seminarios sobre tecnologías en alimentos

destinado a pymes de la región; participó en el desarrollo de cinco prototipos para emprendedores de la región, y es asesor técnico del Nodo de Productores de Quínoa de Petorca. Participa también en la Comisión Asesora Regional de Inocuidad y trabaja junto al INIA La Cruz en la denominación de origen del Tomate Limachino.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Trabajando en estrecha colaboración con las empresas, el CREAS está desarrollando nuevas alternativas de ingredientes con alto contenido nutricional y funcional, procesos y productos para agregar valor a la producción alimentaria regional y nacional. Componentes de extractos de granada, maqui y propóleo, productos liofilizados, *snacks* saludables y envases bioactivos son algunos de los desarrollos con que el Centro está impulsando la competitividad de esta industria.

La línea de investigación sobre desarrollo de tecnologías para una agricultura sustentable en la obtención de alimentos saludables ofrece desde 2014 al sector productivo el servicio de evaluación de características nutricionales y funcionales de nuevas líneas de porotos para procesado.

Un resultado específico de esta línea es la construcción de una base de datos que permitirá apoyar los programas de mejoramiento de variedades de frambuesa en Chile, sobre la base de los marcadores moleculares que regulan la calidad de postcosecha, con el propósito de solucionar problemas como el ablandamiento y la corta vida de postcosecha de este fruto o el pequeño calibre de los frutos comercializados en el país. Cabe destacar la relevancia del país en el mercado mundial de frambuesa congelada, donde es el principal exportador del hemisferio sur.

La línea de investigación de desarrollo de productos y procesos sustentables para la obtención de bioactivos y alimentos saludables destaca por su alta productividad científica y por la magnitud de los recursos apalancados. Asimismo, es la línea con mayor número de convenios y prestación de servicios al sector productivo y con mayor proporción de proyectos y publicaciones en conjunto con otras instituciones. Los investigadores de esta línea, junto con investigadores suizos (del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Zúrich) están iniciando los estudios para obtener papas chilenas cultivadas con más actividad antioxidante.

Entre los logros en desarrollo de productos pueden destacarse extractos de antioxidante de ingredientes funcionales (antioxidantes, péptidos bioactivos, fibra soluble) de diversas especies vegetales, incluidos residuos agroindustriales; harinas de bajo índice glicémico y alta fibra soluble; lípidos bioactivos; productos que provocan saciedad y soluciones a problemas tecnológicos.

En esta línea se realiza un interesante trabajo con extractos y envases. Entre sus resultados, sobresale



La mermelada reducida en calorías y alta en fibras FOS (fructo-oligosacárido de cadena corta) es otro de los productos desarrollados por el Centro.

el desarrollo de un protocolo para la extracción y concentración de componentes polifenólicos desde extractos de granada, propóleo y maqui, que han sido evaluados en cuanto a su actividad antifúngica al ser incorporados a un recubrimiento comestible que se ha aplicado a *clamshells* (envases transparentes, con bisagra) comerciales de frutos de arándano, con promisorios resultados. También se ha evaluado el uso de envases activos con recubrimiento de extracto de anís, estudiando su potencial sinergia con los extractos aplicados en frutos.

En otro ámbito, los investigadores lograron desarrollar harina funcional a partir de los descartes de la industria importadora de plátanos, en el marco de un proyecto Innova. Hoy están en la búsqueda de un producto más innovador, en un proyecto Fondecyt orientado al desarrollo de un proceso enzimático para obtener un ingrediente alimenticio funcional, rico en almidón resistente, fibra dietaria y otros compuestos bioactivos a partir de residuos de plátano. En esta iniciativa, está previsto lograr resultados más consolidados y patentables, que darán mayor valor al producto final y a la tecnología propuesta para su desarrollo.

El equipo de trabajo de esta línea está a cargo de la operación de la planta piloto y ha obtenido resultados muy interesantes en el marco de proyectos con empresas y servicios prestados a empresas, que por razones de confidencialidad no pueden ser difundidos en detalle.

Esta línea ha desarrollado cinco prototipos para emprendimientos externos al Centro: encapsulados de miel, *snack* de frutas liofilizadas, flores liofilizadas, jalea de ciruelas y maquis liofilizados; y cinco prototipos asociados a investigaciones de proyectos: dos tipos de compota/mermelada de frutas con jarabe alto en fibra, en reemplazo de sacarosa, queques con jarabe alto en fibra en reemplazo de sacarosa, probióticos microencapsulados y *snacks* de manzanas de descarte.

La línea de investigación de evaluación de las propiedades saludables y funcionales de alimentos y productos ha prestado apoyo a empresas en la validación de productos mediante evaluaciones nutricionales (tests de aceptabilidad, etiquetado nutricional, análisis de perfil de ácidos grasos, por ejemplo) de productos como piña endémica de Isla de Pascua, tomate limachino, té de zanahoria y aceite de microalgas, entre otros.

El CREAS desarrolló entre 2011 y 2014 un total de 49 proyectos[6]. Sus investigadores publicaron en ese período 35 artículos en revistas indexadas, con un índice de impacto promedio de 2,236. Presentaron además 96 trabajos en 53 congresos científicos. En ese período, apoyaron el desarrollo de 5 tesis de doctorado, 3 tesis de magíster y 27 tesis de pregrado en áreas de competencia del Centro. Si bien el CREAS no ha avanzado en el patentamiento de los desarrollos logrados en los últimos años, en el marco de los cinco proyectos Fondecyt que ejecuta actualmente, a cargo de cada uno de los investigadores contratados por el Centro, está generando información crítica cuyo potencial de patentamiento está siendo evaluado.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	8	2	14	11	35
Índice de impacto	2,422	0,323	2,140	2,571	2,236
Publicaciones no ISI	8	1	5	1	15
Número de trabajos presentados en congresos científicos	6	13	27	50	96
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	4	6	17	26	53
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	0	1	7	3	8
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	0	3	11	15	27

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CENTRO DE INNOVACIÓN HORTOFRUTÍCOLA PARA EL DESARROLLO REGIONAL DE VALPARAÍSO

CERES

REGIÓN DE VALPARAÍSO

www.centroceres.cl - comunicaciones@centroceres.cl - (56-32) 2274591

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 8.461.149 (8,2% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (16,8%), transporte y comunicaciones (14,5%), industria manufacturera (14,3%) y servicios personales (12,4%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 100.558 empresas, que cuentan con 585.709 trabajadores dependientes. Un 66,2% son microempresas, donde se desempeñan el 10,1% de los trabajadores. Las empresas del sector agrícola, ganadero y forestal son el 7,2% del total y dan empleo al 9,8% de los trabajadores dependientes.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 5.961 (7,8% del total nacional). La minería origina el 54,6%, la industria el 29,2% y el sector silvoagropecuario y pesca el 15,0%. Como sectores específicos dentro de los anteriores, la fruticultura genera el 13,7% del total regional y la industria de alimentos el 5,3%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 13 universidades, incluidas la Pontificia Univ. Católica de Valparaíso, la Univ. de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, la Univ. de Valparaíso y la Univ. Técnica Federico Santa María, de la propia región. En 2014, la oferta de postgrados en la región fue de 31 programas de doctorado y 148 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (47), ciencias (32), educación (29), ingeniería, industria y construcción (29) y humanidades y arte (18).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 4 del país (índice de 0,531). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" se sitúa en el lugar 5.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 18,8% (frente a un valor nacional de 23,7%). Las tasas de innovación tecnológica y no tecnológica alcanzan el mismo valor (15,4%) y son inferiores a los valores nacionales (18,8% y 16,4% respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 6.115 artículos (9,6% del total nacional). El número anual aumentó a un promedio de 5,9% en el período. La proporción de colaboración internacional fue de 53,2% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción es de 1,15 y disminuye a 0,75 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo Región de Valparaíso 2020* se plantea la visión de una región caracterizada por un desarrollo equitativo de todos sus territorios; una calidad de vida expresada en estilos de vida saludables y un entorno social, cultural y medioambiental amigable y acogedor; una economía diversificada y un crecimiento sostenido que se destaca por la dinámica de sus servicios, logística y sectores productivos; y una alta vinculación de sus universidades y centros de investigación con el sector público y las empresas, que ha permitido impulsar procesos de innovación, favoreciendo la competitividad y el desarrollo regional. Entre los ejes propuestos para ello, se incluyen, en lo económico, la dinamización del sistema productivo regional; el impulso al emprendimiento y la innovación, favoreciendo la generación de oportunidades y la competitividad regional; y la valorización del capital humano potenciando las competencias técnico-profesionales.

En la *Estrategia Regional de Innovación* (2014) se plantean seis ejes estratégicos, para potenciar el desarrollo y fortalecimiento de la innovación en las empresas. Al focalizar, se seleccionan cuatro polos de actividad (logística, agroalimentario, turismo sostenible e industrias creativas). El sector agroalimentario incluye el sector agrícola (productos agrícolas de origen vegetal) y la industria agroalimentaria (elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de alimentos de consumo humano y animal).

CENTRO DE INNOVACIÓN HORTOFRUTÍCOLA PARA EL DESARROLLO REGIONAL DE VALPARAÍSO (CERES)

El centro Ceres se creó en 2011 como una iniciativa conjunta de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), el Gobierno Regional de Valparaíso y CONICYT. Como empresa asociada, participa Agrícola Quintil S.A. El director ejecutivo del Centro es Eduardo Gratacós Naranjo.

Ceres es un centro de investigación e innovación para la acción, que impulsa un modelo visionario de desarrollo para la agricultura y los territorios rurales de la región, en que la creación de riqueza y valor se integra con la sustentabilidad. Busca el desarrollo sostenible de los sistemas agroalimentarios primarios y los territorios rurales de la región, con una visión multifuncional de la agricultura para el buen vivir, que desde los territorios permita la producción de alimentos sanos y nutritivos, el uso armónico de los territorios y la conservación dinámica de sus paisajes y su patrimonio natural.



OBJETIVOS

Su objetivo es desarrollar sistemas agroalimentarios primarios sostenibles que proporcionen alimentación sana y disminuyan los impactos negativos en los territorios de la región. El Centro busca trabajar con un enfoque sistémico, a través de programas de investigación científica e innovación, como un centro regional de referencia internacional, insertando nuevos profesionales con estudios avanzados e incorporándolos en programas de importancia regional; implementando estrategias pertinentes y efectivas sobre la base de investigación-acción; robusteciendo y articulando capacidades existentes para contribuir al pensamiento estratégico de la región y sus políticas públicas, de modo que sean un aporte efectivo al buen vivir en los territorios rurales de la Región de Valparaíso. Para ello, trabaja en las líneas de sistemas hortofrutícolas, sistemas territoriales y sistema regional de innovación hortofrutícola.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

SISTEMAS HORTOFRUTÍCOLAS

Objetivo: fortalecer el desarrollo hortofrutícola regional, a través de actividades de investigación e innovación tendientes a generar productos científicos y tecnológicos que contribuyan a desarrollar sistemas agroalimentarios primarios sostenibles. Para ello, el Centro trabaja en programas de restauración biológica de suelos y manejo territorial de poblaciones de insectos de importancia agrícola, y en las áreas de mejoramiento genético asistido en cerezas y desarrollo de bases para un sistema de aseguramiento de productividad y calidad de semillas.

Equipo técnico: Carlo Sabaini (Lic., coordinador de la línea, CERES). Investigadores contratados por el CERES: Marta Albornoz (Dra.), Jaime Verdugo (Dr.), Solange Hualquil (Dra.(c)), Gonzalo Ávilas (M.Sc.), Eduardo Gratacós (M.Sc.) y Gustavo Briones (Lic.). Investigadores de la institución socia (PUCV): Ricardo Cautín (Dr.) y Patricia Peñaloza (Dra.). Apoyo a la investigación (CERES): Jean Arriagada (M.Sc.), Francisca Carvajal (Lic.) y Víctor Vicencio (Lic.).

SISTEMAS TERRITORIALES

Objetivo: contribuir a la generación de propuestas para un desarrollo armónico y sustentable de los territorios rurales, integrando a su uso múltiple el ordenamiento territorial y el paisaje rural. Para ello, el programa propondrá estrategias de ordenamiento territorial y diseños de paisaje rural en localidades de la región, caracterizando territorios de diverso valor natural y ecológico y fortaleciendo sus identidades locales.

Equipo técnico: Roxana Lebuy (Dra.(c), coordinadora de la línea, CERES). Investigadores contratados por el CERES: Raúl Andrés (Dr.), Isabel González (Dra.(c)) y Jean Francois Casale (M.Sc.). Apoyo a la investigación (CERES): Pablo Huerta (Lic.).

SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN HORTOFRUTÍCOLA

Objetivo: diseñar e implementar, en conjunto con los actores claves de la región, un modelo de desarrollo y gestión para el sistema regional de innovación hortofrutícola, basado en las ciencias de la complejidad. Para ello, aplicará el Modelo de Innovación Participativa, una metodología de investigación-acción que trabaja con los actores y que, como parte de su plan de trabajo, debe actualizar su estrategia a partir del conocimiento que va generando.

Equipo técnico: Alfredo del Valle (Dr., coordinador de la línea, CERES).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

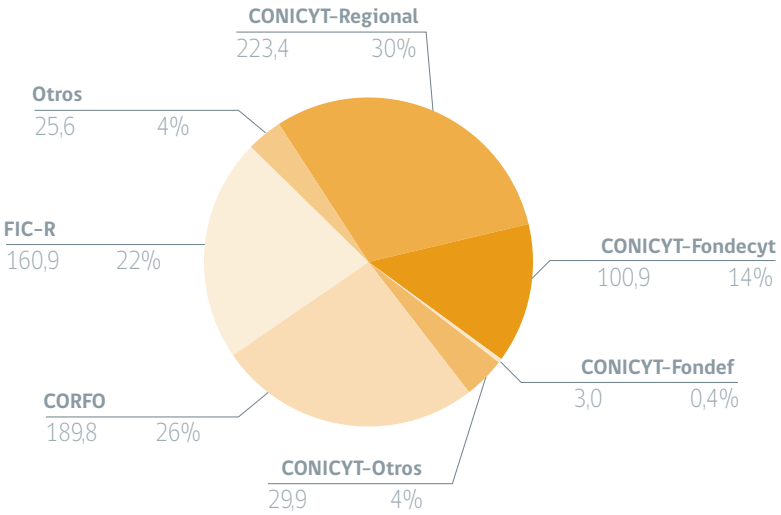


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2012-2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*		----
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Valparaíso	MM$	727,3
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	733,5

* El Centro se creó por iniciativa del Gobierno Regional y no cuenta con financiamiento basal de CONICYT, pero sí con el soporte técnico de la entidad y con recursos concursables a través de convocatorias para el fortalecimiento de los centros regionales.

Ceres: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2012-2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: Centro Ceres y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CONICYT-Fondef: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CENTRO CERES

Junto con ser un organismo al servicio de la comunidad regional, el centro Ceres aspira a convertirse en un centro de excelencia en investigación e innovación, con altos estándares, para contribuir de manera efectiva al desarrollo de la agricultura regional, produciendo conocimiento pertinente y significativo para apoyar la toma de decisiones estratégicas a nivel público y mejorar la calidad de vida de las personas.

Para ello, el Centro trabaja en el desarrollo de un conjunto de programas. En el programa de Restauración Biológica de Suelos, se busca crear las condiciones para que los agricultores y otros actores comprendan los atributos de la complejidad de los suelos y la multiplicidad de servicios ecosistémicos que generan para la sustentabilidad de los territorios, así como su valor económico y social. El programa realiza investigación e innovación, articulando capacidades y redes para superar los procesos de deterioro creciente de los suelos agrícolas (compactación, pérdida de materia orgánica y pérdida de biodiversidad), que conducen a la merma del patrimonio agrícola y la disminución de la productividad agropecuaria de la región.

El programa Manejo Territorial de Insectos se orienta a mejorar la sustentabilidad de los sistemas alimentarios primarios, fortaleciendo la capacidad de respuesta de los agroecosistemas a los aumentos poblacionales de insectos. Busca racionalizar y reducir progresivamente el uso de agroquímicos en la agricultura y sus severos impactos negativos sociales y ambientales, mediante el desarrollo de tecnologías y métodos de gestión territorial para el manejo de poblaciones de insectos de importancia agrícola.

Mediante el programa Paisaje, Territorio y Desarrollo Rural para el Buen Vivir se busca contribuir a generar

[3] En pesos corrientes de cada año.

propuestas para un desarrollo armónico y sustentable de los territorios rurales, trabajando en temas como usos múltiples del territorio, sostenibilidad, paisaje cultural, migraciones campo-ciudad, ordenamiento territorial y paisaje rural, cultura rural, creación de riqueza y nuevas visiones del desarrollo. Para ello, el programa propondrá estrategias de ordenamiento territorial y diseños de paisaje rural en localidades de la región, caracterizará y valorará espacios y territorios de diverso valor natural y ecológico, y valorará y fortalecerá las identidades locales de los territorios mediante el uso del potencial de los recursos rurales endógenos.

En el programa Gestión de Transiciones a la Sustentabilidad se trabaja para desarrollar y aplicar métodos prácticos de gestión y gobernanza, en conjunto con los demás programas, a fin de construir redes de innovación que tengan impacto y puedan conducir transiciones a la sustentabilidad de la agricultura regional. El trabajo se basa en las ciencias de la complejidad y el pensamiento sistémico, y utiliza como base teórica y metodológica el modelo general de intervención denominado Innovación Participativa. Su primera contribución, con la participación y el consenso de los actores relevantes de la región, ha consistido en identificar más de 100 innovaciones concretas que la región necesita impulsar para el desarrollo de una agricultura sustentable en sus territorios.

Además de los programas temáticos mencionados, el Centro se encuentra trabajando en otras dos dimensiones del desarrollo de la agricultura regional, para conformar programas temáticos en el mediano plazo: gestión y valorización de recursos genéticos vegetales, y desarrollo de sistemas agroalimentarios sostenibles para la producción de frutas y hortalizas.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La actividad del centro Ceres está claramente alineada con la estrategia de desarrollo de la región, por cuanto apunta a fortalecer un sector productivo clave, como es la agricultura, en el marco de una visión del desarrollo que integra los aspectos sociales, culturales y medioambientales, junto con los económicos. Para ello, en un proceso colaborativo en que se vinculan el sector del conocimiento y los actores públicos y empresariales asociados al ámbito rural, el Centro está llevando adelante una estrategia para instalar en la región un sistema de innovación hortofrutícola, que apunta a armonizar la cooperación y la articulación de capacidades regionales con un desarrollo equitativo y sostenible.

Junto con impulsar el desarrollo de la agricultura, un sector priorizado por la estrategia regional de innovación, su enfoque incorpora también el fortalecimiento de los factores de identidad, lo que representa una contribución para el desarrollo del turismo sostenible, que dicha estrategia también releva.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El equipo técnico del centro Ceres está integrado por 18 personas, incluidos 6 investigadores con grado de doctor (4 de ellos contratados por el Centro) y 6 con grado de magíster (todos contratados por el Centro), así como 6 profesionales y técnicos de apoyo[4]. Del total de investigadores, profesionales y técnicos, 12 trabajan en la línea de sistemas hortofrutícolas, 5 en la línea de sistemas territoriales y 1 en la línea de sistema regional de innovación hortofrutícola. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración integrado por 5 personas.

Las oficinas del centro Ceres se encuentran ubicadas en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en La Palma, Quillota, entidad que en un trabajo colaborativo con el Centro ha dispuesto de infraestructura para la implementación de módulos demostrativos agrícolas y oficinas de trabajo.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	4	2	6
Investigadores con grado de magíster	6	0	6
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	6	0	6
Total	16	2	18

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

En el desarrollo de su trabajo, el centro Ceres ha establecido vínculos internacionales con la Universidad de Winnipeg (Canadá); con organizaciones científicas de Australia y Nueva Zelanda; universidades y centros del Reino Unido, como la red Systems and Cybernetics in Organisation (SCiO), a la que el Centro se sumó como miembro, y Centre for Systems Studies de la Universidad de Hull, así como de España. Dentro del país, tiene vínculos de colaboración con los centros regionales Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y Centro de Investigación Turismo y Patrimonio (CITYP). Además trabajó junto a otros centros regionales en la elaboración del documento "Centros Regionales de Investigación, Desarrollo e Innovación, Propuesta de un instrumento clave para el desarrollo descentralizado de Chile en la sociedad del conocimiento", que fue presentado a la Comisión de Desafíos del Futuro del Senado.

Vinculación con el medio

El Centro realiza una labor conjunta con los principales actores regionales vinculados a sus áreas de trabajo. En diversas iniciativas, ha trabajado con distintos organismos públicos y privados, como el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), las Municipalidades de Quillota, Limache, San Antonio, Hijuelas, La Cruz, San Felipe, Los Andes y La Ligua, la red de Programas de Desarrollo Local (PRODESAL) Quinta Región, organizaciones gremiales de agricultores de Quillota, San Felipe y Los Andes, y diversos establecimientos educacionales, incluidos liceos agrícolas y escuelas rurales, entre otras.

En la línea de sistema regional de innovación hortofrutícola, con la finalidad de generar una visión de desarrollo compartida a través de una metodología de innovación participativa, el Centro conformó un grupo de acción permanente, con participación de las Secretarías Regionales Ministeriales de Agricultura y de Medio Ambiente, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y otras entidades de los sectores público y privado. El objetivo fue impulsar el mapa de acción tendiente a potenciar el desarrollo agrícola de la región, definido previamente en un taller sobre visión del desarrollo regional.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Con una visión integral del desarrollo del territorio, que abarca los aspectos sociales, culturales y ambientales, junto con los económicos, el centro Ceres está trabajando para impulsar en la región una agricultura sustentable y productiva. Restauración biológica de suelos, manejo territorial de insectos, valorización de los espacios rurales y un modelo de innovación participativa para crear un sistema regional de innovación hortofrutícola son algunas de las estrategias que lleva adelante.

En la línea de sistemas hortofrutícolas, el Centro trabaja de manera complementaria en cuatro áreas. En el programa de Restauración Biológica de Suelos aplica el concepto de "suelo vivo", considerando como factores de pérdida de sustentabilidad y productividad agrícola la compactación de suelos, la disminución de infiltración y capacidad de retención de agua, la disminución del



La unidad demostrativa de técnicas agroecológicas del Ceres permite transferir a pequeños agricultores principios de agroecología y sustentabilidad para la producción de alimentos diversos y sanos.

espacio poroso, el decaimiento productivo prematuro y el aumento de los costos derivados del mayor requerimiento de insumos químicos para sostener la producción. Los resultados más significativos en esta área han sido la validación y aplicación de cinco indicadores de la condición biológica del suelo. La primera contribución ha consistido en desarrollar y validar en la región métodos y herramientas que permiten a los agricultores percibir la condición biológica de sus suelos y motivarlos a intervenir para restaurar su pleno potencial biológico.

En el programa Manejo Territorial de Insectos, con el propósito de racionalizar el uso de agroquímicos, el Centro trabaja para generar conocimientos sobre la dinámica territorial de los insectos como base para diseñar estrategias de manejo. El esfuerzo se ha orientado a desarrollar un modelo predictivo multifactorial de la mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y una estrategia para la protección del patrimonio apícola de la región. Se diseñó y puso en operación una plataforma digital de trabajo versión 1.0, para el seguimiento y análisis de la dinámica poblacional predial y territorial de la mosquita blanca de los invernaderos, a fin de elaborar un modelo predictivo multifactorial como componente de una estrategia de manejo territorial de otros insectos. Se inició asimismo el estudio de la curva poblacional del parásito *Varroa destructor* en apiarios de la región y el desarrollo de una herramienta de laboratorio que evalúa efectos letales y subletales de los productos químicos sobre *Apis mellifera.*

En mejoramiento genético en cerezos, se ha avanzado en la producción de los híbridos segregantes previstos, desarrollando protocolos de hibridación exitosos (lo que ha permitido disminuir el tiempo y los costos de la polinización artificial), con caracterización por parte de un panel de expertos de los parentales a usar. También se ha abordado el aumento de la germinación de semillas, que normalmente tienen rendimientos cercanos al 10%, y se ha trabajado con empresas exportadoras, productoras de fruta y viveros en la determinación de características de la fruta de interés para la industria. Investigadores del Centro conocieron además la experiencia del valle del Jerte, en España, donde se produce la cereza "picota del Jerte", con denominación de origen, que sostiene el desarrollo de todo el valle en términos productivos y turísticos, y participaron en un taller del proyecto en cerezas COST (Cooperation in Science and Technology in Europe), que reúne a 21 países, con el propósito de formar redes de investigación en esta especie dentro de Europa.

En aseguramiento de la productividad y calidad de semillas, el Centro ha logrado desarrollar, implementar y aplicar metodologías de seguimiento y evaluación de eventos de la reproducción (floración, polen, polinización, fecundación). Estas herramientas han servido de apoyo a los procesos productivos y se han aplicado también en nuevas especies, en las que se requiere información para evaluar pérdidas de rendimiento de frutos o semillas. Este trabajo se ha desarrollado en estrecha vinculación con empresas regionales, principalmente mediante la prestación de servicios especializados.

En la línea de sistemas territoriales, el Centro ha generado información en dos ámbitos. En información territorial regional, realizó un levantamiento y



En el área de paisaje, territorio y desarrollo rural, el Centro elabora estrategias de ordenamiento territorial rural a diferentes escalas, que aseguren un uso múltiple, armónico y sostenible del territorio y sus paisajes, con el fin de contribuir al buen vivir de sus habitantes.

sistematización de información territorial física, social y productiva sobre la región, lo que ha permitido contar con una base sólida para la generación de proyectos de intervención territorial. En caracterización de predios, ha descrito geográfica, física y productivamente una diversidad de predios agrícolas en valles y serranías, de distinto tamaño y en diferentes condiciones territoriales y culturales, lo que ha permitido obtener una amplia visión de los diversos estilos y limitantes que caracterizan la agricultura regional.

El centro Ceres ha implementado también una unidad predial demostrativa de técnicas agrícolas sustentables, ubicada en la Estación Experimental La Palma (Quillota) de la PUCV. Se trata de un módulo agroecológico, que permite transferir y socializar en la comunidad agrícola las técnicas de agroecología, otorgando al pequeño agricultor herramientas para el autoabastecimiento y la comercialización de productos de calidad.

El trabajo en la línea de sistema de innovación regional hortofrutícola se ha llevado adelante sobre la base de un modelo de innovación participativa. El Centro ha convocado a los actores relevantes de los ámbitos productivo, público y del conocimiento de la región, para abordar principalmente tres áreas: metodología y activación de innovaciones, innovación hídrica e innovación laboral. Como resultado de este proceso, se han generado los siguientes resultados:

- *Mapa de Acción del Sistema Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso*, organizado en diez ejes, cada uno de los cuales incluye líneas de acción establecidas (con actores, actividades e impacto) y líneas de acción potenciales.
- Perfil de Proyecto de Innovación *"Diseño e implementación de un sistema permanente de gobernanza de los recursos hídricos de la Región de Valparaíso"*, diseñado para responder al requerimiento de construir gobernanza eficaz y coherente de los recursos hídricos de la región, que permita proteger los ecosistemas de los que depende el recurso, conocer y priorizar las necesidades, disponibilidades, calidades y usos, desarrollar sistemas eficientes de acumulación, control, distribución y uso, asegurar la participación equitativa en los beneficios del agua, y generar la conciencia y el compromiso de los actores regionales.
- Cartera Estratégica de Innovaciones: en cinco ámbitos complementarios, incluye las innovaciones culturales, de gobernanza y gestión, de infraestructura y tecnológicas para la *"Gestión integral del recurso hídrico en la Región de Valparaíso"*, las innovaciones que debería impulsar la región para el *"Mejoramiento de las condiciones laborales en la hortofruticultura"*, y las innovaciones que debería impulsar la región para asegurar la sustentabilidad y competitividad en materia de *"Desarrollo de tecnologías sustentables para el manejo del recurso suelo"*, *"Desarrollo de conocimiento y competencias para la fruticultura empresarial"* y *"Desarrollo de conocimiento y competencias para la horticultura empresarial"*.

En el marco de sus diversas líneas, el equipo del centro Ceres ejecutó entre 2012 y 2014 un conjunto de 11 proyectos[5]. Sus investigadores elaboraron en ese período 7 artículos científicos (ISI), que fueron publicados en revistas con un índice de impacto promedio de 1,033. Produjeron asimismo 9 trabajos científicos que fueron presentados en 8 congresos. El Centro apoyó también el desarrollo de 6 tesis de magíster y 2 tesis de pregrado en materias vinculadas a sus líneas de trabajo.

[5] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2012	2013	2014	Período 2012-2014
Publicaciones ISI	1	2	4	7
Índice de impacto	0,310	1,004	1,229	1,033
Publicaciones no ISI	1	0	2	3
Número de trabajos presentados en congresos científicos	2	4	3	9
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	2	1	5	8
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	4	3	3	6
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	0	0	2	2

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TURISMO Y PATRIMONIO DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

CITYP

REGIÓN DE VALPARAÍSO

www.cityp.org - cityp@cityp.org - (56-34) 2425974

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 8.461.149 (8,2% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (16,8%), transporte y comunicaciones (14,5%), industria manufacturera (14,3%), servicios personales (12,4%) y comercio, restaurantes y hoteles (8,0%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 100.558 empresas, que cuentan con 585.709 trabajadores dependientes. Un 66,2% son microempresas, donde se desempeñan el 10,1% de los trabajadores. El sector de hoteles y restaurantes reúne al 4,9% del total de empresas y el 4,4% de los trabajadores dependientes.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 5.961 (7,8% del total nacional). La minería origina el 54,6%, la industria el 29,2% y el sector silvoagropecuario y pesca el 15,0%. Como sectores específicos dentro de los anteriores, destacan la minería de cobre y hierro (54,5%) y la fruticultura (13,7%).

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 13 universidades, incluidas la Pontificia Univ. Católica de Valparaíso, la Univ. de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, la Univ. de Valparaíso y la Univ. Técnica Federico Santa María, de la propia región. En 2014, la oferta de postgrados en la región fue de 31 programas de doctorado y 148 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (47), ciencias (32), educación (29), ingeniería, industria y construcción (29) y humanidades y arte (18).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 4 del país (índice de 0,531). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" se sitúa en el lugar 5.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 18,8% (frente a un valor nacional de 23,7%). Las tasas de innovación tecnológica y no tecnológica alcanzan el mismo valor (15,4%) y son inferiores a los valores nacionales (18,8% y 16,4% respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 6.115 artículos (9,6% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa de 5,9% en el período. La proporción de colaboración internacional fue de 53,2% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción es de 1,15 y disminuye a 0,75 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo Región de Valparaíso 2020* se plantea la visión de una región caracterizada, entre otros rasgos, por un desarrollo equitativo y solidario de todos sus territorios, "gracias a la protección y puesta en valor de las personas, el patrimonio, su paisaje y recursos naturales"; una economía diversificada y un crecimiento sostenido que se destaca por la dinámica de sus servicios, logística y sectores productivos; y una alta vinculación de sus universidades y centros de investigación con el sector público y las empresas, que ha permitido impulsar procesos de innovación, favoreciendo la competitividad y el desarrollo regional. Entre los ejes propuestos para concretar esa visión se incluyen, en materia económica, "la dinamización del sistema productivo regional para el crecimiento económico y la generación de empleo", destacando el objetivo de potenciar a la región como destino turístico nacional e internacional, así como otros sectores de actividad.

En la *Estrategia Regional de Innovación* (2014) se plantean un conjunto de ejes estratégicos para potenciar el desarrollo y fortalecimiento de la innovación en las empresas y, ante la necesidad de focalizar, se seleccionan cuatro polos de actividad: logística, agroalimentario, turismo sostenible e industrias creativas. En turismo sostenible, se incluyen todas las actividades que las personas desarrollan durante sus viajes, alojamiento, restaurantes, transporte, ocio, actividades deportivas, actividades recreativas y de entretenimiento, compras, agencias de viajes y operadores turísticos, que sean respetuosas con el medio natural, cultural y social, permitiendo disfrutar de un intercambio de experiencias entre visitantes y residentes.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TURISMO Y PATRIMONIO DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

El CITYP se creó en 2011. Está conformado por el Gobierno Regional de Valparaíso, la Corporación de Desarrollo Pro Aconcagua, la Universidad de Valparaíso (UV) y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Hasta que el Centro obtenga personalidad jurídica, la Corporación de Desarrollo Pro Aconcagua actúa como entidad jurídica representante. El director del Centro es Jorge Negrete (Dr.(c)).

El Centro trabaja con la misión de generar nuevo conocimiento científico y tecnológico en turismo de intereses especiales y patrimonio en las provincias de Los Andes y San Felipe; impulsar un modelo de cooperación público-privada entre la red de los agentes de ciencia, tecnología e innovación y la industria, para mejorar la competitividad del sector turístico y patrimonial en dichas provincias, y liderar su transformación hacia un sector intensivo en conocimiento.

Como visión, el Centro se ha propuesto liderar la investigación y la difusión del conocimiento científico y tecnológico en turismo de intereses especiales y patrimonio en las provincias de Los Andes y San Felipe, consolidándose como un referente regional, nacional e internacional en la creación de capital científico y en el desarrollo de productos y servicios patrimoniales y turísticos.

OBJETIVOS

Los objetivos del CITYP son fortalecer la base científica y tecnológica para la Región de Valparaíso, a través de un conjunto integrado de proyectos, programas y estudios en patrimonio y turismo de intereses especiales que producirán nuevo conocimiento y nuevas aplicaciones, contribuyendo a la formación e inserción de capital humano requerido para la región; utilizar los resultados de sus investigaciones para contribuir al desarrollo regional en las áreas de patrimonio y de turismo de intereses especiales, mediante un conjunto de programas que aseguren la explotación de los nuevos conocimientos y los avances tecnológicos entre los agentes públicos y el tejido empresarial; y diseñar e implementar un modelo de transferencia tecnológica, que permita la propagación del conocimiento y estimule la utilización de los nuevos procesos, sistemas, servicios y productos turísticos y patrimoniales generados por el Centro, con el fin de favorecer un sistema territorial de innovación y de emprendimiento.

Para ello, el CITYP trabaja en dos líneas de investigación, turismo de intereses especiales y patrimonio.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

TURISMO DE INTERESES ESPECIALES

Objetivo: conocer el modelo territorial y el modelo turístico existente en el territorio, identificando sus condicionantes, y proponer, desarrollar e implantar un modelo sostenible para el desarrollo del turismo de intereses especiales, a través de investigaciones en las áreas de trabajo de turismo y sostenibilidad, gestión de los destinos turísticos, y nuevas tecnologías y turismo.

Equipo técnico: Laura Malermo (M.Sc., coordinadora de la línea, CITYP). Investigadores contratados por el CITYP: Felipe Lazo (Dr.(c)), Juan Luis Delgado (Lic.) y Sandrino Llano (Lic.). Investigadores de las instituciones socias: Claudio Carrasco (Dr., UV), Andrés Garcés (Dr., PUCV), Carlos Lara (Dr., UV) y Luis Álvarez (M.Sc., PUCV). Apoyo a la investigación (CITYP): Rubén Cecenque (Lic.).

PATRIMONIO

Objetivo: conocer, preservar, conservar, poner en valor y gestionar el patrimonio arqueológico, histórico/cultural y natural de la Región de Valparaíso, mediante el desarrollo de investigación básica y aplicada en las áreas de trabajo de patrimonio arqueológico, patrimonio histórico-cultural y patrimonio natural.

Equipo técnico: Abel Cortez (Dr.(c), coordinador de la línea, CITYP). Investigadores contratados por el CITYP: Gabriela Carmona (Dra.(c)), Doris Sanhueza (M.Sc.) y Cristian Urzúa (Lic.). Investigadores de las instituciones socias: David Luza (Dr., PUCV), María Ximena Urbina (Dra., PUCV), Manuel Hernández (M.Sc., UV), Ángela Herrera (M.Sc., UV) y José Miguel Ramírez (Lic., UV). Apoyo a la investigación (CITYP): Rubén Cecenque (Lic.).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.



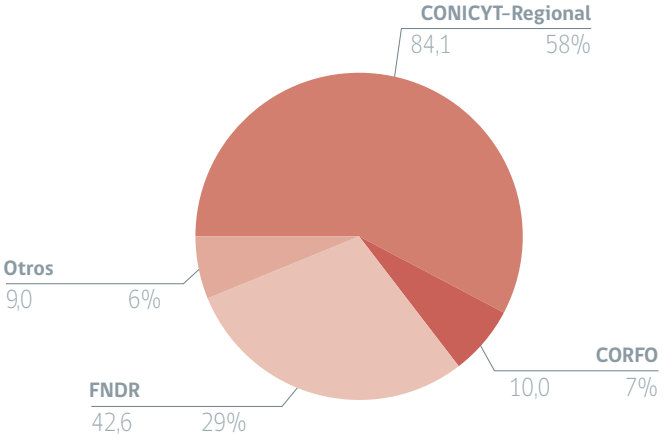
Mediante el fortalecimiento del turismo de intereses especiales y el patrimonio, el CITYP busca contribuir a la descentralización dentro de la región, favoreciendo la generación de un polo de desarrollo en la Región de Valparaíso Interior.

RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2012-2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*		----
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Valparaíso	MM$	727,3
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	145,7

* El Centro se creó por iniciativa del Gobierno Regional y no cuenta con financiamiento basal de CONICYT, pero sí con su soporte técnico y con recursos concursables a través de convocatorias para el fortalecimiento de los centros regionales.

CITYP: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2012-2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CITYP y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CITYP

El CITYP se plantea como un centro científico y tecnológico para el desarrollo sostenible del turismo de intereses especiales y del patrimonio en la Región de Valparaíso. En sus dos líneas de investigación, trabaja por medio del desarrollo de proyectos, programas y estudios que contribuyan a fomentar la investigación, la innovación, la transferencia tecnológica y la formación de capital humano avanzado, para aportar al desarrollo competitivo del territorio en que se inserta.

En particular, busca aportar a mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas turísticas, mediante la creación de cadenas de valor innovativas a partir de los resultados de sus investigaciones, impulsando un modelo de cooperación público-privada entre la red de los agentes de CTI y la industria. De manera complementaria, su actividad se orienta también a potenciar los recursos humanos públicos y privados, especializados en turismo y patrimonio.

Junto con consolidar el capital humano especializado del Centro, se ha propuesto también fortalecer las capacidades de investigación, mediante la formulación y el desarrollo de proyectos en turismo y patrimonio, a escala local, regional, nacional e internacional. Como resultado de estas iniciativas, el CITYP busca aportar soluciones viables y oportunas a problemas relacionados con el turismo de intereses especiales y el patrimonio, de manera de sentar las bases para el desarrollo de un modelo turístico sostenible, en armonía con la naturaleza, la cultura local y el crecimiento económico de las provincias de Los Andes y San Felipe.



[3] En pesos corrientes de cada año.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La actividad del CITYP se vincula claramente con las estrategias regionales tanto de desarrollo como de innovación, que destacan el turismo entre las actividades fundamentales para el desarrollo económico de la región. La primera de las estrategias pone énfasis en el desarrollo equitativo de todos los territorios -una preocupación muy presente en la actividad del CITYP, que ha apostado por la descentralización dentro de la región-, como resultado de la puesta en valor de las personas, el patrimonio y el paisaje, propósito que está en la base de la actividad del Centro. Su apuesta se orienta justamente al turismo sostenible, basado en el respeto, así como el rescate y la valoración, del medio natural, cultural y social, como lo propone la estrategia regional de innovación.

Para ello, el CITYP cuenta con las capacidades especializadas de su equipo de investigadores, de la propia entidad y de dos universidades socias, quienes en las distintas iniciativas trabajan en colaboración con organismos públicos y actores de las comunidades involucradas. El objetivo del CITYP se enmarca asimismo en los lineamientos estratégicos de desarrollo turístico y patrimonial del Valle de Aconcagua.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El equipo técnico del CITYP está integrado por 18 personas, 9 contratadas por el Centro y 9 de las instituciones socias, incluidos 5 investigadores con grado de doctor y 9 investigadores con grado de magíster[4]. Del conjunto de investigadores, profesionales y técnicos, 9 trabajan en la línea de turismo y 10 en la línea de patrimonio[5]. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión conformado por 5 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	0	5	5
Investigadores con grado de magíster	6	3	9
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	3	1	4
Total	9	9	18

El Centro está ubicado en la ciudad de Los Andes y opera en el edificio patrimonial de la Ex Estación de Ferrocarriles de la ciudad, en dependencias asignadas a la Corporación de Desarrollo Pro Aconcagua. De este modo, busca contribuir a la descentralización dentro de la región, favoreciendo, sobre todo desde 2015, la generación de un polo de desarrollo en la Región de Valparaíso Interior, especialmente en las provincias de Los Andes y San Felipe. El Centro tiene asimismo particular preocupación por el turismo de intereses especiales y el patrimonio de las áreas más desfavorecidas y apartadas de los principales centros urbanos, donde aspira a impulsar el desarrollo local a partir de sus recursos y fuerzas endógenas.

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

[5] Una persona trabaja en ambas líneas de investigación.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

En el ámbito internacional, el CITYP tiene convenios de trabajo conjunto con Developing Natural Activities (DNA) (España), para el desarrollo de proyectos de carácter académico, científico y cultural, que contribuyan al logro de los objetivos de ambas instituciones; y con el Instituto de Turismo Responsable de España. También tiene un acuerdo de trabajo con la Université Montpellier (Francia), por intermedio del programa de Master en Turismo y Desarrollo Sostenible de los Territorios.

El Centro se encuentra actualmente trabajando en el establecimiento de convenios de colaboración con otras entidades del exterior, como la Universidad Ca'Foscari de Venecia (Italia), la Universidad de Colorado (Estados Unidos) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en Mendoza (Argentina), para abordar diversas áreas de interés en el marco de sus líneas de trabajo.

Vinculación con el medio

El trabajo del CITYP cuenta con la activa participación de entidades gubernamentales relacionadas con el patrimonio y el turismo, como el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), el Consejo de Monumentos Nacionales, municipios, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), cámaras de comercio y turismo y asociaciones gremiales, que contribuyen al trabajo del Centro, en materia de información, metodologías y trabajo con la comunidad, entre otros ámbitos.

El Centro ha participado de manera permanente en instancias de relevancia para el desarrollo turístico y cultural de la región, como la Mesa de Turismo Cultural organizada por el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes (en el subcomité de la Ley de Donaciones

Culturales). También fue parte de la 32a Reunión del Comité de Integración Paso Internacional Sistema Cristo Redentor.

En el desarrollo de estudios, ha trabajado con la Fundación Empresarial Comunidad Europea Chile (Eurochile), en la transferencia, difusión e implementación de buenas prácticas ambientales y turísticas a las empresas de la red de turismo sustentable de la Región de Aysén. También formó parte del proyecto de Pro Aconcagua denominado "Aconcagua Turismo 2020", que dio origen al Plan Estratégico de Ordenación y Promoción del Turismo en el Valle del Aconcagua 2014-2020, un gran acuerdo sobre los objetivos, metas y estrategias de turismo del valle, construido sobre la base de una visión de desarrollo compartida.

El CITYP también participa activamente en las redes del Programa Explora de CONICYT, en las que integra la Red de Cultura Científica, un espacio común de vínculo entre organizaciones culturales, académicas y sociales, orientada hacia la acción y la reflexión sobre el influjo de la ciencia y sus beneficios sobre la cultura. Asimismo, se vincula con la comunidad por medio de la difusión del patrimonio natural y cultural, a través de revistas científicas y medios de comunicación.



Como resultado de su actividad de investigación y desarrollo, el Centro aspira a transferir conocimiento a la industria regional del turismo y estimular la incorporación de nuevos procesos, sistemas, servicios y productos turísticos y patrimoniales.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Radicado en el centro del territorio al que orienta su trabajo, el CITYP está aportando al reconocimiento, restauración y puesta en valor del patrimonio natural, cultural y social con que cuenta la región. Uniendo el conocimiento especializado a la actividad con entidades públicas y comunidades, está trabajando para impulsar el desarrollo sustentable del turismo en la Región de Valparaíso.

En el período 2011-2014, la línea de patrimonio del CITYP se vinculó con una diversa gama de actores del territorio y generó diagnósticos en que se integraron las miradas al patrimonio existente en la región, lo que permitió proyectar el trabajo de la línea en cuanto a materias y territorios, así como comprender el rol del Centro respecto a los demás actores en torno a la conservación y sostenibilidad patrimonial de la región, y su aprovechamiento para el turismo de intereses especiales.

El trabajo de la línea logró consolidar un inventario del patrimonio de la región, las entidades vinculadas a él y las normas vigentes sobre su gestión, información que fue integrada al Sistema de Información Geográfica del Centro, lo que ha permitido generar cartografías temáticas así como definir acciones por áreas.

El equipo de esta línea formuló también propuestas en conjunto con municipios, para favorecer un desarrollo económico con identidad patrimonial. En particular, se desarrolló un proyecto con la municipalidad de Puchuncaví, de Puesta en Valor de la Colección Paleontológica del Museo de Historia Natural de esa localidad.

Otra iniciativa destacada fue un programa para la restauración de las fachadas en sistemas de tierra cruda de casas con valor patrimonial en el sector Centenario de Los Andes (Alto Aconcagua), un proyecto de rescate y puesta en valor del patrimonio material e inmaterial asociado a las edificaciones construidas en tierra cruda (adobe y otras técnicas), impulsando acciones con actores públicos, la comunidad y estudiantes de la zona. Mediante el reconocimiento de una identidad territorial del Valle del Aconcagua, el propósito fue iniciar la preservación de un patrimonio cotidiano y habitacional en un sector de la ciudad, involucrando a los habitantes de las viviendas seleccionadas.

En el sector costero, en Ritoque, otra iniciativa relevante de esta línea de trabajo fue el proyecto

"Accesibilidad, continuidad e interpretación de los componentes culturales y naturales del Parque Cultural Amereida".

El trabajo en esta línea abordó también materias asociadas a la geobiodiversidad de la región, incluyendo la relevancia que representa para los territorios con potencial ecoturístico.

En el ámbito del patrimonio arqueológico, teniendo presente el potencial del turismo asociado al arte rupestre, los esfuerzos se focalizaron en el Valle de Aconcagua, donde se desarrolló una asesoría para la proyección del Parque Arqueológico Paidahuén, y se presentó un proyecto para definir su estado de conservación y una propuesta integral de gestión. Con el propósito de fortalecer las capacidades del equipo en este ámbito, se asistió a una pasantía en conservación y restauración del patrimonio en La Habana (Cuba) y posteriormente se realizó un proyecto para la implementación de una de las metodologías adquiridas.

Desarrollada en Valparaíso, otra iniciativa de interés fue el proyecto "Manifestaciones patrimoniales culturales y su relación con el territorio y la nueva museología, para la formulación de un Modelo de Relato Expositivo de la Historia de la ciudad de Valparaíso". Su objetivo fue contribuir a la construcción de la memoria cultural de esa ciudad, configurándose en torno al patrimonio cultural, las características del territorio y el reconocimiento de la relevancia del Museo Contemporáneo como un espacio que concentra el conocimiento de un lugar y establece una relación vinculante con los habitantes y promueve su protección.

En la línea de turismo, se realizaron diagnósticos de las necesidades turísticas de diversas comunas de la región y se identificó como principal foco de actividad la relación entre paisajes culturales, turismo y gobernanza, estrechamente vinculada con los propósitos e insumos del área de patrimonio.

Entre los proyectos desarrollados por la línea, destaca el "Plan Estratégico de Ordenación y Promoción del Turismo en el Valle de Aconcagua, desarrollo del sector turístico del valle sobre la base de la innovación y la sostenibilidad", cuyo objetivo fue desarrollar el sector turístico del valle incorporando, junto a la innovación y la sostenibilidad, los componentes de ordenamiento territorial y promoción, así como la creación de una gerencia de destinos. En ese marco, se realizaron un conjunto de valiosos estudios técnicos en terreno sobre oferta y demanda, así como talleres para empresarios y funcionarios, conducidos por expertos internacionales. En esta zona, se desarrolló también la Feria Gourmet Tradicional del Valle de Aconcagua, en conjunto con la municipalidad de Rinconada.



También fue de gran interés el proyecto denominado "Estudios de línea base para levantar expedientes de sitios de alto valor para la conservación de la Quinta Región de Valparaíso, dunas de Ritoque, humedal de Mantagua, tranques Las Cenizas-La Invernada, humedal Los Maitenes y acantilados de Quirilluca", financiado por el Ministerio del Medio Ambiente.

La línea prestó asimismo servicios de asesoría en materia de sostenibilidad turística, en el marco de la iniciativa con Eurochile realizada en Aysén, antes mencionada.

En el período 2012-2014, el CITYP desarrolló un conjunto de 9 proyectos[6]. Como resultado de su trabajo, se elaboró 1 publicación científica (ISI), que se publicó en una revista con un índice de impacto de 2,855. Sus investigadores produjeron 22 trabajos científicos, que fueron presentados en 19 congresos. En ese período, el Centro apoyó también el desarrollo de 1 tesis de doctorado, 3 tesis de magíster y 7 tesis de pregrado en temas asociados a sus líneas de investigación.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2012	2013	2014	Período 2012-2014
Publicaciones ISI	0	0	1	1
Índice de impacto	-	-	2,855	2,855
Publicaciones no ISI	0	2	1	3
Número de trabajos presentados en congresos científicos	1	12	9	22
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	1	10	8	19
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	0	4	1	4
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	0	7	6	7

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.





CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN FRUTICULTURA
CEAF

REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

www.ceaf.cl - contacto@ceaf.cl - (56-72) 2445000

CONTEXTO REGIONAL [1]

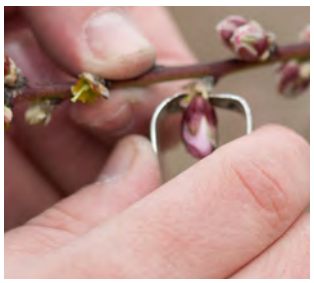
PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

PIB regional (2013)	MM$ 4.645.386 (4,5% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (25,6%), industria manufacturera (13,2%), sector agropecuario y silvícola (12,0%) y construcción (9,2%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 53.334 empresas, que cuentan con 347.918 trabajadores dependientes. En su mayoría (68,4%) se trata de microempresas, donde se desempeñan el 10,7% de los trabajadores. El sector silvoagropecuario concentra el 21,8% de las empresas y el 35,2% de los trabajadores.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 3.894 (5,1% del total nacional). El sector silvoagropecuario y pesca origina el 35,6% de las exportaciones de la región, incluyendo un 31,8% correspondiente a la fruticultura. La industria genera el 34,1% y la industria de alimentos, en particular, el 24,8%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 9 universidades, que concentran su actividad en la docencia (sin realizar investigación), todas las cuales tienen su sede central en otras regiones. En 2014, solo se dictaba un programa de postgrado (un magíster, en el área de educación). Cabe destacar que a mediados de 2015 está en discusión la ley para la creación de una universidad estatal en la Región de O'Higgins.
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 12 del país (índice de 0,290). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 14.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 31,8% (frente a un 23,7% nacional). La tasa de innovación tecnológica (27,2%) es más alta que la de innovación no tecnológica (16,8%) y ambas superan las tasas nacionales (de 18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 76 artículos (0,1% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa promedio de 2,5% en ese período. La proporción de colaboración internacional fue de 39,5% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción regional es de 0,66 y disminuye a 0,12 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.



ESTRATEGIAS REGIONALES

La *Estrategia Regional de Desarrollo 2011-2020* plantea una visión de la Región de O'Higgins como potencia agroalimentaria, sustentable, integrada al mundo y cuyo principal capital son las personas. En la dimensión económico-productiva, la estrategia destaca el sector agroalimentario y forestal, y define el objetivo de "desarrollar la región como potencia agroalimentaria, fortaleciendo las condiciones para lograr su sustentabilidad, apoyando la innovación y el uso de nuevas tecnologías, fortaleciendo el capital humano y promoviendo la asociatividad de los actores".

La *Estrategia Regional de Innovación 2012-2015*, en tanto, plantea el objetivo de "fomentar la innovación empresarial, fortaleciendo las capacidades y articulaciones del sistema regional de innovación, con el fin de promover un incremento sostenible de la competitividad de la región" y define una visión de la región como "líder en innovación para la competitividad en los sectores agroalimentario, turismo y minería". Para lograrlo, se propone la misión de potenciar y articular el sistema regional de innovación, conectando la oferta de I+D+i con las necesidades de las empresas y fortaleciendo el capital humano, entre otros aspectos.

CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN FRUTICULTURA (CEAF)

El CEAF se creó en 2009 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2014. Sus socios fundadores son el Gobierno Regional de O'Higgins, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad de Chile y la Asociación de Productores y Exportadores de la Región de O'Higgins (ASPROEX). En 2015, su director es Mauricio Ortiz (interino).

El CEAF trabaja con la misión de mejorar la competitividad, rentabilidad y sustentabilidad de la industria frutícola regional y nacional, a través de soluciones científicas y tecnológicas que sean resultado de investigaciones y desarrollos propios o en colaboración, generando capital humano de investigación de categoría internacional y productos científicos y tecnológicos que aporten valor a la industria. El Centro aspira a ser a corto plazo un oferente válido en ciencia y tecnología, que cumpla con la misión que se ha planteado de impulsar la industria frutícola de la región.

OBJETIVOS

El CEAF se creó con el objetivo de establecer en la Región de O'Higgins un Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura que agrupara a científicos de primer nivel, capaces de interactuar con grupos de investigación de nivel internacional y desarrollar productos científicos y tecnológicos útiles a la industria frutícola y a la mejora de la competitividad científica y tecnológica de la región. El Centro trabaja para desarrollar investigaciones que busquen soluciones a problemas de la fruticultura local y obtener métodos y productos tecnológicos innovadores y amigables con el medio ambiente, que mejoren la productividad de especies frutales claves para la región. Para ello, desarrolla su actividad en cuatro líneas de investigación: mejoramiento genético, genómica, fisiología del estrés y agronomía.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

MEJORAMIENTO GENÉTICO

Objetivo: establecer las bases para el desarrollo de portainjertos clonales para frutales de carozos.

Equipo técnico: Felipe Gainza (Dr., coordinador de la línea, CEAF). Investigadores contratados por el CEAF: Verónica Guajardo (postdoctorado) e Ismael Opazo (M.Sc.). Investigadores de las instituciones socias: Carlos Muñoz (Ph.D., U. de Chile) y Gamalier Lemus (M.Sc., INIA). Apoyo a la investigación (CEAF): Sergio Millaleo.

GENÓMICA

Objetivo: caracterizar molecularmente diversos portainjertos clonales de frutales de carozos en cuanto a su potencial de crecimiento, mediante el estudio de genes relacionados con la adaptación a condiciones extremas de disponibilidad de agua y nutrientes.

Equipo técnico: Rubén Almada (Dr., coordinador de la línea, CEAF). Investigador contratado por el CEAF: Ariel Salvatierra (postdoctorado). Investigadores de las instituciones socias: Patricio Hinrichsen (Ph.D., INIA) y Boris Sagredo (Ph.D., INIA). Apoyo a la investigación (CEAF): Ixia Lienqueo (Lic.).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

FISIOLOGÍA DEL ESTRÉS

Objetivo: estudiar los parámetros fisiológicos y bioquímicos críticos asociados a la tolerancia al estrés por hipoxia y sequía en portainjertos de *Prunus*, los que permitirán caracterizar y seleccionar en forma eficiente genotipos tolerantes.

Equipo técnico: Paula Pimentel (Dra., coordinadora de la línea, CEAF). Investigador contratado por el CEAF: Guillermo Toro (Dr.(c)). Investigadores de las instituciones socias: Claudio Pastenes (Ph.D., U. de Chile), María Teresa Pino (Ph.D., INIA) y Manuel Pinto (Dr., INIA). Apoyo a la investigación (CEAF): Marcia Bravo.

AGRONOMÍA

Objetivo: establecer relaciones hídricas en portainjertos de *Prunus* en condiciones de suelos limitantes de la región, y establecer y optimizar el manejo del suelo y de los residuos vegetales.

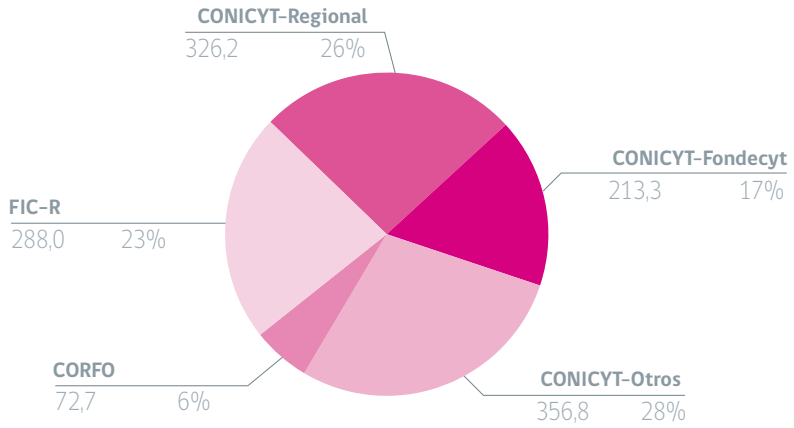
Equipo técnico: Mauricio Ortiz (Dr., coordinador de la línea, CEAF). Investigadores contratados por el CEAF: Michelle Morales (Dr.(c)) y José Neira (Dr.(c)). Investigadores de las instituciones socias: Edmundo Acevedo (Ph.D., U. de Chile), Alejandro Antúnez (Ph.D., INIA) y Gabriel Sellés (Dr., INIA). Apoyo a la investigación (CEAF): Marcelo Rivera.

RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT *	MM$	800,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de O'Higgins	MM$	800,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	1.256,9

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2019.

CEAF: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CEAF y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CEAF

La Región de O'Higgins, con 25.684 ha de durazneros, nectarines, ciruelos y cerezos, concentra cerca del 50% de la superficie nacional de estas especies y su fruticultura genera casi un tercio del valor de sus exportaciones. En ese contexto, el CEAF trabaja para apoyar el desarrollo de la fruticultura regional y ofrecer soluciones a los principales problemas que limitan su expansión.

Con ese objetivo, el CEAF implementó, como un componente central de su trabajo, un Programa de Mejoramiento Genético (PMG) de portainjertos para frutales del género *Prunus* (ciruelo, duraznero, almendro, damasco, cerezo), a fin de seleccionar material que reúna características de compatibilidad y comportamiento agronómico superiores a las de los portainjertos que hoy se comercializan. El programa también busca favorecer las características de bajo vigor, resistencia y/o tolerancia a factores de estrés

[3] En pesos corrientes de cada año.

abiótico (sequía, salinidad y asfixia radical o hipoxia) y resistencia múltiple a las principales plagas y enfermedades del suelo, de modo de hacer frente a los diversos factores que limitan el desarrollo de estos cultivos en la región.

Para ello, se definió como estrategia la creación de híbridos clonales interespecíficos, es decir, la búsqueda de cruzamientos entre especies diferentes del género *Prunus*, que permitan superar las barreras de resistencia a diferentes estreses bióticos y abióticos.

La labor de las otras líneas de investigación se ha definido como de apoyo al PMG. En las líneas de genómica, fisiología y agronomía se trabaja en el desarrollo de herramientas y técnicas que faciliten la evaluación de las progenies generadas por el PMG, a fin de acelerar el proceso de selección de materiales. De este modo, se espera obtener portainjertos adaptados a las condiciones de suelo y clima en que se establecen los huertos de *Prunus* en la región, así como a las condiciones de las zonas a las que se pueda expandir el cultivo, en la búsqueda de nuevas áreas productivas o por el desplazamiento que pueda imponer el cambio climático.

Las líneas desarrollan además investigaciones tendientes a ampliar el conocimiento en genómica, fisiología, relaciones hídricas y física de suelos, para comprender los mecanismos de adaptación de las raíces ante estreses, incluyendo la implementación de la línea de interacción raíz-microorganismos del suelo y de un sistema de fenotipado a partir del conocimiento de la biología de la raíz de portainjertos de frutales de carozo y su interacción con el medio edáfico y la parte aérea de la planta.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CEAF se inserta claramente en las orientaciones de las estrategias de desarrollo y de innovación de la Región de O'Higgins. Sus principales fortalezas para apoyar la implementación de estas propuestas son su interés por ofrecer soluciones que aporten a fortalecer la competitividad de la industria frutícola regional; su dotación de capacidades humanas de alto nivel y el fortalecimiento de nuevas capacidades especializadas radicadas en la región; su infraestructura y equipamiento científico de última generación; su vinculación con centros científicos especializados, sobre todo del extranjero, y su trabajo conjunto con el sector productivo que será usuario de los resultados de su labor.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

La puesta en marcha del CEAF ha significado un fortalecimiento importante de las capacidades humanas especializadas, en una región que no cuenta con universidades que realicen investigación. Entre los 24 especialistas que se desempeñan en el Centro, se cuentan 15 investigadores con grado de doctor, incluidos 3 coordinadores de línea que se trasladaron a la región con dedicación total al Centro, y 5 investigadores con grado de magíster[4]. Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración conformado por 8 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	6	9	15
Investigadores con grado magíster	4	1	5
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	4	0	4
Total	14	10	24

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



Del conjunto de investigadores, profesionales y técnicos, 6 trabajan en la línea de mejoramiento genético (incluidos 4 contratados por el Centro), 5 en la línea de genómica (3 contratados), 6 en la línea de fisiología del estrés (3 contratados) y 7 en la línea de agronomía (4 contratados). A ellos se suman tesistas de pregrado y magister, varios de los cuales, después de estudiar fuera de la región, volvieron para hacer su tesis en ella, lo que ahora es posible gracias a la presencia del CEAF.

La instalación del CEAF ha significado también la creación de infraestructura de investigación en la Región de O'Higgins: su edificio, en el sector de Los Choapinos (Rengo), cuenta con más de 1.000 m^2 de laboratorios y oficinas, con tecnología de punta y una inversión de 542 millones de pesos, a lo que se suma la implementación de un campo experimental. El Centro dispone de equipamiento científico de última generación en las áreas molecular, de fisiología y agronomía, con una inversión de 350 millones de pesos, y equipamiento en genómica que es único en la zona. Tiene implementado un laboratorio de microbiología y cromatografía de gases, y cuenta con equipamiento para los estudios de fisiología.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

Para el logro de sus objetivos científicos y tecnológicos, el CEAF ha establecido vínculos de trabajo conjunto con diversas entidades especializadas. Destacan los convenios con el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Agromillora Research, de España, para el traspaso de material genético. Como resultado de ellos, el CEAF, en conjunto con estas dos entidades, tiene hoy materiales (progenies) provenientes de programas de selección en ese país, con 7 u 8 años de selección, cuyas características podrían adaptarse favorablemente a las condiciones de Chile.

El Centro ha establecido también vínculos con el Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) y el Instituto Sophia Agrobiotech, de Francia; las universidades de Wageningen (Países Bajos), Jaume I de Castellón (España) y Clemson de Carolina del Sur (Estados Unidos); y con el National Clonal Germplasm Repository del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Corvallis, Oregon). En el país, tiene acuerdos con laboratorios Labser y con el Centro de Estudios en Alimentos Procesados (CEAP).

Vinculación con el medio

El sector productivo de la región forma parte del Centro a través de uno de sus socios, la Asociación de Productores y Exportadores de la Región de O'Higgins, que reúne a un conjunto de 56 asociados, incluidas empresas productoras y exportadoras de la región. La participación de esta organización ha contribuido a otorgar pertinencia a las líneas de investigación del CEAF y su rol será central cuando el material se lleve a campo y se empiece a evaluar en diferentes lugares, en 2015.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

El CEAF trabaja para desarrollar y ofrecer a los productores nuevas alternativas de portainjertos para frutales del género *Prunus* que respondan a las exigencias de la agricultura moderna y se adapten a las condiciones de suelo y clima de la región y de otras latitudes, así como a las condiciones asociadas al cambio climático. Se trata de un trabajo con un horizonte de largo plazo, para generar material que se usará en Chile y estará disponible también para el resto del mundo.

La estrategia científica adoptada consiste en generar híbridos clonales interespecíficos, que se obtienen cruzando distintas especies de *Prunus*. En estos primeros cinco años, el foco se ha puesto en generar los materiales (progenies), con el fin de seleccionar aquellos que serán comerciales dentro de una década. Con la infraestructura y equipamiento del CEAF, esos tiempos podrían reducirse, desarrollando herramientas de selección temprana.







El banco de polen del CEAF ha permitido ampliar la disponibilidad de germoplasma para el Programa de Mejoramiento Genético de portainjertos de *Prunus*, accediendo a materiales de diversos orígenes con variabilidad para los caracteres de interés.

La apuesta es generar material de portainjertos que se adapten a diversas condiciones edafoclimáticas y latitudes, de modo que no será exclusivo para la región ni para el país, sino que podrá ofrecerse al extranjero. Para eso, se trabaja con diversos caracteres, en particular resistencia a hipoxia (asfixia radical), una condición local de la región, y resistencia a salinidad y sequía, condiciones asociadas al cambio climático y al avance del desierto, que exigirá trasladar los huertos hacia el sur. Otro objetivo es la estructura que generarán los portainjertos. Se apunta a producir árboles más pequeños (enanismo), que permiten establecer huertos peatonales en que toda la fruta se puede cosechar a mano, lo que reduce los costos de cosecha y de mano de obra.

También se busca producir portainjertos que sean compatibles con una amplia gama de variedades locales de alto interés comercial. Los PMG de portainjertos tienen plazos de 15 a 30 años. Los programas de Norteamérica y Europa, que desarrollaron el material que hoy se utiliza en todo el mundo, comenzaron hace 30 años y ya no están operando. Esto representa una ventaja para el programa del CEAF, que trabaja con un horizonte de 30 años más, en un tema que no se está abordando en otro lugar.

Un factor relevante del programa han sido los convenios de coobtención con entidades extranjeras (CSIC y Agromillora), gracias a los cuales el CEAF dispone hoy de materiales que fueron descartados en el programa de selección en España, pero cuyas características genéticas y de comportamiento se podrían adaptar muy bien a las condiciones chilenas. Hoy está comenzando el proceso de selección en el país, aprovechando ese *background* de varios años de selección, de modo que en 5 a 7 años se podría iniciar el escalamiento comercial.

En la etapa actual, el material está listo para iniciar las pruebas en campo, mediante una red de evaluadores que se definirá con el apoyo de ASPROEX, en la región así como en las regiones VII, VIII, IX y X, y en el norte, donde también hay huertos de *Prunus*.

El PMG cuenta con un arboretum que ya reúne 36 genotipos de portainjertos y se espera llegar a 50, lo que constituirá un gran logro, considerando la dificultad de cumplir la normativa fitosanitaria de internación







Mediante la caracterización del estudio fisiológico de la respuesta de portainjertos de *Prunus* a estrés por deficiencia de oxígeno en la zona radical, se busca ofrecer recomendaciones para distintos suelos presentes en la región.

de material. Se ha traído material *in vitro*, sujeto a menores exigencias, y en vez de tener colecciones de árboles, se trae polen. El Centro inició la creación de un banco de polen, compuesto hoy por 85 pólenes distintos, lo que da acceso a materiales que de otra forma sería imposible tener (de China, Estados Unidos y la Federación de Rusia). Existen muy pocos bancos de polen en el mundo y un banco multiespecífico como el del CEAF es pionero. La enorme colección de *Prunus* del Centro ofrece la posibilidad de hacer estudios de biología de desarrollo del polen, estudios de compatibilidad sexual más detallados (moleculares y fisiológicos), que abren paso a una línea de desarrollo científico.

Asimismo, el Centro ha conformado un rizotrón que cuenta con 180 macetas, para el estudio de raíces. En otra área, puso en marcha un sistema de información edafoclimática para los productores agrícolas de la región, al que se accede sin costo a través del sitio *www.ceaf.cl/servicios/*.

En trabajos específicos de las diversas líneas de investigación, se generó un set de marcadores moleculares (microsatélites), que permiten hacer identificación varietal. Esto hizo posible determinar un parámetro fundamental para el PMG, como es la identidad genética de los portainjertos disponibles, y podría ser la base de un servicio para agricultores y viveristas.



También se avanza en el estudio de los mecanismos de tolerancia al estrés por hipoxia y por sequía, y en la medición de parámetros fisiológicos que pueden servir para la selección. Se están probando asimismo 6 variedades de portainjertos de cerezo en condiciones específicas de falta de aire en el suelo, lo que permitirá dar recomendaciones para suelos compactados, de textura fina y otros tipos presentes en la región.

Otra área en que se trabaja es la valorización del manejo de los desechos de poda. Se investiga la influencia de la descomposición del *mulch* sobre las propiedades químicas del suelo. Esta es una práctica común en la región, pero no hay datos de su valorización, de modo que los resultados permitirán informar a los productores sobre las ventajas de un determinado tipo de manejo de este material. Como se trata de un manejo que incorpora carbono, está previsto estudiar su captura, para generar indicadores que permitan promocionar la fruta a partir de esta condición.

Entre 2011 y 2014, el CEAF desarrolló un total de 13 proyectos, incluidos los primeros proyectos Fondecyt adjudicados a la región[5]. Los investigadores del Centro publicaron en ese período un conjunto de 13 artículos ISI, en revistas con un índice de impacto promedio de 2,403. Asimismo, presentaron 82 trabajos en un total de 30 congresos científicos. En el marco del trabajo del Centro se realizaron además 8 tesis de doctorado, 2 tesis de magíster y 10 tesis de pregrado.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	0	7	5	1	13
Índice de impacto	-	2,246	2,436	3,334	2,403
Publicaciones no ISI	1	1	0	1	3
Número de trabajos presentados en congresos científicos	12	31	22	17	82
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	5	8	6	11	30
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	7	6	6	6	10
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	0	1	4	8	10

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.

[5] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/ regional/category/estudios-y-documentos/.





CENTRO DE ESTUDIOS EN ALIMENTOS PROCESADOS **CEAP**

REGIÓN DEL MAULE

www.ceap.cl - info@ceap.cl - (56-71) 2532610

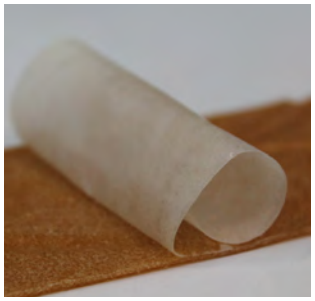
CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 3.502.197 (3,4% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Industria manufacturera (16%), electricidad, gas y agua (15,9%), servicios personales (12,5%), sector agropecuario y silvícola (12,2%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan un total de 68.307 empresas, en las que laboran 345.637 trabajadores dependientes. Un 69,4% de ellas son microempresas, que concentran al 9,7% de los trabajadores. Las empresas del sector agricultura, ganadería y silvicultura son el 26,6% del total y en ellas se desempeñan el 29,7% de los trabajadores dependientes.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 2.270 (3,0% del total nacional). La fruticultura genera el 29,2% del valor de las exportaciones regionales y la industria de alimentos el 19,8%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 9 universidades, incluidas la Universidad de Talca y la Universidad Católica del Maule. En 2014, la oferta de postgrados en la región fue de 9 doctorados y 49 programas de magíster, que se concentraron en las áreas de educación (18 programas), ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (16) y ciencias (9), principalmente.
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 13 del país (índice de 0,290). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 10.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 25,6% (frente a un valor nacional de 23,7%). En materia de innovación tecnológica, la tasa regional (24,8%) es superior a la nacional (18,8%), en tanto que la tasa de innovación no tecnológica de la región (14,9%) es algo inferior a la nacional (16,4%).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 1.733 artículos (2,7% del total nacional). En ese período, el número anual de publicaciones aumentó a una tasa promedio de 7,2%. La proporción de colaboración internacional fue de 44,0% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción es 0,63 y disminuye a 0,54 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.



ESTRATEGIAS REGIONALES

La *Estrategia Regional de Desarrollo Maule 2020* plantea una imagen objetivo del Maule como una región que, entre otros rasgos, "apuesta a convertir a Chile en potencia alimentaria y forestal sobre la base del conocimiento, la innovación y el emprendimiento, fruto de una sostenida articulación público-privada".

Tomando en consideración los distintos efectos que definen el desarrollo, la Estrategia plantea un conjunto de 12 objetivos estratégicos, entre los que se incluye "posicionarse como una región con alta competitividad económica y productiva, a través de su conversión en potencia alimentaria y forestal de Chile y el mundo, en región de servicios y en región turística de intereses especiales". En la dimensión económica, se destaca a las industrias hortofrutícola, vitivinícola y ganadera, entre las actividades principales.

CENTRO DE ESTUDIOS EN ALIMENTOS PROCESADOS (CEAP)

El CEAP se creó en 2009 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2013. Sus socios fundadores son el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad de Talca (U. Talca), la Universidad Católica del Maule (UCM) y las empresas del sector agroindustrial Surfrut Ltda. y Sugal Chile. Su director ejecutivo es Ricardo Díaz (M.Sc.).

El Centro se ha propuesto como misión agregar valor a los productos y procesos de la agroindustria hortofrutícola de la Región del Maule, a través de la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), para aumentar su competitividad a nivel nacional e internacional. Como visión, se plantea ser un centro de investigación y desarrollo de aplicaciones que agreguen valor a las empresas relacionadas con el procesamiento de productos de la agroindustria regional.

OBJETIVOS

El CEAP trabaja con los objetivos estratégicos de generar nuevos productos agroindustriales a nivel de consumidor final; optimizar los procesos agroindustriales en los principales rubros hortofrutícolas de la región; incrementar la sustentabilidad ambiental de las agroindustrias regionales; generar una red de trabajo nacional e internacional, que convierta al Centro en un referente nacional e internacional en I+D+i; dotar al Centro y a la región con investigadores altamente especializados, a través de la atracción y/o formación de nuevos investigadores, y desarrollar tecnologías, productos, procesos y servicios, con aplicación en la industria de los alimentos procesados hortofrutícolas, con el potencial de generar negocios tecnológicos, con impacto en la región.

Para ello, desarrolla tres líneas de investigación, organizadas en el Programa de Desarrollo de Nuevos Productos, el Programa de Mejoramiento de Procesos y el Programa de Manejo Sustentable y Valorización de Residuos.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

PROGRAMA DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS
Objetivo: apoyar a la agroindustria hortofrutícola de la Región del Maule en el desarrollo de nuevos y mejores productos que eleven su competitividad, para lo cual centra su trabajo en tres grandes áreas: mejoraramiento de la calidad y cantidad de frutas y hortalizas utilizadas en el procesamiento agroindustrial; generaración de nuevos productos y/o ingredientes que puedan ser desarrollados por esta industria; y diferenciación de productos a partir de sus características distintivas, nuevas tecnologías de proceso y de su presentación física y sus envases.
Equipo técnico: Aníbal Concha (Ph.D., coordinador de la línea, CEAP). Investigadora contratada por el CEAP: Susana Arredondo (M.Sc.). Investigadores de las instituciones socias: Marcelo Alarcón (Ph.D., U. Talca), Rodrigo Giacamán (Ph.D., U. Talca), Margarita Gutiérrez (Ph.D., U. Talca), Rodrigo Moore (Ph.D., U. Talca), Marco Mora (Ph.D., UCM), Iván Palomo (Ph.D., U. Talca), Iris Pereira (Ph.D., U. Talca), Marisol Reyes (Ph.D., INIA), Guillermo Saud (Ph.D., UCM), Guillermo Schmeda (Ph.D., U. Talca), Carolina Torres (Ph.D., U. Talca), José Antonio Yuri (Ph.D., U. Talca), Cristián Adasme (Ph.D.(c), UCM) y Elba Leiva (M.Sc., U. Talca). Apoyo a la investigación (CEAP): Rosío Rodríguez (Lic.) y Bárbara Sáez (Lic.).

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Objetivo: apoyar a la agroindustria hortofrutícola de la Región del Maule mediante la entrega de soluciones tecnológicas para el mejoramiento de sus procesos, para lo cual centra su trabajo en la generación de conocimiento científico y tecnológico que permita desarrollar nuevas tecnologías para el procesamiento y en la optimización y gestión de procesos agroindustriales.

Equipo técnico: Carlos Zambra (Ph.D., coordinador de la línea, CEAP). Investigador contratado por el CEAP: Francisco Javier Pérez (M.Sc.). Investigadores de las instituciones socias: Marcela González (Ph.D., U. Talca) y Alfredo Iriarte (Ph.D., U. Talca).

PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTABLE Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Objetivo: apoyar el mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la sustentabilidad medioambiental de la agroindustria hortofrutícola de la Región del Maule, para lo cual centra su trabajo en tecnologías innovadoras de manejo de residuos sólidos y lodos, y el tratamiento de residuos líquidos que permitan hacer gestión sustentable de ellos, disminuir los gastos asociados a su manejo y el cumplimiento de las normas correspondientes, y la valorización de residuos de esta industria vía la generación de nuevos subproductos (alimentación animal, fuente de energía, entre otros) o de la búsqueda de propiedades funcionales en los residuos.

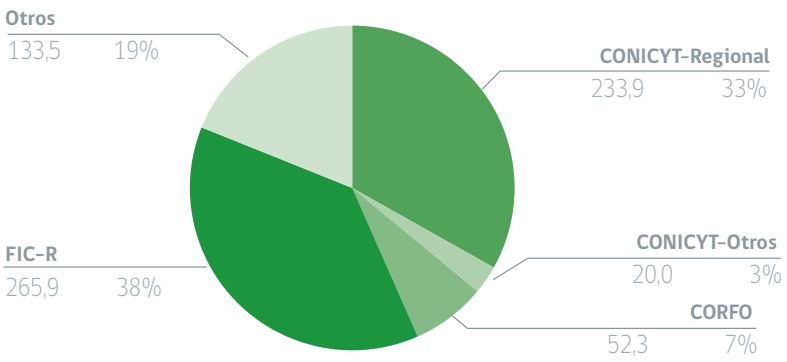
Equipo técnico: Óscar Candia (Ph.D., coordinador de la línea, CEAP). Investigadores contratados por el CEAP: Cecilia Cordero (M.Sc.) y Javiera Ledermann (Lic). Investigadores de las instituciones socias: Fernando Cataldo (Ph.D., UCM), Felipe Gordillo (Ph.D., UCM), Juan Guevara (Ph.D., UCM), Roberto Jara (Ph.D., U. Talca), Jorge Villaseñor (Ph.D., U. Talca), Eduardo von Bennewitz (Ph.D., UCM), Diógenes Hernández (M.Sc., U. Talca) y Nelson Loyola (M.Sc., UCM).

RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT *	MM$ 740,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional del Maule	MM$ 751,2
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$ 705,6

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2019.

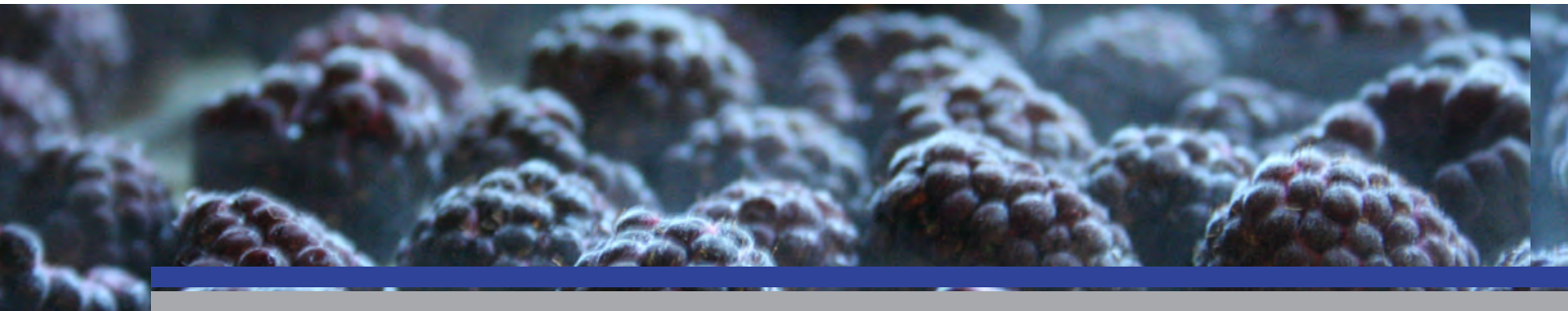
CEAP: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CEAP y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

[3] En pesos corrientes de cada año.



AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CEAP

La actividad del CEAP, a través de sus distintos programas, se orienta a desarrollar soluciones y alternativas que se traduzcan en nuevos productos, nuevas y mejores tecnologías, y procesos de producción más sustentables, para apoyar la competitividad de la agroindustria regional, abordando las principales limitantes que la restringen y ofreciendo nuevas opciones de diversificación y crecimiento.

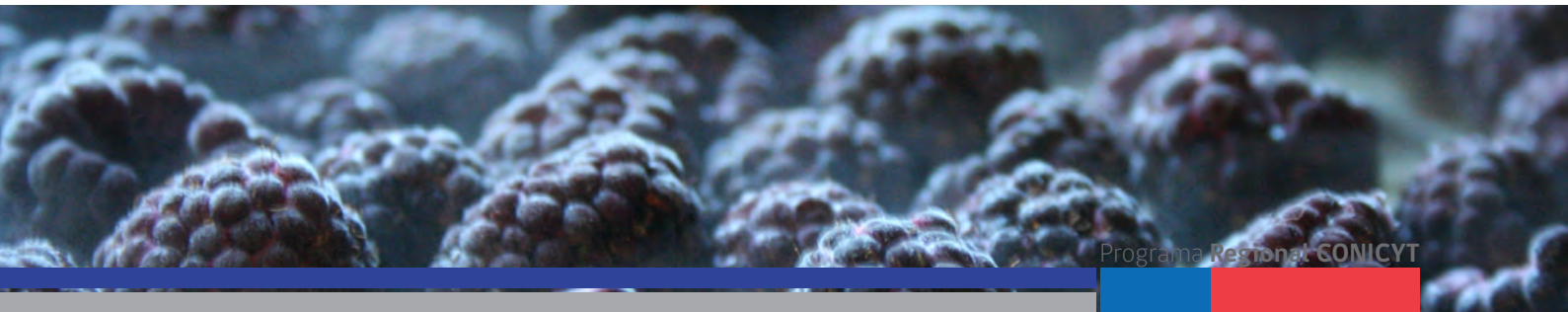
En el Programa de Desarrollo de Nuevos Productos, el Centro realiza investigación y desarrollo principalmente con residuos de los procesos agroindustriales, evaluando sus propiedades y su aporte a la salud de los consumidores y acondicionándolos para que puedan formar parte de alimentos. Otra línea de trabajo de este programa es la búsqueda de compuestos de interés que tengan propiedades de funcionalidad (es decir, que ofrezcan beneficios a la salud y reduzcan el riesgo de sufrir enfermedades), a fin de valorizarlos como alternativas de producción para la industria. Para ello, el CEAP trabaja en el área de alimentos, en la evaluación y mejoramiento de tecnologías que permitan desarrollar nuevos productos, en la mejor incorporación de compuestos funcionales y en tecnologías para enfrentar riesgos microbiológicos; en el área agronómica, investigando subproductos para desarrollar compuestos que se usen a nivel de campo para obtener materias primas de calidad y estudiando prácticas a nivel de campo que tengan impacto en la obtención de mejores productos agroindustriales y en el aumento de su rendimiento industrial; y en el área de funcionalidad, en la investigación de distintas propiedades que reporten beneficios a la salud.

En el Programa de Mejoramiento de Procesos, los investigadores del CEAP trabajan también en tres áreas. En el área de separación de membranas, buscan mejorar las tecnologías de proceso aplicables a la elaboración de jugos, aceites y extractos, así como a la recuperación de algunos compuestos orgánicos provenientes de ciertos residuos. En mecánica computacional, realizan aplicaciones matemáticas y de ingeniería al secado y deshidratado, y a la extracción de compuestos que se agregan a alimentos. En el área de gestión y logística de operaciones, trabajan en la aplicación de modelos matemáticos para optimizar la gestión, un área que está ausente de muchas industrias de la región y a la que se dedican muy pocos investigadores en el país en el sector de alimentos.



Las propiedades funcionales que el CEAP identificó en la pomasa (residuo del proceso industrial del tomate) permitirán desarrollar ingredientes alimenticios de alto valor y contribuirán a aumentar la competitividad de esta agroindustria, de alta relevancia en la región.

En el Programa de Manejo Sustentable y Valorización de Residuos, el Centro orienta su labor al desarrollo de alternativas para la alimentación animal a partir de residuos, principalmente de la agroindustria regional, un área en que se espera impactar en la actividad de los pequeños y medianos agricultores del secano costero, que enfrentan escasez de alimentos en algunas épocas del año. Otra área central es el diseño de sistemas de tratamiento de RILES de bajo costo, buscando reducir los costos de la agroindustria de la región.



VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CEAP se inserta claramente en los lineamientos de la estrategia regional de desarrollo, por cuanto apunta a impulsar el crecimiento de la industria agroalimentaria del Maule, promoviendo innovaciones que abarcan desde los procesos de producción primaria y procesamiento industrial hortofrutícola, hasta la organización y gestión de los procesos, con un fuerte énfasis en la sustentabilidad, como un factor transversal. En este propósito, el Centro está desarrollando nuevos productos y tecnologías, que beneficiarán ampliamente al conjunto de la agroindustria regional y, de manera indirecta, a los productos primarios vinculados. Así, está contribuyendo al objetivo de convertir a Chile en potencia alimentaria, desde una región cuya agroindustria genera el 28,5% de las exportaciones chilenas de frutas procesadas y el 45,5% de las exportaciones de hortalizas procesadas (cifras de ODEPA correspondientes a 2014).

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El equipo de investigación del CEAP está integrado por 33 personas, de las cuales 9 son investigadores contratados por el Centro (incluidos 3 con grado de doctor) y 24 son investigadores de las instituciones socias (incluidos 21 con grado de doctor)[4].

Del total de investigadores y profesionales, 18 se desempeñan en el programa de generación de nuevos productos (4 de ellos contratados por el Centro), 4 en el programa de mejoramiento de procesos (2 contratados) y 11 en el programa de sustentabilidad (3 contratados). A ellos se suma un equipo de gestión y administración conformado por 7 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	3	21	24
Investigadores con grado magíster	4	3	7
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	2	0	2
Total	9	24	33

El Centro tiene sus oficinas centrales en la ciudad de Talca y para el trabajo en sus diversas líneas de investigación dispone de instalaciones en distintos espacios de las instituciones socias: el Campus Curicó (Los Niches), el Campus Talca y el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca; la sede central (Talca) y el Campus San Isidro (Curicó) de la Universidad Católica del Maule, y la sede de Villa Alegre del INIA.

Dispone de espacios en comodato de la Universidad de Talca, que desde fines de 2015 albergarán una planta de procesamiento hortofrutícola a escala piloto (120 m^2), cocina experimental (30 m^2), sala de evaluación sensorial con seis cabinas (20 m^2), laboratorios para los programas de desarrollo de productos y sustentabilidad (120 m^2), laboratorio para el programa de mejoramiento de procesos (25 m^2), cámaras de frío y congelado (25m^2) y oficinas, entre otros.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

En sus distintos programas, el CEAP trabaja en colaboración con diversas entidades especializadas de Chile y el extranjero. En el ámbito internacional, destaca el trabajo desarrollado con la empresa brasileña Gapso, del área de softwares de optimización, con la que se realizó un levantamiento de brechas entre empresas regionales de distintos sectores; con el Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (CNTA) de España, que apoyó la definición de requerimientos asociados a las nuevas instalaciones que implementará el CEAP; y con el Centro de Innovación en Alimentos de Oregon State University (Estados Unidos), donde se realizó una pasantía en el área de generación de nuevos productos. Además se ha generado un intercambio de experiencias mediante visitas entre investigadores de estos centros y del CEAP, vinculaciones que han dado origen a la postulación y ejecución de proyectos conjuntos.



[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



Aprovechando frutas de desecho de exportación, se desarrolló una alternativa de snack saludable, con características de alimento funcional y elevado potencial antioxidante.

El Centro mantiene también un convenio con la empresa española Vivendio, que trabaja en eficiencia energética, una colaboración que se ha traducido en la realización de diez diagnósticos de eficiencia energética en empresas agroindustriales de la región y la organización conjunta de talleres dirigidos a este sector.

En el ámbito nacional, se ha desarrollado un trabajo conjunto con el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, con la Universidad de Santiago de Chile, en el área de membranas, y con la Universidad de La Serena, en simulación computacional. Esta colaboración ha permitido la formulación y ejecución conjunta de proyectos, la elaboración de artículos científicos, el desarrollo de actividades de transferencia a empresas y la facilitación de espacios y equipos, entre otras actividades.

Con INRIA Chile, fundación creada en el país por la entidad pública francesa INRIA (Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automatización), el CEAP tiene un convenio de colaboración y el área de interés es la digestión anaerobia para biogás y la evaluación de los residuos más adecuados para ello; en particular, se trabaja en residuos de la extracción del aceite de oliva (alperujo) y se han presentado proyectos de investigación en conjunto.

Vinculación con el medio

Durante su primera etapa de trabajo, el CEAP ha logrado vincularse con el 20% de las empresas agroindustriales de la Región del Maule en algún tipo de actividad de investigación, desarrollo e innovación. Esta colaboración ha hecho posible la conformación de un ecosistema para la innovación y el emprendimiento, la creación de prototipos semicomerciales y el desarrollo de soluciones tecnológicas, a lo que se suma la participación de más de 800 personas en distintas actividades de difusión y capacitación.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Con el propósito de agregar valor a la agroindustria de la Región del Maule, desarrollando su potencial y ofreciendo soluciones a sus requerimientos tecnológicos, el CEAP está creando nuevos productos, nuevas alternativas de tecnologías y opciones para fortalecer la sustentabilidad de los procesos, mediante iniciativas que favorecen la competitividad de la agroindustria en su conjunto y de sectores destacados, como el procesamiento de tomates, berries y aceite de oliva, entre otros.

En el área de nuevos productos, el equipo del CEAP desarrolló una alternativa de snack saludable, con características de alimento funcional y elevado potencial antioxidante, elaborado en un 100% a partir de frutas de desecho de exportación. Este producto, por el que existe una patente en trámite, no solo contribuye a mejorar la competitividad de los productores de fruta de la región, sino que también representa un beneficio para la población del país, que presenta una alta incidencia de obesidad.

La investigación en torno a la pomasa (residuo del procesamiento industrial del tomate) permitió la identificación de propiedades funcionales (antitrombóticas y protectoras del endotelio[5]). Junto con generar una serie de publicaciones científicas, este logro se tradujo en la solicitud de una patente sobre la elaboración del extracto y su funcionalidad. La investigación, pionera en el mundo, liderada por investigadores del Programa de Desarrollo de Nuevos Productos, permitirá desarrollar ingredientes alimenticios de alto valor a partir de residuos de la agroindustria de la Región del Maule, respondiendo claramente a los objetivos estratégicos del CEAP de aumentar la sustentabilidad de la agroindustria (mediante la reducción de desechos), generar nuevos productos y crear negocios tecnológicos asociados a la propiedad intelectual. A su vez, se trata de un avance en valorización de estos residuos que beneficia directamente al 100% de las empresas procesadoras de tomate de la región y a más de 500 agricultores en forma indirecta, un sector que representa el 62% de las exportaciones nacionales de este producto.

[5] Tejido que recubre interiormente las paredes de algunas cavidades orgánicas.

En otro logro de valorización de los residuos agroindustriales, investigadores del Centro desarrollaron, a escala piloto, un suplemento alimenticio para caprinos y bovinos, un avance que beneficiará potencialmente a miles de pequeños agricultores del secano, junto con mejorar significativamente la sustentabilidad del conjunto de las empresas procesadoras de aceite de oliva y pulpa de manzana de la región, de donde provienen estos residuos.

En otra área, el Centro desarrolló una herramienta computacional, a nivel piloto, para ofrecer solución a las necesidades de modernización y optimización de las operaciones de almacenamiento (*stocking*) y procesamiento de la industria de berries congelados de la Región del Maule. Este avance beneficiará al conjunto de esta industria regional, cuyas exportaciones representan el 47% del total nacional, impactando directamente a más de 40 empresas pequeñas y medianas de la región y en forma indirecta a más de 10.000 agricultores, que concentran casi el 40% de la superficie plantada de estas especies en el país. Este logro ha planteado a su vez nuevos desafíos, en materia de trazabilidad, facturación electrónica y captura electrónica de datos, entre otros, en los cuales el CEAP continúa trabajando.

En materia de sustentabilidad, se lleva adelante un proyecto tendiente a desarrollar una plataforma de manejo asociativo de los residuos para todo el sector agroindustrial de la región, con el objetivo de reducir la asimetría de información existente entre los "proveedores de residuos", es decir, la agroindustria, y los potenciales "demandantes de residuos", que ha limitado la generación de negocios vinculados con la valorización de este material en la región.

El CEAP ha promovido la sustentabilidad de la agroindustria regional como un eje transversal de su trabajo, lo que ha impulsado altos grados de sinergia entre las distintas líneas de investigación y se expresa en la mayoría de las iniciativas que el Centro lleva adelante. El uso de residuos de la agroindustria como fuente de nuevos compuestos de alto valor que hacen posible la generación de nuevos productos y requieren de tecnologías de procesamiento nuevas y más eficientes refleja la coherencia de los programas de investigación, en torno a la sustentabilidad ambiental y el impulso a una mayor competitividad de la agroindustrial regional.

Entre 2011 y 2014, el CEAP desarrolló un conjunto de 15 proyectos[6]. Los investigadores del Centro publicaron un total de 31 artículos ISI, en revistas

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



cuyo índice de impacto llega a un promedio de 2,525. Elaboraron asimismo un conjunto de 37 trabajos, que fueron presentados en 30 congresos científicos. La actividad del Centro dio origen en el mismo período a 3 solicitudes de patentes. En ese período, el CEAP apoyó el desarrollo de 3 tesis de doctorado, 2 tesis de magister y 16 tesis de pregrado, vinculadas a sus líneas de investigación.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	0	4	11	16	31
Índice de impacto	-	1,668	2,341	2,866	2,525
Publicaciones no ISI	0	0	2	1	3
Número de trabajos presentados en congresos científicos	4	17	11	5	37
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	2	15	8	5	30
Patentes nacionales e internacionales solicitadas y/o otorgadas	0	0	0	3	3
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	1	2	3	4	5
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	0	6	7	8	16

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.





CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE POLÍMEROS AVANZADOS
CIPA

REGIÓN DEL BIOBÍO

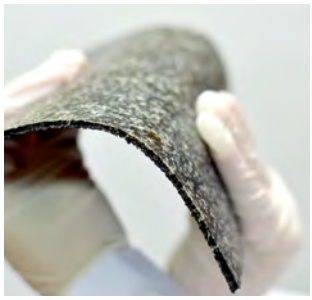
www.cipachile.cl - contacto@cipachile.cl - (56-41) 3168686

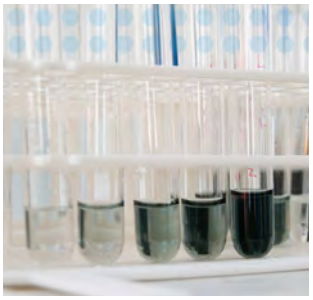
CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 7.892.234 (7,6% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Industria manufacturera (24,1%), electricidad, gas y agua (13,3%), servicios personales (13,2%), construcción (8,8%) y comercio, restaurantes y hoteles (8,4%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 104.270 empresas, que cuentan con 579.749 trabajadores dependientes. El 69% son microempresas, donde se desempeñan el 8,4% de los trabajadores. La manufactura concentra el 10,1% de las empresas y el 14,2% de los trabajadores, y el sector silvoagropecuario reúne al 11,6% del total de empresas y el 13,0% de los trabajadores.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 5.226 (6,8% del total nacional). La industria origina el 95,4% del valor de las exportaciones regionales, incluido un 39,3% de la industria de celulosa, papel y cartón, un 35,7% de la industria forestal primaria y un 12% de la industria de alimentos.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 17 universidades, incluidas las universidades de Concepción, del Biobío y Católica de la Santísima Concepción. En 2014, la oferta regional de postgrados sumó 36 doctorados y 169 programas de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (43 programas), educación (36), ciencias (35) e ingeniería, industria y construcción (32).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 10 del país (índice de 0,328). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 6.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 15,8% (frente a una tasa nacional de 23,7%). Tanto la tasa de innovación tecnológica (11,5%) como la de innovación no tecnológica (10,7%) son inferiores al promedio del país (18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 7.887 artículos (12,4% del total nacional). En ese período, el número anual de artículos aumentó a una tasa de 2,6%. La proporción de colaboración internacional fue de 52,7% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción de la región es de 0,82 y disminuye a 0,61 cuando se trata de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

La *Estrategia Regional de Desarrollo Biobío 2008-2015* plantea una imagen del Biobío como una región caracterizada, entre otros rasgos, como "económicamente dinámica, equitativa y sustentable". Entre los siete lineamientos estratégicos para el desarrollo regional, se incluyen: crecimiento económico, diversificación y mejoramiento de la competitividad regional, generando empleos de calidad en pro del desarrollo y la equidad social; y ciencia, tecnología e innovación para una economía regional dinámica y competitiva, para el desarrollo social y para la prevención y mitigación de riesgos naturales y antrópicos.

La *Estrategia Regional de Innovación Región del Biobío*, por su parte, está basada en una visión del Biobío como "una región inteligente, en la que se emprenden negocios sustentables, basados en la innovación". A partir de las brechas detectadas, se definen cinco pilares en que se basa la Estrategia, asociando a cada uno el resultado que se busca alcanzar: capital humano: convertir al capital humano en una ventaja competitiva para la región; asociatividad y cooperación: incrementar la cooperación para potenciar la innovación; interconexión y transferencia tecnológica: trasladar la ciencia y la tecnología al mercado; información y difusión: generar una sociedad más innovadora; y soporte a la innovación: desarrollar nuevas actividades de I+D+i.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE POLÍMEROS AVANZADOS (CIPA)

El CIPA se creó en 2003 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2009. Sus socios fundadores son la Universidad del Biobío (UBB), la Universidad de Concepción (UdeC) y CONICYT. Su director ejecutivo es Claudio Toro.

El Centro trabaja con la misión de contribuir al desarrollo y competitividad de la Región del Biobío y el país, a través de la generación y transferencia de conocimiento científico y tecnológico de frontera, en el ámbito de los polímeros[2]. En ese marco, aspira a ser reconocido como un centro tecnológico de I+D+i capaz de aportar al desarrollo de la región y del país.

OBJETIVOS

El CIPA trabaja con el objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico, económico y social de la Región del Biobío, a través de la formación de capital humano, el desarrollo y transferencia de tecnología y la prestación de servicios de I+D+i diferenciados, alineados con las necesidades de diversos sectores productivos relacionados con los polímeros sintéticos y naturales. Para ello, desarrolla su actividad a través de las áreas de gestión y vinculación, interconexión y transferencia tecnológica, e investigación.

En el área de investigación, el objetivo es desarrollar tecnologías que permitan crear soluciones susceptibles de ser implementadas a nivel industrial. El trabajo se centra en la obtención de nuevas formulaciones poliméricas con propiedades mejoradas a partir de la mezcla o incorporación de polímeros sintéticos, el desarrollo de biopolímeros y/o la incorporación de ingredientes capaces de desarrollar funciones específicas en diversos materiales, fibras naturales e ingenieriles, nanopartículas, moléculas inorgánicas y microorganismos benéficos. Esta actividad se organiza en tres líneas: desarrollo de polímeros con aplicación en la agroindustria y el área médica, obtención de polímeros para la remoción de especies contaminantes y valorización tecnológica de residuos.



[2] Los polímeros son materiales, de origen natural o sintético, formados por moléculas de gran tamaño, constituidas por la repetición de una unidad molecular llamada monómero.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [3]

DESARROLLO DE POLÍMEROS CON APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA Y EL ÁREA MÉDICA

Objetivo: en esta línea se trabaja en el desarrollo de nuevos envases y embalajes, principalmente a partir de biopolímeros, que potencien la competitividad de la industria agroalimentaria regional en mercados extranjeros; se desarrollan nuevos insumos poliméricos para el sector agrícola que puedan tener un impacto positivo en la producción local (en especial, bioplásticos para recubrimiento de superficies y aplicación de polímeros naturales con extractos de plantas para el control de plagas y el mejoramiento productivo); y se brindan soluciones tecnológicas para aplicaciones médicas, basadas en polímeros naturales y extractos de plantas, para potenciar la producción de productos locales comparables en efectividad a los existentes en el mercado.

Equipo técnico: Claudio Toro (Dr., coordinador de la línea, CIPA). Investigadores contratados por el CIPA: Claudio Pozo (Dr.), Saddys Rodríguez (Dra.) y Cristian Gutiérrez (Dr.(c)). Investigadores de las instituciones socias: Mónica Pérez (Dra., UdeC) y Carlos von Plessing (Dr., UdeC). Apoyo a la investigación (CIPA): Francisca Saavedra (Lic.).

OBTENCIÓN DE POLÍMEROS PARA LA REMOCIÓN DE ESPECIES CONTAMINANTES

Objetivo: en esta línea se trabaja en la obtención de polímeros capaces de retener iones metálicos y materia orgánica desde aguas residuales provenientes de las actividades pesquera y forestal, y de la industria refinadora de metales y petróleo, contribuyendo a reducir los riesgos de las empresas de la región en materia regulatoria.

Equipo técnico: Claudio Toro (Dr., coordinador de la línea, CIPA). Investigadores contratados por el CIPA: Elizabeth Elgueta (Dra.). Investigadores de las instituciones socias: Eduardo Pereira (Dr., UdeC), Julio Sánchez (Dr., UdeC) y Bruno Urbano (Dr., UdeC). Apoyo a la investigación (CIPA): Lorena Leiton (Lic.).

VALORIZACIÓN TECNOLÓGICA DE RESIDUOS

Objetivo: el trabajo de esta línea se orienta a agregar valor a actividades agrícolas y forestales, diversificando la matriz de productos que ofrecen, como resultado de la valoración de residuos y el desarrollo de nuevos materiales con aplicación en la construcción y la agroindustria; así como a otorgar valor a residuos poliméricos de alto volumen, provenientes de las industrias de bienes y servicios (materiales basados en polietileno, polipropileno, Tetrapack, PET y neumáticos fuera de uso (NFU), entre otros), para mejorar la calidad de vida de la población.

Equipo técnico: Claudio Toro (Dr., coordinador de la línea, CIPA). Investigadores contratados por el CIPA: Rodrigo Briones (Dr.) y Varaprasad Kokarachedu (Dr.). Investigadores de las instituciones socias: Alex Berg (Dr., UdeC), Paulo Flores (Dr., UdeC), Justo Lisperguer (Dr., UBB), José Norambuena (Dr., UBB), Mario Solís (Dr., UBB), Alonso Rebolledo (M.Sc., UBB) y Emilio Vergara (Lic., UBB). Apoyo a la investigación (CIPA): Miguel Araya (Lic.) y Cristina Donoso (Lic.).

[3] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

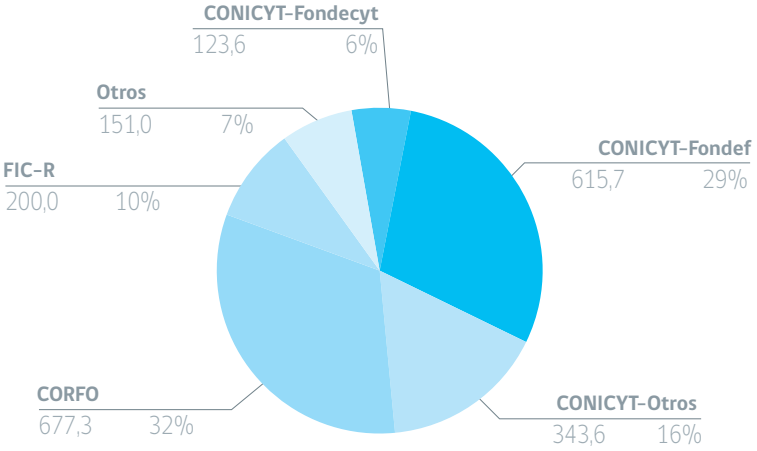


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011-2014 [4]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	720,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional del Biobío	MM$	900,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	2.111,2

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2018.

CIPA: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011-2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CIPA y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CONICYT-Fondef: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CIPA

La actividad del CIPA se orienta a ofrecer a la región y al país soluciones basadas en investigación y desarrollo para sectores industriales que requieren materiales poliméricos en la manufactura de sus productos, que requieren soluciones basadas en polímeros para incrementar su productividad o diferenciar sus productos o que generan desechos poliméricos en grandes volúmenes. Para ello, el CIPA trabaja en el desarrollo de polímeros con aplicaciones médicas, agrícolas y energéticas, la obtención de materiales poliméricos con aplicaciones medioambientales y el desarrollo de diversos tipos de materiales (termoplásticos compuestos y biomateriales termoplásticos) a partir de polímeros reciclados y subproductos de las industrias agrícola y forestal.

Su trabajo se traduce en aportes a la industria química, las actividades agrícolas y forestales, la agroindustria, la construcción y el sector de la salud, principalmente.

Así, aporta al desarrollo de las cadenas productivas locales de estas industrias, brindando a las empresas soluciones tecnológicas, interconexión, asociatividad y cooperación. Al mismo tiempo, desarrolla alternativas tecnológicas para la valorización de residuos generados por sectores que se dedican a la explotación de recursos naturales, con foco en la diversificación de productos y la agregación de valor a las actividades tradicionales. También ofrece soluciones tecnológicas para el tratamiento de aguas contaminadas de efluentes provenientes de las industrias pesquera, forestal y refinadora de metales y petróleo.

En polímeros funcionales, el Centro trabaja en la obtención de materiales poliméricos con aplicaciones medioambientales, por ejemplo, polímeros para la remoción de elementos indeseados y especies tóxicas, generando soluciones ambientales amigables para la industria; en el desarrollo de polímeros con di-

[4] En pesos corrientes de cada año.

versas aplicaciones, como films biodegradables para la preservación de alimentos; y en el área de insumos médicos, generando materiales compuestos antimicrobianos, apósitos analgésicos y antiinflamatorios sobre la base de polímeros naturales y sustancias activas de origen vegetal, todos con alto potencial de aplicación en la región y el país.

En materiales termoplásticos, su labor se centra en el desarrollo de nuevas formulaciones poliméricas con propiedades mejoradas a partir de la mezcla o incorporación en polímeros sintéticos o naturales de materiales de relleno (fibras, partículas, moléculas inorgánicas e ingredientes activos, entre otros). El trabajo abarca, por una parte, los biomateriales termoplásticos, con que se busca reemplazar materiales termoplásticos de origen fósil por alternativas basadas en materias primas renovables, evaluando también alternativas de procesamiento y aditivos para lograr características específicas requeridas por la industria (por ejemplo, estabilidad frente a la humedad, permeabilidad frente a oxígeno o resistencia a patógenos); y, por otra parte, los termoplásticos compuestos, sobre la base de material virgen o reciclado, con incorporación de diversas fibras o aditivos y procesados por diversas técnicas, estudiando la compatibilidad de las distintas combinaciones con las propiedades finales requeridas para el material.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La labor del CIPA se inserta plenamente en los lineamientos de la estrategia regional de desarrollo, por cuanto apunta a fortalecer la competitividad de las actividades productivas, generando novedosas soluciones de productos y procesos que responden a los requerimientos de uso final de diversas industrias. Con un fuerte énfasis en el aprovechamiento de residuos y la elaboración de materiales amigables con el medio ambiente, su trabajo contribuye en alto grado a la sustentabilidad de los procesos productivos.

Incorporando ciencia y tecnología al desarrollo de nuevos materiales, la actividad del CIPA está aportando a la creación de "negocios sustentables, basados en la innovación", como plantea la estrategia regional de innovación. Así, mediante un trabajo fuertemente vinculado con el sector productivo, está acercando la ciencia y la tecnología a las necesidades de las empresas y al mercado, aportando a una sociedad más innovadora.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CIPA cuenta con un equipo de trabajo de 41 personas (29 contratadas por el Centro y 12 de las instituciones socias), de las cuales 7 trabajan en el área de gestión y vinculación, 11 en interconexión y transferencia tecnológica, y 23 en investigación. El área de investigación está integrada por investigadores, ingenieros de proyectos y otros profesionales y técnicos. Entre ellos se incluyen 18 investigadores y 5 profesionales y técnicos[5].

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	6	10	16
Investigadores con grado de magíster	1	1	2
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	4	1	5
Total	11	12	23

Del total de investigadores, profesionales y técnicos del área de investigación, 7 trabajan en la línea de desarrollo de polímeros con aplicación en la agroindustria y el área médica (5 contratados por el Centro), 6 en obtención de polímeros para la remoción de especies contaminantes (3 contratados) y 12 en valorización tecnológica de residuos (5 contratados)[6]. A ello se suma el trabajo de tesistas de pregrado y postgrado, que desarrollaron 101 tesis entre 2011 y 2014.

El CIPA tiene sus oficinas centrales en Concepción y sus instalaciones están distribuidas en espacios de la Universidad del Biobío y la Universidad de Concepción. Actualmente dispone de un terreno (cedido en comodato por la Universidad del Biobío) para la construcción de laboratorios. Cuenta con laboratorios (300 m^2) de desarrollo y caracterización de polímeros, de materiales termoplásticos, de análisis térmicos y de análisis mecánicos, un laboratorio de microbiología para el trabajo con polímeros funcionales y una planta piloto para el procesamiento de polímeros.

[5] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

[6] Un investigador trabaja en las tres líneas de investigación.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CIPA mantiene convenios de colaboración con centros de investigación y entidades técnicas en Chile y el extranjero. En el ámbito nacional, destacan los convenios con la Fundación Chile, la corporación técnica privada Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), el Instituto Tecnológico de Mitilicultura (INTEMIT), el Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola (CGNA), el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Effectivus y la Universidad San Sebastián.

En el ámbito internacional, tiene convenios con el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS) de España, el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) de México, la Asociación Latinoamericana de Materiales Compuestos (ALMACO), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina, el Centro Tecnológico ASCAMM de España, Leartiker (centro especializado en tecnología de los polímeros y tecnología de alimentos) de España, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú), la Universidad Nacional de Callao (Perú), la Universidad de La Coruña (España) y la Universidad de Alcalá (España).

Vinculación con el medio

El CIPA desarrolla su trabajo en estrecha colaboración con el sector productivo regional y nacional, y como resultado de ello más de 30 empresas utilizan el conocimiento generado por el Centro, que es entregado principalmente a través de asesorías técnicas, desarrollo de análisis y ensayos. De igual forma, el Centro ha interactuado con jóvenes profesionales del ámbito de las ciencias químicas y biológicas, apoyando el desarrollo de tesis de pre y postgrado, que en algunos casos han sido el origen de nuevos emprendimientos de base tecnológica. También ha contribuido a la formación de capital social en la región y el país, mediante su participación en múltiples actividades de difusión tecnológica y educación ambiental en relación con el uso y reciclaje de polímeros y, en particular, materiales plásticos y nuevas alternativas sostenibles para su reemplazo, sobre la base de productos reciclados y biomateriales.

En el futuro, el CIPA tiene previsto profundizar sus vínculos de colaboración en la región, incorporando en especial a las pymes. Además, en el marco de nuevas tendencias que requieren innovación (como el cambio climático y la escasez de recursos hídricos) y del desarrollo productivo de la región, el Centro ha avanzado en el desarrollo de nuevas tecnologías, en particular aquellas potencialmente sustentables, a fin de preparar el proceso de incorporación de tecnología por parte de los sectores de interés regional.



El espumado de biopolímeros, con aplicación en el sector alimentario, es uno de los procesos mediante los cuales el CIPA produce nuevos materiales para su uso en distintas industrias.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Buscando ofrecer soluciones a los requerimientos de diversos sectores productivos, el CIPA está innovando en la generación de nuevos materiales y procesos, para aplicaciones en las industrias química, agrícola y forestal, la agroindustria y la construcción. Con un fuerte énfasis en el reciclado de material de residuo y la elaboración de biomateriales, contribuye a fortalecer la competitividad y la sustentabilidad de estas actividades productivas.

El trabajo del CIPA ha generado como resultado un conjunto de materias primas, tecnologías y productos de aplicación en diversas industrias y procesos productivos, que son la base para el escalamiento comercial, así como estudios técnicos y de factibilidad vinculados a otros potenciales desarrollos tecnológicos de interés para el mercado.

Entre las diversas tecnologías en desarrollo destacan, con aplicación en la construcción, elementos constructivos sobre la base de caucho reciclado,

Tetrapack y poliolefinas de origen reciclado y un preservante natural para madera de uso exterior; con aplicación en la industria química, materiales reforzados, un esmalte para el tratamiento de la onicomicosis (infecciones en las uñas, causadas por hongos) y polímeros para la remoción de metales; con aplicación en salud, apósitos con extractos vegetales para el tratamiento de heridas; con aplicación en el sector agroalimentario, polímeros biodegradables para envases y embalajes de alimentos; y con aplicación en diversos sectores, aditivos y plastificantes de base renovable para procesamiento de materiales para la construcción y el sector agroalimentario, un espumado de almidón termoplástico con usos en los sectores agrícola, forestal y agroalimentario, polímeros biodegradables para aplicaciones agrícolas y forestales, y alternativas de madera-plástico para la construcción y los sectores agrícola y forestal.

A ello se suma la prestación de diversos servicios tecnológicos, que abarcan más de 20 tipos de análisis, ensayos y servicios, incluidos -por ejemplo- la determinación de propiedades físicas, térmicas y mecánicas, de viscosidad, de humedad y de propiedades antibacterianas de distintos materiales, termogravimetría, calorimetría y espectroscopía infrarroja, entre otros.



La licuefacción de biomasa para la obtención de films es una alternativa para producir materiales a partir del uso de materias primas renovables.

Varios de los materiales desarrollados son resultado del aprovechamiento de residuos de diversos procesos productivos y constituyen a su vez materias primas para la elaboración de productos de aplicación en distintas industrias y sectores. Por ejemplo, empleando residuos de la industria panadera, como pan y masas que ya cumplieron su vida útil, el Centro desarrolló un proceso de biotransformación para obtener, purificar y caracterizar ácido láctico. Esta materia prima se utilizó para la polimerización de ácido poli-láctico y su transformación en envases biodegradables para la industria transformadora del plástico, en especial, para elaborar productos destinados al envasado de alimentos en el país. Se realizó asimismo un estudio de mercado y un estudio técnico, y se identificaron socios tecnológicos.

En un desarrollo destinado a la construcción, sobre la base de caucho proveniente de neumático fuera de uso (NFU), se desarrollaron elementos constructivos para mejorar la eficiencia energética de las viviendas en Chile, mediante la adhesión de polímeros vírgenes y/o reciclados que permiten obtener un alto desempeño térmico-mecánico-acústico, competitivo en este mercado. También se realizó un estudio de mercado y un estudio técnico, y se identificaron socios tecnológicos.

En una iniciativa vinculada al sector alimentario, el Centro generó envases para su utilización en la industria del *food packaging* (envasado de alimentos), basados en la nanotecnología, buscando responder a requerimientos técnicos, económicos y de mercado que permitan su producción y comercialización en Chile.

En un proyecto destinado a este mismo sector, se desarrollaron componentes tecnológicos involucrados en la producción de alimentos no lácteos, empleando cepas probióticas gástricas con actividad contraria a la bacteria *Helicobacter pylori* microencapsuladas en polímeros solubles en agua, para asegurar su viabilidad durante el procesamiento.

En la generación de productos ambientalmente sustentables, investigadores del CIPA elaboraron un preservante natural para madera, sobre la base de polifenoles provenientes de los tallos y hojas de murtilla (*Ugni molinae*), inocuo para la salud humana y amigable con el medio ambiente, con aplicaciones principalmente residenciales en exposición al exterior.

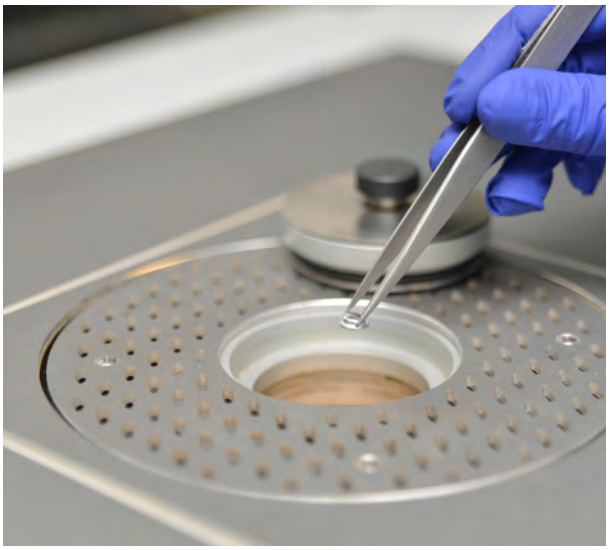
Se realizó también un estudio de mercado y un estudio técnico, identificando socios tecnológicos. En este mismo ámbito, se desarrollaron formulaciones de film biodegradable para su uso en agricultura.

También en materia de sustentabilidad ambiental, el equipo del CIPA elaboró un diagnóstico del estado actual de los residuos plásticos en Chile para caracterizar, valorizar, clasificar e identificar su origen, y confeccionó una guía para el reciclaje de plásticos e instructivos para los sectores municipal, industrial y para la comunidad en general.

Investigadores del Centro han realizado además estudios de factibilidad técnica y económica para el desarrollo de diversos productos: mallas biodegradables, a partir de fuentes termoplásticas renovables, que refuercen el crecimiento y la proliferación de vegetación en taludes y derrames, incorporando en su matriz elementos activos que mejoren la calidad del suelo erosionado; envases bioactivos a partir residuos de follaje de arándanos; y envases biodegradables a partir de desechos de la piel de tomate para la industria de *food packaging*, considerando requerimientos técnicos, económicos y de mercado que permitan su producción y comercialización en el país.

En materia de insumos médicos, el CIPA está avanzando en el desarrollo de apósitos con extractos vegetales y en un esmalte, destinado a la industria química, para el tratamiento de la onicomicosis (pensando en las personas diabéticas), para generar alternativas de menor costo que las disponibles, todas importadas. En estos productos se han introducido extractos vegetales de especies endémicas, sobre la base de información del Ministerio de Salud acerca de las plantas nativas y su uso.

Entre 2011 y 2014, el CIPA desarrolló un conjunto de 67 proyectos[7]. Sus investigadores elaboraron un total de 55 artículos científicos (ISI), que se publicaron en revistas con un índice de impacto promedio de 2,180, y un total de 115 trabajos, que se presentaron en 45 congresos científicos. En ese período, la labor del Centro dio origen a tres solicitudes de patentes, de las cuales una fue otorgada en 2014: "envase monocapa rígido elaborado por inyección, útil para la preservación de alimentos grasos que comprende homopolímero de polipropileno, polipropileno injertado con anhídrido maleico y arcilla modificada". El CIPA apoyó en esos años el desarrollo de 15 tesis de doctorado, 7 tesis de magíster y 79 tesis de pregrado en materias vinculadas a sus líneas de trabajo.



[7] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	13	13	9	20	55
Índice de impacto	3,428	2,094	1,946	1,529	2,180
Publicaciones no ISI	0	1	1	0	2
Número de trabajos presentados en congresos científicos	12	18	50	35	115
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	6	7	19	13	45
Patentes nacionales e internacionales solicitadas y/o otorgadas	2	0	0	1	3
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	4	11	14	13	22
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	12	26	35	37	79

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CENTRO DE GENÓMICA NUTRICIONAL AGROACUÍCOLA
CGNA

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

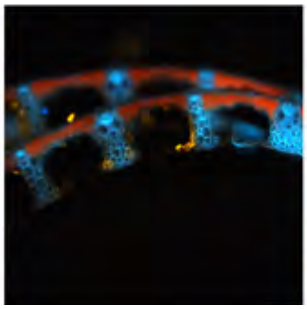
www.cgna.cl - contacto@cgna.cl - (56-45) 2740400

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 2.380.066 (2,3% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Servicios personales (20,1%), comercio, restaurantes y hoteles (12%), transporte y comunicaciones (11%), sector agropecuario y silvícola (10,5%) y manufactura (9,7%).
Tejido empresarial (2013)	En la región operan 48.399 empresas, que cuentan con 250.886 trabajadores dependientes. Casi el 70% son microempresas, donde se desempeñan el 9,5% de los trabajadores. Las empresas del sector silvoagropecuario suman el 15,8% del total y concentran al 17,7% de los trabajadores.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 611 (0,8% del total nacional). La industria de alimentos representa el 21,1% de estas exportaciones (la industria en su conjunto, el 79,8%). El sector silvoagropecuario genera el 20,1% y dentro de él destacan las exportaciones de frutas (13,8% del total).

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 10 universidades, incluidas la Universidad Católica de Temuco y la Universidad de La Frontera, de la propia región. En 2014, la oferta de postgrados en la región sumó 8 programas de doctorado y 78 de magíster, principalmente en las áreas de ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho (30), educación (19) y salud y servicios sociales (15).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 15 del país (índice de 0,156). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 9.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 9,9% (frente a un valor nacional de 23,7%). Tanto la tasa de innovación tecnológica (6,8%) como la de innovación no tecnológica (7,3%) son muy inferiores al promedio del país (18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 2.204 artículos (3,47% del total nacional). El número anual aumentó a una tasa promedio de 5,2% en ese período. La proporción de colaboración internacional fue de 38,2% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción es 0,78 y disminuye a 0,44 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.



ESTRATEGIAS REGIONALES

En la *Estrategia Regional de Desarrollo Región de La Araucanía 2010-2022*, se establece una imagen objetivo de la región que -entre otros rasgos- incluye la transformación del modelo de crecimiento prevaleciente hasta hoy en uno basado en una estructura productiva competitiva, innovadora, asociativa y sustentable.

Para ello, entre los cinco lineamientos que conforman la Estrategia, el referente a crecimiento económico tiene como objetivos: desarrollar y atraer sectores modernos y de rápido crecimiento para aumentar su participación relativa en la estructura económica de la región y mejorar la competitividad regional; promover la innovación hacia la pequeña empresa y el mundo mapuche (etnia que representa un 23% de la población regional, según el censo de 2002), propiciando la asociatividad, los encadenamientos productivos y la vinculación entre universidad, empresa y gobierno; y fortalecer el capital humano, el nivel educativo y la calificación técnico-profesional, para permitir que la región se inserte en la vía hacia la sociedad del conocimiento.

CENTRO DE GENÓMICA NUTRICIONAL AGROACUÍCOLA (CGNA)

El CGNA se creó en 2005 y se constituyó como corporación de derecho privado sin fines de lucro en 2010. Sus socios fundadores son la Universidad de La Frontera (UFRO) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Su director es Haroldo Salvo-Garrido.

El Centro trabaja con la misión de desarrollar investigación básica y estratégica para agregar valor a materias primas vegetales, aplicando la biotecnología con el fin de generar productos y procesos de alto potencial económico para alimentación humana y animal, lo que contribuirá al desarrollo de la cadena agroalimentaria y de cada uno de sus componentes.

OBJETIVOS

El CGNA tiene por objetivos generar *know-how* a través de investigación y desarrollo para la innovación requerida en el sector agroindustrial de alimentos; consolidarse como un centro de excelencia para la generación de conocimientos, competencias y comercialización de productos tecnológicos vegetales desde la Región de La Araucanía; y articular los sectores productivos con la industria de los alimentos. Para ello, el CGNA desarrolla su labor en dos líneas de investigación: genómica de cultivos, y tecnología y procesos.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

GENÓMICA DE CULTIVOS
Objetivo: a través de investigación del ADN y genética de los cultivos, fomentar el desarrollo de la producción de materias primas vegetales *premium* a fin de crear la innovación requerida en el sector agroindustrial.
Equipo técnico: Iván Maureira (Ph.D., coordinador de la línea, CGNA). Investigadores contratados por el CGNA: Takahiro Ogura (Dr.), Claudia Osorio (Ph.D.), Braulio Soto (Ph.D.), Claudia Vilo (Dra.) y Traudy Wandersleben (Dra.). Investigadores de las instituciones socias: Millaray Curilem (Dra., UFRO), Haroldo Salvo (Ph.D., INIA) y Horacio Miranda (M.Sc., UFRO). Apoyo a la investigación (CGNA): Paula Mora (M.Sc.), Jason Astudillo (Lic.), Gustavo Del Canto (Lic.), Humberto Gajardo (Lic.), Annally Rupayan (Lic.) y Fernando Westermeyer (Lic.).

TECNOLOGÍA Y PROCESOS
Objetivos: desarrollar tecnologías y procesos para la obtención de ingredientes funcionales; desarrollar complementos nutricionales; identificar y caracterizar compuestos bioactivos y tecnofuncionales; y mejorar las propiedades nutricionales de materias de origen vegetal.
Equipo técnico: Mónica Rubilar (Dra., coordinadora de la línea, UFRO). Investigadores contratados por el CGNA: César Burgos (Dr.) y Yussef Esparza (M.Sc.). Investigador de institución socia: Edgar Uquiche (Dr., UFRO). Apoyo a la investigación (CGNA): Eduardo Morales (Lic.) y José Piornos (Lic.).

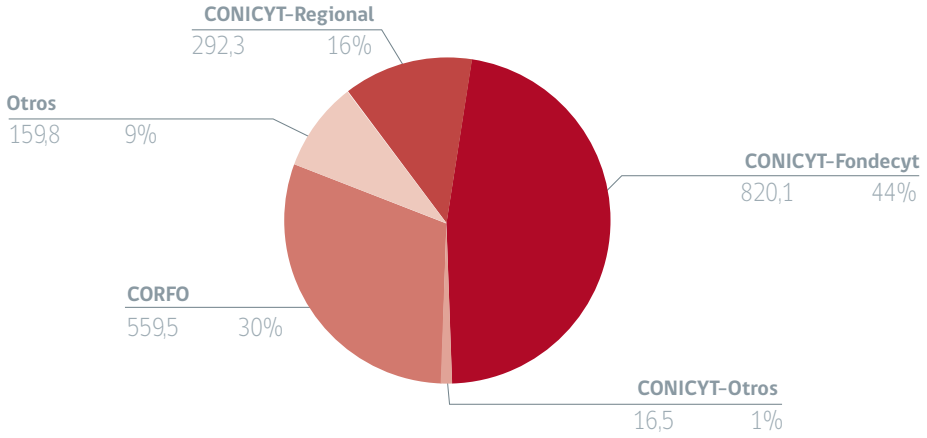
[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT *	MM$	720,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de La Araucanía	MM$	1.200,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	1.848,2

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2017.

CGNA: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CGNA y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CGNA

El trabajo del CGNA se orienta a generar conocimientos y competencias de alto nivel para el desarrollo y aplicación comercial de productos tecnológicos vegetales diferenciados por su calidad *premium*, destinados a la nutrición animal (salmones, porcinos, aves, mascotas y rumiantes) y humana. Su actividad se basa en la investigación y desarrollo en genómica nutricional de cultivos convencionales, como lupino, raps canola y lino, y comprende las etapas de investigación básica y aplicada, desarrollo tecnológico, transferencia y difusión de resultados al sector productivo, especialmente a la agricultura familiar campesina (AFC), y articulación de negocios que aporten a la creación de valor y al desarrollo de la Región de La Araucanía y del país.

La base de la labor del Centro es el desarrollo de materias primas vegetales de calidad *premium*, es decir, que posean una calidad y cantidad sobresaliente de proteínas, ácidos grasos, fibras solubles y antioxidantes, entre otros elementos, presenten una baja proporción de antinutricionales (que afectan la digestibilidad normal de algunos componentes) y sean adaptadas y amigables con el medio ambiente donde se producen. El CGNA ha desarrollado para ello un conjunto de herramientas de última tecnología en las áreas de la genómica, bioinformática, proteómica e ingeniería genética, logrando valiosos resultados para asistir el mejoramiento de cultivos con alto contenido proteico, como el lupino amarillo, con alto contenido de aceites, como el raps canola y el lino, y con fibras solubles y antioxidantes, como el lino y el lupino, respectivamente.

Un factor esencial del trabajo del CGNA es la creación de valor para la industria, mediante la aplicación y escalamiento de los desarrollos logrados en ciencia básica y aplicada, así como la innovación a través de nuevos productos, en procesos que involucran a toda la cadena, producción agrícola, transformación industrial y comercialización. Su estrategia de trabajo se basa en la inserción en la cadena productiva con una clara orientación al mercado, de modo de agregar valor a la industria de los granos, avanzando más allá de la producción de *commodities*. En esta estrategia, el proceso comienza desde el problema, desde el usuario final, considerando incluso a qué costo debiera llegar

[3] En pesos corrientes de cada año.

al mercado una innovación para que sea pertinente y adoptada por la industria de alimentos o la agricultura.

El Centro ya cuenta con resultados relevantes en la investigación y desarrollo de productos sobre la base de lupino, para alimentación animal y humana. Esta es una leguminosa que tradicionalmente se ha destinado en Chile a la alimentación animal (en especial, salmones) y a la exportación, pero su superficie ha sido muy variable, pues ha dependido de la evolución de la salmonicultura y de la demanda externa, afectada por la calidad del producto que se exporta (principalmente, por la concentración de proteína en el grano). En lino, el CGNA trabaja para lograr un buen perfil de aceite y de fibras solubles, que tienen un uso nutracéutico (es decir, que aportan beneficios a la salud) y se pueden destinar al consumo humano o animal (salmones). En canola, los objetivos del mejoramiento se centran en sus propiedades como fuente de aceites que tienen un mejor balance de ácidos grasos (saturados e insaturados), con menor nivel de omega 3 (pero más omega 6 y 9), y que son altamente demandados.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La labor del CGNA responde claramente a los lineamientos de la estrategia de desarrollo de la Región de La Araucanía, por cuanto apunta a impulsar la competitividad de la agricultura regional mediante el desarrollo de productos tecnológicos *premium*, de alto valor nutricional y económico, sobre la base del mejoramiento de cultivos de relevancia en la región, para satisfacer la creciente demanda de alimentos de consumo humano y animal de alta calidad, más allá de los *commodities*.

Para ello, ha desarrollado un modelo de trabajo de innovación social, basado en la estrecha vinculación entre la investigación, el sector productivo y la industria de alimentos, orientando desde un comienzo los resultados científicos y tecnológicos hacia el desarrollo de productos con altas perspectivas de mercado. Son protagonistas de este modelo un conjunto de cooperativas de la agricultura familiar campesina (AFC), con alta presencia de productores mapuches, a quienes el CGNA ha transferido resultados, a través de la creación de una empresa. Mediante capacitación y certificación de sus cultivos de lupino, los productores se han insertado en un negocio con altas perspectivas, en un modelo de beneficios compartidos, en tanto que el Centro avanza en el desarrollo de nuevos productos, sobre la base de esta misma especie, además de raps canola y lino. Así, los agricultores de la AFC están insertándose en el mercado, en forma conjunta con otros sectores productivos.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CGNA cuenta con un equipo técnico de 21 personas, de las cuales 16 están contratadas por el Centro y 5 provienen de las instituciones socias[4]. De ese total, 15 especialistas se desempeñan en la línea de genómica de cultivos (incluidos 12 contratados por el Centro) y 6 en la línea de tecnología y procesos (incluidos 4 contratados). Su trabajo es apoyado por un equipo de gestión y administración conformado por 7 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	7	4	11
Investigadores con grado de magíster	1	1	2
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	8	0	8
Total	16	5	21

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



Además de la atracción de investigadores de alto nivel, el CGNA ha hecho un aporte en la formación de capital humano en conjunto con las universidades. Los estudiantes, contratados a través de becas y por proyectos, provienen principalmente de las universidades de Chile, de Santiago y Austral de Chile. El CGNA es un centro con alto movimiento, que reúne una masa crítica estable y otra que fluctúa. A fines de 2014, por ejemplo, había investigadores de Francia, Japón y Argentina colaborando con el Centro.

El CGNA tiene su oficina central en Temuco. Sus instalaciones se encuentran en dependencias del INIA (laboratorios) y de la Universidad de La Frontera. Si bien no cuenta con instalaciones propias, el Centro posee equipamiento moderno y eficiente, que le permite generar y analizar datos en forma masiva y con alta reproducibilidad, de manera de asegurar la veracidad de las inferencias y resultados generados.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

El CGNA considera que la vinculación con el medio científico, en torno a trabajos de colaboración efectiva, es fundamental para lograr un producto final con valor agregado y de utilidad para la sociedad. En este ámbito, el CGNA tiene convenios con destacados consorcios internacionales. Forma parte del Consorcio Internacional de SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) para Brassicas, integrado por 17 organizaciones, incluidas John Innes Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Max Planck Institute, Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Illumina, Syngenta y Bayer BioScience. También se ha incorporado a redes para el trabajo en lino, con Canadá; y para el trabajo en lupino, con Estados Unidos, Australia, Francia y Japón. En el país, destaca su colaboración científica con las universidades de Chile, de La Frontera, de Talca, Austral de Chile y de Concepción.

Vinculación con el medio

El CGNA trabaja en estrecha colaboración con el medio productivo de la Región de La Araucanía, en particular con productores y cooperativas de la agricultura familiar campesina, a los que ha transferido sus resultados tecnológicos sobre la base de la creación de una empresa, así como con productores y agroindustrias de mayor tamaño de la cadena de producción de alimentos, intermedias y finales. En el ámbito del desarrollo de productos, tiene convenios formales, para la generación de prototipos y pruebas, con empresas de sectores que son demandantes potenciales, como la industria de salmones o industrias de alimentos para consumo humano. En materia de difusión, participa en diversas actividades como foros de innovación, *workshops*, ferias científicas y días de campo, entre otras. Ello ha dado origen a una red de aproximadamente 500 agricultores y más de 700.000 visitas al sitio web del CGNA, destacando la proporción de visitas de Estados Unidos, Polonia, Reino Unido, España, Canadá, Indonesia, Israel, Colombia y México, entre otros.

También es relevante para el CGNA el reconocimiento de la comunidad regional y para ello desarrolla un esfuerzo permanente de comunicaciones estratégicas, poniendo temas y opiniones en la prensa regional y difundiendo información a autoridades y el sector productivo de la región. Su vinculación formal con el Programa Explora de CONICYT también ha contribuido a la difusión del Centro en el sector escolar.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

El CGNA trabaja para agregar valor a cultivos agrícolas de relevancia en la región y generar productos de origen vegetal de alto contenido nutricional, para la industria de alimentos de consumo humano y animal. Su primer producto, Alu*Prot*-CGNA®, ya dio origen a una empresa a través de la cual más de 200 productores de la agricultura familiar campesina están cultivando lupino certificado, en un esquema de beneficios compartidos.

El logro más relevante del Centro es el desarrollo, registro y certificación de su primer producto





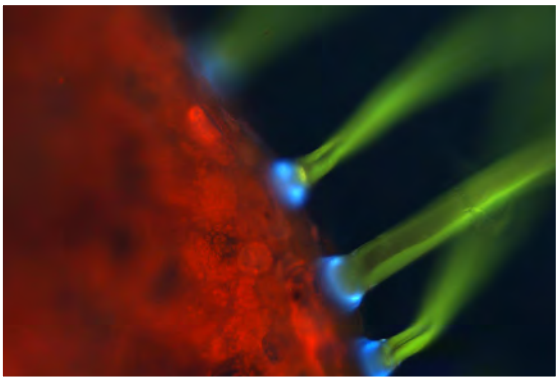
tecnológico, Alu*Prot*-CGNA®. Se trata de un producto *premium*, el primer cultivar de lupino que cuenta con un 60% de proteína en grano descascarado, frente a los lupinos convencionales, que poseen como máximo un 44% de proteína, y la soya, el referente mundial de un grano alto en proteínas, que posee un 43% y una menor digestibilidad. Este es el único grano en el mundo con un nivel de proteínas tan alto, lo que representa un gran valor para las industrias de alimentos tanto de consumo humano como animal. Esta proteína posee además una alta calidad biológica, por su alta digestibilidad, por la presencia de los diez aminoácidos esenciales, la alta proporción de los azufrados y los aminoácidos arginina y lisina, claves para la alimentación de salmones, aves, seres humanos y monogástricos en general. Por ejemplo, tiene dos veces más aminoácidos azufrados que los lupinos convencionales y un 30% más que la soya. Cuenta también con un índice glicémico muy bueno y un nivel de antioxidantes alto, por la presencia de los carotenoides luteína, zeaxantina y B-caroteno. Esta proteína, por ser vegetal, no contiene lactosa, lo que representa una ventaja para las poblaciones que tienen intolerancia a esta sustancia. Es un cultivo más eficiente en la agroindustria, pues el costo energético del proceso es menor. Para favorecer el desarrollo del cultivo, se generó también un biofertilizante mediante el uso de genómica y microencapsulación.

Sobre la base de este producto, el Centro está desarrollando una serie de prototipos de productos agroindustriales con los que se busca que la Región de La Araucanía alcance un lugar destacado en el mercado de la proteína vegetal para alimentación animal y humana. Destacan entre ellos, leche vegetal y premix para diversos productos de consumo masivo, como pan saludable y arroz para celíacos, entre otros.

Debido a estos logros, en 2014 el CGNA fue distinguido con el Premio Nacional a la Innovación, Avonni, en la categoría Recursos Naturales.

En el marco del trabajo del Centro se creó también un primer *spin off*, la empresa NG-Seeds S.A., conformada por cinco cooperativas de la agricultura familiar campesina de la región, que reúnen a más de 200 pequeños agricultores, que por primera vez están produciendo semilla certificada de lupino. En 2014 contaban con 1.200 hectáreas de Alu*Prot*-CGNA® y para 2015 se proyecta semilla genética para 10.000 hectáreas, sobre la base de la demanda que ya existe. Todos los predios fueron inscritos en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ya que la producción cumple con los estándares de certificación. Esto representa también





un gran logro para el CGNA en materia de transferencia tecnológica de sus resultados, así como por el efecto socioeconómico para las familias involucradas.

En este modelo, los agricultores pueden sumar su producción para enfrentar una demanda que supera ampliamente sus capacidades individuales, además de negociar precios y acceder a economías de escala en la adquisición de insumos. Pero no solo eso. Esta forma de trabajo representa para el CGNA lo que puede denominarse una "innovación social". El rol del Centro es de investigación y desarrollo, no de negocio. Por eso, la patente de Alu*Prot*-CGNA® es del CGNA pero está licenciada a los pequeños productores, con un sistema de licencia que implica que lo que se capture por esta vía se invierta en un 100% en investigación para este sector, por tratarse de un desarrollo que fue financiado con recursos del Estado. NG-Seeds S.A. es una sociedad anónima que mantiene contrato con los agricultores y que busca participar en el mercado con buenos precios, marginando solo lo necesario para el funcionamiento de la empresa, ya que el objetivo es que sean los pequeños productores quienes obtengan los beneficios del negocio. En la visión del Centro, se demuestra así que la ciencia es un motor de mejora



de la calidad de vida de las personas, siempre que los productores sean receptores de ella y protagonistas de sus aplicaciones.

La empresa NG-Seeds tiene dos líneas de negocio, la producción de semillas de lupino de calidad *premium* y la producción de proteína de calidad *premium*. Ya en 2014, agricultores medianos y grandes sembraron Alu*Prot*-CGNA® con semillas vendidas por NG-Seeds. De este modo, al modelo tradicional de la liberación de variedades que multiplican las grandes empresas, se suma la participación de los pequeños agricultores, quienes hoy participan en este mercado de la genética a través de la venta de su semilla a todo tipo de usuarios. Para ello, todos los agricultores fueron capacitados y acreditados por el SAG para realizar la multiplicación de semillas. Existen ya solicitudes de algunos países para producir Alu*Prot*-CGNA® y se están evaluando los acuerdos para establecer licenciamientos.

En términos económicos, se ha logrado que la industria reconozca y pague la cantidad y calidad de esta proteína, que es una opción muy competitiva a la proteína importada y superior a los productos convencionales. Esto ha permitido que más de 200 pequeños productores ya estén vendiendo el producto a un valor muy superior al que lograban antes.

En el área de desarrollo de procesos, el Centro ya dispone de una serie de prototipos de alimentos sobre la base de Alu*Prot*-CGNA®, vienesa, extruido[5], pellet, aislados proteicos, flanes y pan saludable con alto contenido de proteína y fibra, entre otros. A partir de esos prototipos, está avanzando a la fase de escalamiento industrial, a través de una serie de proyectos presentados en conjunto con el sector privado, lo que va uniendo y cerrando el ciclo que se debe generar. Otro objetivo a corto plazo es desarrollar leche vegetal, que podría competir con diversas leches ya disponibles, cuyo costo fluctúa entre 2.000 y 3.000 pesos por litro. Junto con ofrecer a los consumidores productos de alta calidad y contenido nutricional, estos desarrollos redundarían en un precio más alto del lupino y mayores ganancias para los agricultores. En este ámbito, se busca desarrollar aquellas alternativas que incorporen mayor valor, de manera que este grano no sea solo un *commodity* y que los pequeños productores vayan avanzando a transformarse en agroindustriales.

El CGNA ha desarrollado también otros dos productos tecnológicos para uso en alimentación en lecherías, en conjunto con la agroindustria de procesamiento y la industria láctea final, que hoy están en plena etapa de adopción por parte de la industria. Para incorporarse a la alimentación en el rubro lechero, el lupino debe ser sometido a un proceso industrial, lo que significa generar trabajo a lo largo de todo el año. Las pruebas en planteles lecheros tuvieron resultados iguales o superiores a los de la proteína vegetal de soya, que se importa. En Chile, la soya importada representa más del 90% de la proteína vegetal empleada en los planteles lecheros, lo que señala el valor estratégico de realizar estos desarrollos en el país.

[5] Procesado mediante una cocción rápida, continua y homogénea a alta presión y temperatura.

Entre 2011 y 2014, el CGNA desarrolló un total de 26 proyectos[6]. En ese período, los investigadores del Centro publicaron 39 artículos científicos (ISI), en revistas con un índice de impacto promedio de 2,767. Asimismo, presentaron un total de 63 trabajos en 24 congresos científicos. A ello se suma la elaboración de 3 tesis de doctorado, 5 tesis de magister y 33 tesis de pregrado, todas vinculadas al trabajo del Centro.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	1	12	15	11	39
Índice de impacto	0,656	2,678	3,634	2,855	2,767
Publicaciones no ISI	0	1	0	0	1
Número de trabajos presentados en congresos científicos	24	12	19	8	63
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	6	4	9	5	24
Patentes nacionales e internacionales solicitadas y/o otorgadas	0	0	1	0	1
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	5	2	3	4	8
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	9	15	17	14	33

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



En lo que representa un hito en la Región de La Araucanía, pequeños agricultores son hoy multiplicadores de semilla genética, cumpliendo todas las exigencias (campo de semilla Alu*Prot*-CGNA® de la cooperativa Huichahue).



El CGNA obtuvo en 2014 el Premio Nacional de Innovación Avonni, en la categoría recursos naturales, por su producto tecnológico Alu*Prot*-CGNA® y la innovación social asociada a NG-Seeds S.A., en que participan cinco cooperativas mapuches.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE LA PATAGONIA

CIEP

REGIÓN DE AYSÉN

www.ciep.cl - contacto@ciep.cl - (56-67) 2244506

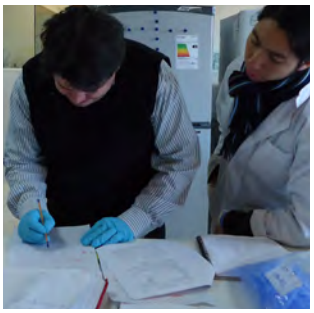
CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 514.666 (0,5% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Administración pública (20%), pesca (18,1%), construcción (15,9%) y servicios personales (10,9%).
Tejido empresarial (2013)	En la región están presentes 7.575 empresas, donde laboran 29.095 trabajadores dependientes. De ellas, un 73,7% son microempresas, que concentran al 13,9% de los trabajadores. Después de sectores como comercio y construcción, es relevante la proporción de trabajadores en empresas del sector pesquero (9,2% del total) y, en menor medida, en la industria y el sector silvoagropecuario.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 333,9 (0,4% del total nacional). La industria de alimentos origina el 52,5% de estas exportaciones y la minería metálica el 47,1%.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región están presentes 3 universidades, que concentran su actividad en la docencia (sin realizar investigación), todas con sede central en otras regionales del país. En 2014, no hubo oferta de programas de postgrado en la región. Cabe destacar que a mediados de 2015 se encuentra en discusión la ley para la creación de una universidad estatal en la Región de Aysén.
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 6 del país (índice de 0,419). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" se sitúa en el lugar 13.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 17,6% (frente a un 23,7% nacional). La tasa de innovación tecnológica (17,1%) es levemente inferior a la nacional (18,8%), en tanto que la tasa de innovación no tecnológica (4,4%) es muy inferior a la del país (16,4%).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	172 artículos (0,3% del total nacional). El número anual aumentó a un promedio de 15% en ese período. La proporción de colaboración internacional es de 58,7% (frente a un promedio del país de 52,4%). El impacto normalizado de la producción regional es de 0,99 y disminuye a 0,92 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.



ESTRATEGIAS REGIONALES

La *Estrategia Regional de Desarrollo de Aysén* (de 2009) se basa en una imagen de Aysén al año 2030 como una región que cuenta, entre otras características, con una plataforma de actividades de investigación científica de alto nivel en temas en que tiene ventajas comparativas, como glaciares, agua, calentamiento global y ecosistemas, entre otros. En esa imagen, la región ha logrado un crecimiento económico sustentado principalmente en el desarrollo de un sector turístico sostenible de calidad internacional y en la consolidación de un sector acuícola competitivo y armónico con otros usos del borde costero, entre otros sectores; es además una región con una real preocupación por sus problemas ambientales, basada en un modelo de desarrollo sustentable de acuerdo a su vocación natural como reserva de vida.

En la *Estrategia Regional de Innovación 2014-2020 Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo*, se plantea una visión de Aysén al año 2030 como una región, entre otros rasgos, "conocida mundialmente por sus recursos naturales y su modelo de desarrollo que combina el bienestar económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental", así como "internacionalmente conocida como parte de la Patagonia y valorada como destino para turistas y científicos". La estrategia se plantea como objetivo aumentar la competitividad de Aysén en un contexto de sostenibilidad ambiental, bienestar social y económico, mediante la innovación y en base a sus capitales naturales, humanos y sociales. Entre los cuatro objetivos que propone para ello, se incluye posicionar a Aysén como un polo de conocimiento reconocido, promoviendo la investigación y la innovación para el uso sustentable de los recursos naturales. Entre las áreas con potencial de innovación, figuran los recursos naturales, el conocimiento científico y la innovación ambiental, y se destaca la enorme riqueza y pureza de recursos naturales de la región en sus ecosistemas marinos y terrestres, y sus reservas de agua dulce.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS DE LA PATAGONIA (CIEP)

El CIEP se creó en 2005 y en 2010 se constituyó como Corporación Regional de Aysén de Investigación y Desarrollo Cooperativo "Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia". Sus integrantes son el Gobierno Regional de Aysén, la Universidad Austral de Chile (UACh), la Universidad de Concepción (UdeC), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad de Montana (Estados Unidos), la Universidad de Córdoba (España), Salmon Chile, Intesal (Instituto Tecnológico del Salmón) y CONICYT. Su director ejecutivo es Giovanni Daneri.

La misión del Centro es aportar al desarrollo y la sustentabilidad de la Patagonia Occidental a través de investigación científica de excelencia y pertinente a los intereses de la comunidad y los sectores económicos. Aspira a ser un referente mundial como plataforma de investigaciones relacionadas con el desarrollo y la sostenibilidad de ecosistemas patagónicos, dotado de una institucionalidad que garantice su autonomía y consolide sus fuertes vínculos con otros centros de investigación y con sectores académicos, empresariales y públicos.

OBJETIVOS

El CIEP trabaja con los objetivos de consolidar la investigación fundamental en ecosistemas acuáticos y terrestres, para determinar el impacto del cambio climático en los ecosistemas regionales; promover el desarrollo de actividades productivas sustentables, en particular en los sectores acuicultura, turismo y pesca artesanal; intensificar la investigación aplicada y fomentar el traspaso de conocimiento científico a la sociedad regional; y extender las redes científicas internacionales para multiplicar las investigaciones desarrolladas en la región y mejorar la calidad del conocimiento de sus ecosistemas así como el uso sostenible de los mismos. El Centro focaliza su trabajo en cuatro líneas: ecosistemas acuáticos, ecosistemas terrestres, pesca y acuicultura, y turismo sustentable.



LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN [2]

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS (LÍNEA DE INVESTIGACIÓN)

Objetivo: generar conocimientos básicos y aplicados de excelencia sobre los procesos que controlan la productividad, el estado de conservación y la variabilidad a diferentes escalas espaciales y temporales, relevantes para los recursos acuáticos de la región.

Equipo técnico: Rodrigo Torres (Ph.D., coordinador de la línea, CIEP). Investigadores contratados por el CIEP: Giovanni Daneri (Ph.D.), Pablo Mata (Ph.D.), Brian Reid (Ph.D.) y Paulina Montero (M.Sc.). Investigadores de las instituciones socias: Humberto González (Ph.D., UACh) y Óscar Parra (Ph.D., UdeC). Apoyo a la investigación (CIEP): Soraya Villagrán (M.Sc.), Emilio Alarcón (Lic.), Rosa Torres (Lic.), Luis Uribe (Lic.) y Ángela Bahamondes.

ECOSISTEMAS TERRESTRES (LÍNEA DE INVESTIGACIÓN)

Objetivo: generar conocimientos básicos y aplicados de excelencia sobre los procesos que controlan el estado de conservación y la dinámica de los recursos naturales terrestres de la Región de Aysén, a través de alianzas estratégicas con las instituciones regionales de planificación y productivas; en especial, estudiar patrones y procesos que afecten a los recursos terrestres y que sean actualmente motivo de preocupación en la región.

Equipo técnico: Alex Fajardo (Ph.D., coordinador de la línea, CIEP). Investigadora contratada por el CIEP: Frida Piper (Ph.D.). Apoyo a la investigación (CIEP): Jonathan Riquelme (Lic.).

PESCA Y ACUICULTURA (LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN)

Objetivo: generar conocimientos en los ámbitos pesquero y acuícola que promuevan el uso sostenible de los ecosistemas acuáticos a través de la diversificación productiva, el monitoreo ambiental y el desarrollo de modelos de capacidad de carga de los fiordos y canales patagónicos.

Equipo técnico: Madeleine Hamamé (M.Sc., coordinadora de la línea, CIEP).

TURISMO SUSTENTABLE (LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN)

Objetivo: apoyar la sustentabilidad del desarrollo turístico a través de estudios sociales y económicos y de investigaciones científicas del patrimonio natural y arqueológico, con la finalidad de generar valor agregado y promover nuevos productos que fomenten el turismo responsable en la Región de Aysén.

Equipo técnico: Anabel Reis (M.Sc., coordinadora de la línea, CIEP). Investigadores contratados por el CIEP: Trace Gale (Ph.D), Francisco Mena (Ph.D.), Fabien Bourlon (M.Sc.) y Rodrigo Merino (M.Sc). Apoyo a la investigación (CIEP): Ricardo Orellana (Lic.), Josefina Ruiz (Lic.), Dinelly Soto (Lic.) y Gabriela Igor.

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

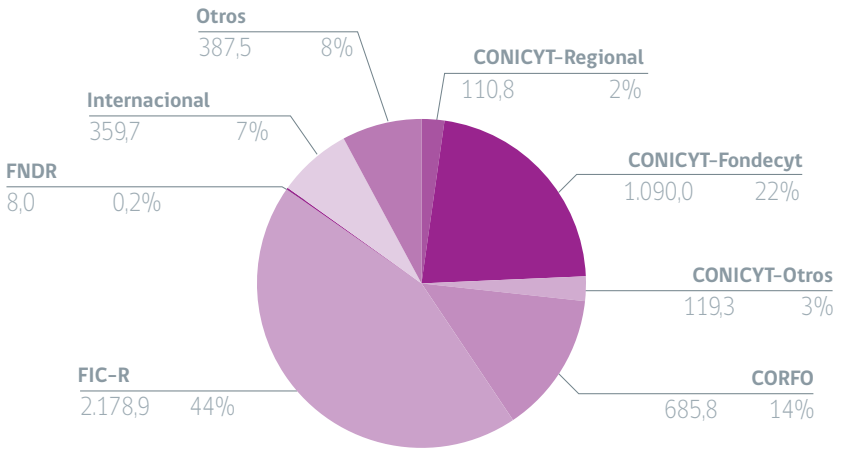


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011–2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	731,8
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Aysén	MM$	799,8
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	4.939,9

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2018.

CIEP: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011–2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CIEP y Programa Regional de CONICYT.
Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional; FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CIEP

En la línea de ecosistemas acuáticos, la actividad del CIEP se orienta a entender el funcionamiento de estos sistemas, para predecir su respuesta ante presiones (naturales y antrópicas) de múltiples escalas, desarrollando conocimiento sobre el cambio global, las actividades acuícolas y el impacto de la acidificación del océano y de las especies exóticas, para aportar a la planificación y el ordenamiento territorial. También busca apoyar el desarrollo de modelos que ayuden a comprender la evolución de las masas glaciares continentales y su impacto en la dinámica de los ecosistemas de fiordos y canales, para favorecer la capacidad de anticiparse a los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos para el uso humano y sobre la estabilidad de los ecosistemas relacionados con los glaciares. Asimismo, apunta a aportar conocimiento para maximizar y mantener los servicios ecosistémicos que provee la región, medir el impacto de la presión pesquera y de la acuicultura en fiordos y canales patagónicos, y manejar los recursos acuáticos continentales.

En la línea de ecosistemas terrestres, su trabajo se centra en desarrollar investigación sobre procesos ecológicos generales (como el balance de carbono y la mantención de la biodiversidad), tomando como sistemas de estudio las formaciones boscosas de la Región de Aysén. De este modo, ha producido directrices que han contribuido a la toma de decisiones en la región, por ejemplo, a la elaboración de protocolos de plantación para restaurar terrenos quemados basados en los requerimientos ecológicos de especies arbóreas nativas, obtenidos como resultado de su trabajo.

En la línea de pesca y acuicultura, el trabajo del CIEP se concentra principalmente en las pesquerías de interés para la pesca artesanal, contribuyendo a enfrentar el deterioro de la pesquería regional, altamente vulnerable por la concentración de la captura en pocos recursos y por la dependencia respecto de limitados mercados compradores. A su vez, el Centro busca aportar conocimiento y manejo biológico-pesquero sobre los

[3] En pesos corrientes de cada año.

recursos con mayor potencial de extracción o cultivo, y apoyar la preparación del capital humano y social de las comunidades pesqueras artesanales. En el ámbito de la acuicultura, promueve estudios ambientales de línea base que respalden la generación de modelos de capacidad de carga, para apoyar la sustentabilidad de la industria acuícola en la región.

La línea de turismo sustentable busca apoyar el desarrollo de nuevas propuestas turísticas basadas en investigaciones sociales, de recursos ambientales y de mercado, aportando a la sustentabilidad de los destinos turísticos, y resguardando y poniendo en valor el patrimonio natural, cultural y (pre)histórico de la región.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

La actividad del CIEP se inserta claramente en los lineamientos de las estrategias regionales de desarrollo y de innovación, por cuanto contribuye a conformar en la región una plataforma de investigación científica de alto nivel, justamente en los temas vinculados al medio ambiente y al cambio climático en que -como lo destaca la estrategia de desarrollo- la región tiene ventajas comparativas. Asimismo, su trabajo se orienta a generar conocimientos y prácticas que apoyen el desarrollo sustentable y competitivo del turismo de alta calidad y de las actividades acuícola y pesquera, sectores priorizados en las estrategias regionales. Para ello, el CIEP cuenta con la fortaleza que representan sus capacidades humanas especializadas, la confluencia en su estructura de los sectores productivo y de la investigación, sus vínculos de colaboración con entidades de Chile y del extranjero, y su decidida vocación de trabajo conjunto con entidades públicas y organizaciones productivas de la región.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El CIEP cuenta con un equipo de investigación de 25 personas (23 contratadas por el Centro), entre las que se incluyen 10 investigadores con grado de doctor (8 contratados y 2 de las instituciones socias) y 5 con grado de magister (todos contratados por el Centro)[4]. Esto ha significado la atracción de especialistas de alto nivel que realizan investigación y transferencia en sectores productivos priorizados por la región, en una zona donde antes solo había un doctorado residente.

Del conjunto de investigadores, profesionales y técnicos, 12 trabajan en la línea de ecosistemas acuáticos (10 contratados), 3 en ecosistemas terrestres (todos contratados) y 9 en turismo sustentable (todos contratados), en tanto que en la línea de pesca y acuicultura trabaja 1 investigadora con dedicación completa, a la que en el segundo semestre de 2015 se sumará otra investigadora. El trabajo es apoyado por un equipo de laboratorio y otro de gestión y administración, conformado por 6 personas.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	8	2	10
Investigadores con grado de magíster	5	0	5
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	10	0	10
Total	23	2	25

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



El Centro recibe también a tesistas, sobre todo de la UACh y la UdeC, y de universidades extranjeras. De todas formas, la ausencia de una universidad de la propia región representa una limitación, pues dificulta la generación de masa crítica, así como la permanencia en la región de los estudiantes que se forman en el CIEP. Aun así, investigadores del Centro realizan docencia en el programa de Bachillerato y en el Programa Técnico en Turismo del Campus Patagonia (Coyhaique) de la UACh, además de ser profesores de los programas de Magister y Doctorado en Oceanografía de la UdeC y del Doctorado de Biología Marina de la UACh, entre otros.

La mayor fortaleza del Centro en cuanto a infraestructura son sus laboratorios de alto nivel y la calidad de los equipos (por un monto estimado de 1.000 millones de pesos). En ellos, los investigadores pueden



Atendiendo las necesidades de las comunidades de pescadores de la región, el CIEP está buscando medios de diversificación productiva, como el cultivo de nuevas especies hidrobiológicas (crustáceos y algas).

abordar la química del carbono en sus fases orgánica e inorgánica, trabajar con iones en agua dulce (calcio y otros) y nutrientes inorgánicos (nitratos y fosfatos), cuantificar la edad de bosques y obtener información sobre microalgas tóxicas de la región, entre otros.

VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

A nivel nacional, el CIEP trabaja en estrecha colaboración con las universidades socias del Centro (UdeC y UACh) y con centros de excelencia en todas sus áreas de investigación. Destacan su participación como integrante de la red de trabajo interdisciplinario del Centro Fondap[5] de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS y su programa Basal COPAS Sur Austral; su estrecha colaboración con el Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable (INCAR, también centro Fondap), y la colaboración con otros centros regionales como el CEQUA y el CEAZA. Investigadores del CIEP forman parte del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y del Centro IDI en Turismo de Intereses Especiales de la UACh, y el Centro tiene convenios de cooperación con el Programa de Investigación Pesquera de la UACh.

A nivel internacional, el CIEP mantiene múltiples colaboraciones científicas. La colaboración con el Laboratorio de Ecología Alpina de la U. Joseph Fourier-Grenoble (Francia) ha permitido el intercambio de investigadores, la presentación y ejecución de proyectos conjuntos y publicaciones. En turismo sustentable, la sólida colaboración con varias universidades norteamericanas (Penn State, Montana, Utah, West Virginia y Florida) se concreta en la dictación de clases magistrales, presentación de proyectos asociativos y publicación en revistas internacionales.

La participación de investigadores del CIEP en redes internacionales vinculadas a temas de cambio climático, como el Grupo Internacional de Monitoreo de la Acidificación Oceánica, Global Lake Ecological Observatory Network e Inter-American Institute for Global Change Research, se concreta también en la ejecución de proyectos internacionales de investigación. El Centro colabora asimismo con las universidades de Stanford (Estados Unidos) y Dortmund (Alemania), en dinámica de ecosistemas, y con la Universidad Complutense de Madrid (España) en el área de pesca artesanal. El CIEP participa también, junto a las universidades de París, Concepción y Austral de Chile, en el Centro Laboratorio Internacional LIA-MOFUN del programa ECOS-CONICYT.

Vinculación con el medio

El trabajo del CIEP se centra en la generación de conocimiento y la vinculación de sus objetivos con el desarrollo esperado de los sectores de mayor relevancia de la región, más que en el desarrollo tecnológico para un sector productivo en particular.

El CIEP ha trabajado activamente, junto a profesionales del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en la elaboración del reglamento que permitirá operativizar el sistema de monitoreo ambiental de barrios productivos.

En el ámbito forestal, el Centro desarrolla servicios que son requeridos por las empresas forestales, por ejemplo para la obtención de certificación internacional, y mantiene vínculos de colaboración con la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

[5] Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de CONICYT.

En cuanto al trabajo de la línea de pesca artesanal, los pescadores son beneficiarios finales de sus acciones, como por ejemplo del proyecto Núcleo de pesca artesanal. A su vez, como una manera de diversificar las fuentes de ingreso de los pescadores, y luego de un estrecho trabajo con las comunidades de pescadores de la región, hoy se está ejecutando un proyecto en Puerto Aguirre para cultivar el alga luga, que será replicado en Puerto Gaviota. Cabe señalar también que el CIEP participa activamente en el Gabinete Pesquero, en la Mesa de Ordenamiento de Borde Costero y en el Comité Marea Roja, asesorando a los distintos agentes públicos desde la perspectiva científica y tecnológica, y mantiene una estrecha colaboración con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de la Región de Aysén.

El equipo de turismo sustentable colabora con distintos servicios públicos en materia de planificación (participa en el directorio público-privado de turismo de la Región de Aysén y en la mesa de Turismo Cultural y apoya la elaboración de los lineamientos del Observatorio Regional de Turismo). En su vinculación con el sector privado, fomenta la creación de capacidades locales a través de diversas actividades de investigación y transferencia en las localidades donde interviene. Cabe mencionar el trabajo desarrollado con operadores de pesca recreativa (como el programa de monitoreo y fiscalización de ríos), con empresarios de sectores rurales muy apartados de la región (iniciativa de turismo binacional y localidades insulares) y también con empresas de mayor tamaño (proyecto de turismo científico).

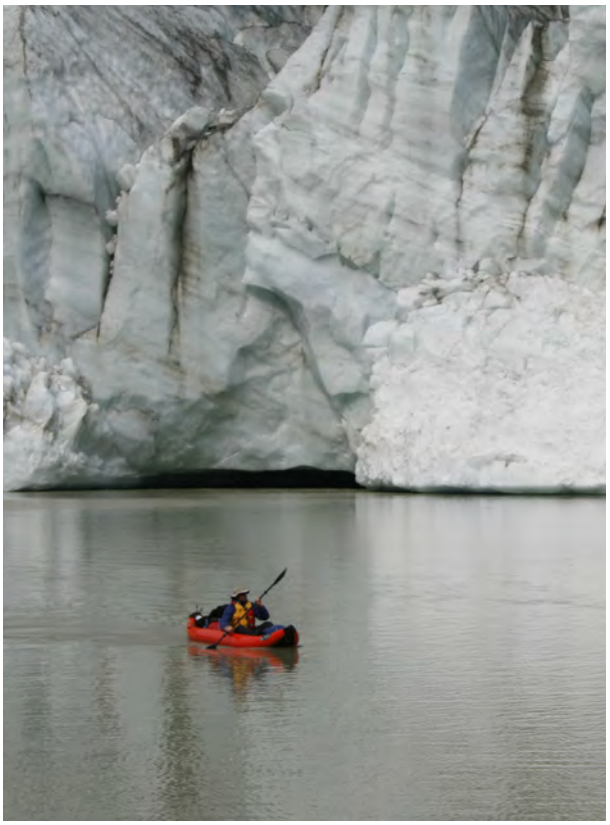
RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

Con capacidades de investigación científica radicadas por primera vez en la región, el equipo del CIEP está generando valiosa información sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres de Aysén, aportando así a la toma de decisiones regionales, la protección del medio ambiente y el fortalecimiento competitivo del turismo, la pesca y la acuicultura. A la vez, contribuye a desarrollar el potencial de la región como un lugar para hacer ciencia vinculada a los recursos naturales.

La instalación del CIEP se ha traducido en la atracción de capital humano de alto nivel y el aumento de la productividad científica de la región, que se expresa en la elaboración de publicaciones ISI, la ejecución de proyectos y la inserción en equipos internacionales de investigación.

Las investigaciones en fiordos y canales aportan información de base para la proyección de inversiones productivas: hoy se estudian componentes físicos, químicos y biológicos que mejoran la comprensión del complejo ecosistema marino. El CIEP realiza investigación en algunos de los principales fiordos de la región, generando líneas base de información relevante sobre el funcionamiento y la estructura de fiordos y canales. En el caso del sistema de fiordos Puyuhuapi-Jacaf, se inició un estudio con el objetivo de evaluar su capacidad de carga y su biodiversidad. Asimismo, se han publicado los primeros estudios sobre el impacto de la acidificación del océano en moluscos de importancia económica (loco y chorito).

Por otra parte, el CIEP fue el primero en reaccionar ante la plaga del alga exótica invasora conocida como *dídymo (Didymosphenia geminata)*, que perturba el paisaje, afecta el desarrollo de los peces y disminuye la calidad de la pesca: un proyecto ejecutado por la línea de turismo sustentable ofreció un marco de acción para difundir conocimiento en bioseguridad e implementar medidas de prevención, monitoreo y control para evitar la diseminación de esta plaga en ríos y lagos de la región. El Centro articuló también alianzas público-privadas para abordar este esfuerzo, proporcionó



Con la realización de investigaciones y estudios especializados, el CIEP busca aportar al conocimiento, aprovechamiento sustentable y disfrute de los recursos naturales de la Región de Aysén.

información a los organismos públicos de los sectores de pesca y medio ambiente, y apoyó iniciativas en las regiones de Magallanes, Los Lagos y Los Ríos, así como en Argentina.

En ecosistemas terrestres, se ha logrado fortalecer una línea con identidad y objetivos claros, y los resultados de sus investigaciones han permitido entender mejor la dinámica de bosques y los requerimientos fisiológicos, lo que ha proporcionado conocimiento útil para que la toma de decisiones pueda hacerse sobre la base de información propia de la región, como ocurre en lo referente a la respuesta de las plantas al cambio climático a nivel regional. Los estudios en lenga, por ejemplo, están ayudando a definir qué patrones seguir para la plantación de especies del bosque en la región, pues hasta ahora se ha seguido el patrón del pino, que no ha resultado exitoso.

En la línea de pesca y acuicultura, destacan el apoyo a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para impulsar áreas de manejo y los resultados logrados en la evaluación de bancos naturales. El seguimiento de 27 áreas de manejo para su regularización con la Subpesca permitió realizar una caracterización socioeconómica de las áreas de manejo de la Región de Aysén. Esto generó una cercanía importante con el sector beneficiario (pescadores artesanales), en el que se ha logrado elevar el nivel de conocimientos técnicos y referentes a la normativa que rige su labor.

En el marco del programa de diversificación productiva para la pesca artesanal del Gobierno Regional, el Centro generó el conocimiento de las principales pesquerías de la región y propuso un plan de investigación por tipo de pesquería a corto y mediano plazo. Frente a la necesidad de diversificación productiva, el CIEP inició trabajos con los que se busca promover el cultivo de especies no afectas a marea roja que son de alto interés para los pescadores artesanales.

En la línea de trabajo de turismo sustentable, el CIEP ha plasmado el concepto de turismo científico y ha levantado interesantes propuestas regionales que conjugan la producción de conocimiento con la actividad recreativa, abriendo nuevas oportunidades regionales para reforzar el interés mundial por el laboratorio regional que es Aysén. También ha logrado unir el conocimiento sobre el patrimonio natural y cultural, tanto histórico como prehistórico, con el desarrollo de experiencias de visitantes, posicionando una marca propia, "Patagonia por descubrir". A partir de potencialidades identificadas en la totalidad del territorio regional, ha formulado nuevas propuestas vinculadas al litoral y a la gastronomía que incluyen a microempresarios, pequeños empresarios y emprendedores.

Entre 2011 y 2014, el CIEP desarrolló un conjunto de 60 proyectos[6]. En esos mismos años, los investigadores del Centro elaboraron 79 artículos científicos (ISI), que se publicaron en revistas con un índice de impacto promedio de 2,864. Para dar a conocer los resultados de su actividad, elaboraron asimismo 72 trabajos científicos, que fueron presentados en 48 congresos. En ese período, el CIEP apoyó el desarrollo de 10 tesis de doctorado y postdoctorales, 13 tesis de magíster y 17 tesis de pregrado en materias vinculadas a su trabajo.

[6] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	29	15	20	15	79
Índice de impacto	2,601	2,804	2,980	2,832	2,864
Publicaciones no ISI	14	11	3	8	36
Número de trabajos presentados en congresos científicos	18	23	17	14	72
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	13	17	8	10	48
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro*	0	4	8	13	23
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro*	1	4	11	7	17

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.



CEQUA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL CUATERNARIO FUEGO • PATAGONIA Y ANTÁRTICA

CENTRO DE ESTUDIOS DEL CUATERNARIO DE FUEGO-PATAGONIA Y ANTÁRTICA

CEQUA

REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

www.cequa.cl - secretaria@cequa.cl - (56-61) 2224794

CONTEXTO REGIONAL [1]

PERFIL SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN	
PIB regional (2013)	MM$ 853.366 (0,8% del total nacional).
Principales sectores según aporte al PIB regional (2012)	Minería (17,9%), administración pública (14,6%), construcción (12,5%) y comercio, restaurantes y hoteles (11,3%).
Tejido empresarial (2013)	Operan en la región 11.392 empresas y 67.424 trabajadores dependientes. De ese total, un 67% son microempresas, que concentran el 10,7% de los trabajadores. La mayor proporción de empresas (32,1%) y trabajadores (20,9%) se concentra en el comercio. La industria manufacturera concentra el 8,8% de las empresas, el sector silvoagropecuario el 5,3% y la pesca el 4,2%.
Exportaciones (2013)	MMUS$ 604 (0,8% del total nacional). La industria origina el 90,6%, incluido un 55,6% de la industria de alimentos y un 9,1% de la industria de productos químicos básicos.

PERFIL DE LA REGIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	
Entidades de educación superior (2015)	En la región desarrollan actividad 3 universidades, incluida la Universidad de Magallanes. La oferta de postgrados en 2014 estuvo conformada por 7 programas de magíster, principalmente en el área de las ciencias (3).
Índice de competitividad regional (ICORE) 2012	La región figura en el lugar 3 del país (índice de 0,571). En la dimensión "innovación, ciencia y tecnología" ocupa el lugar 7.
Innovación en la empresa (2011-2012)	La tasa de innovación de las empresas es de 17,9% (frente a un promedio nacional de 23,7%). Las tasas de innovación tecnológica y no tecnológica son similares, en torno al 13,5%, ambas inferiores a las tasas nacionales (de 18,8% y 16,4%, respectivamente).
Artículos publicados en revistas científicas indexadas (2003-2012)	Un total de 520 artículos (0,8% del total nacional). En ese período, el número anual aumentó a una tasa de 6%. La proporción de colaboración internacional es de 67,1% (frente a un promedio nacional de 52,4%). El impacto normalizado de la producción de la región es de 1,04 y disminuye a 0,97 en el caso de la producción liderada por la región.

[1] Las fuentes de datos de este perfil regional, así como algunas precisiones conceptuales, comunes a todas las regiones, se presentan en la página 10.






ESTRATEGIAS REGIONALES

La *Estrategia Regional de Desarrollo Magallanes y Antártica Chilena 2012-2020* plantea una imagen de la región en que subyace, entre otros rasgos, la aspiración de insertar a Magallanes en el ámbito científico y tecnológico mundial. En materia de desarrollo productivo, se incluye entre los sectores priorizados la promoción de una dinámica competitiva del turismo "mediante el posicionamiento de la Marca Antártica y Subantártica" a través del desarrollo de destinos y productos turísticos de estándar internacional y el desarrollo sustentable y competitivo de la actividad pesquera (artesanal e industrial) y acuícola, en ambos casos enfatizando el fortalecimiento de la innovación y el emprendimiento del sector empresarial y público.

En materia de ciencia, tecnología e innovación, la estrategia propone fortalecer el capital humano como eje fundamental del desarrollo de la CTI en la región; generar la interrelación entre ciencia, tecnología e innovación; y maximizar el potencial científico y económico de las áreas de CTI desde la sustentabilidad y la conservación de la biodiversidad.

En la *Política Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010-2020*, se agrega a los lineamientos anteriores el desarrollo de una institucionalidad pública catalizadora de la CTI. Como parte de la visión futura, se plantea posicionar a la región como un territorio social y económicamente atractivo, con un desarrollo basado en su entorno natural y su biodiversidad, que es su patrimonio fundamental y fuente principal de su capacidad científica, tecnológica e innovadora.

CENTRO DE ESTUDIOS DEL CUATERNARIO DE FUEGO-PATAGONIA Y ANTÁRTICA (CEQUA)

El CEQUA fue creado en 2001 y se constituyó como fundación de derecho privado sin fines de lucro en 2005. Sus instituciones fundadoras son la Universidad de Magallanes, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena y CONICYT. Su directora ejecutiva es Paola Acuña Gómez.

El CEQUA trabaja con la misión de realizar investigación científica que impacte en forma positiva el desarrollo transversal y multisectorial de la Región de Magallanes y Antártica Chilena a través de la generación, difusión y transferencia tecnológica del conocimiento creado por el Centro. Como visión, se ha planteado ser un centro sustentable y de referencia en ciencia, innovación y tecnología en la región y el resto del país, realizando ciencia local de impacto global.

OBJETIVOS

La labor del CEQUA tiene como objetivo aportar al conocimiento en relación con la salud de los ecosistemas australes, el manejo y conservación de los recursos naturales y los ecosistemas australes, el ordenamiento territorial y la vinculación de la ciencia con la comunidad. Su trabajo se centra en el patrimonio de la región más austral del mundo, mediante la generación de conocimiento, valoración, cuidado, protección, manejo y buen uso de los ecosistemas y recursos naturales de una región caracterizada por su condición de laboratorio natural.

Para ello, el Centro trabaja en tres líneas de investigación: ecología de los ecosistemas acuáticos, cambio climático y variaciones recientes, y estudios territoriales.



Con la instalación de una cámara *time lapste*, que registra la formación de hielo marino, es posible evaluar el desprendimiento y la movilidad del hielo a través de un fiordo. El propósito es establecer la relación entre dinámica glaciar y formación de hielo marino en la Patagonia, variaciones recientes que permiten medir el impacto del cambio climático (fiordo Glacier en Gran Campo Nevado).

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN [2]

ECOLOGÍA DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Objetivo: generar y transferir conocimiento científico y tecnológico de alto nivel, en la temática de ecología de ecosistemas acuáticos de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, a fin de contribuir con conocimiento interdisciplinario de alto nivel para la conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de los recursos (marinos y de agua dulce) presentes en los ecosistemas acuáticos australes de la región.

Equipo técnico: Fabiola Arcos (Dra., coordinadora de la línea, CEQUA). Investigadores contratados por el CEQUA: Paola Acuña (Dra.), Rocío Canche (Dra.), Máximo Frangópulos (Dr.) y Jorge Acevedo (M.Sc.). Apoyo a la investigación (CEQUA): María José González (Lic.), Carla Mora (Lic.), Marco Pinto (Lic.), Diana Schofild (Lic.), Sebastián Ruiz (Lic.), Guillermo Alvarado, Juan Carlos Unión y Óscar Mancilla.

CAMBIO CLIMÁTICO Y VARIACIONES RECIENTES

Objetivos: identificar los impactos que puedan tener los escenarios de cambios climáticos globales sobre los ecosistemas australes y las actividades socioproductivas de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, para aportar información científica que contribuya a que organismos públicos y privados guíen acciones y decisiones anticipadas, que mitiguen los impactos negativos atribuibles a la modificación de ambientes por cambios climáticos de la región.

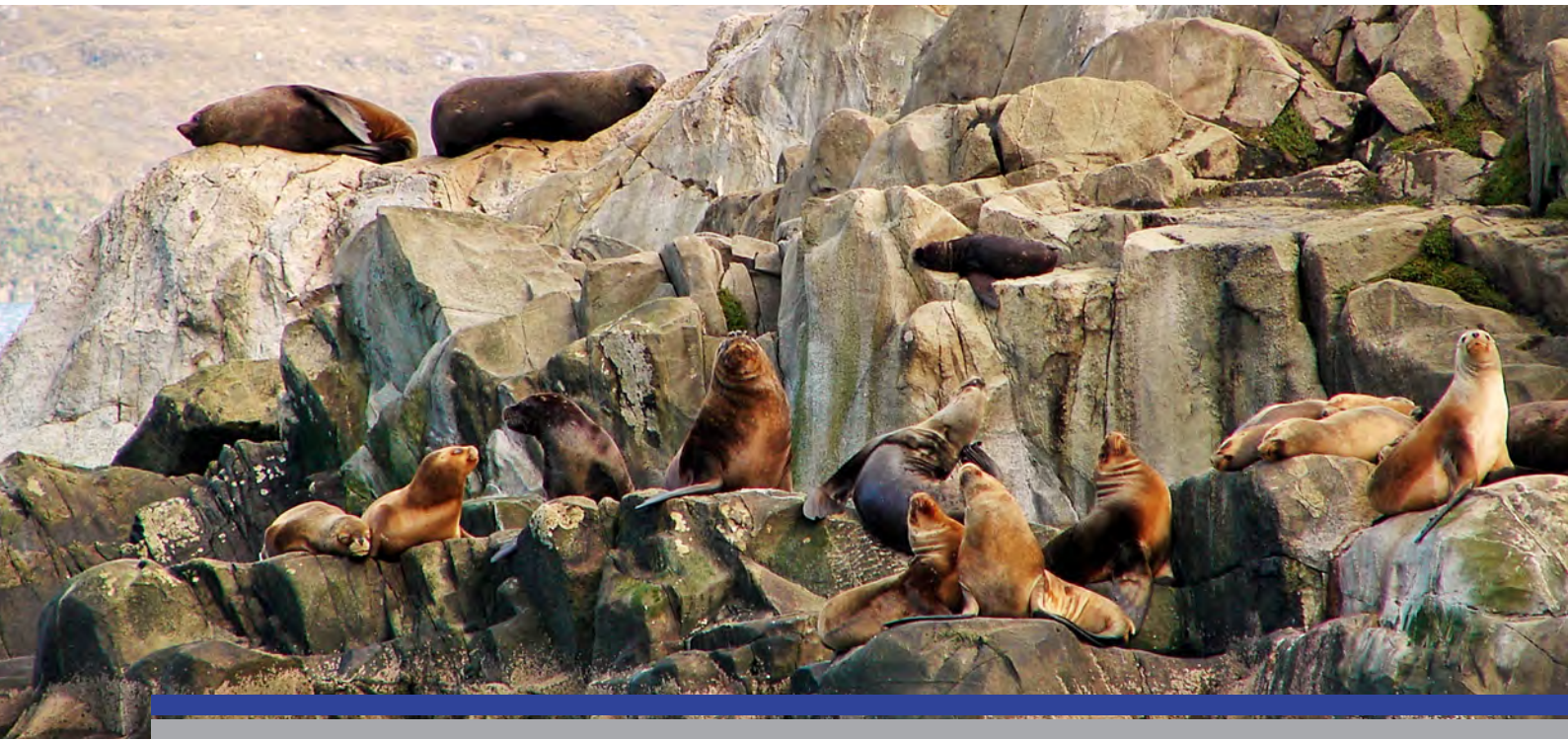
Equipo técnico: Investigadores contratados por el CEQUA: Inti González (Lic.). Apoyo a la investigación (CEQUA): Rodrigo Gómez (Lic.).

ESTUDIOS TERRITORIALES

Objetivos: aportar al desarrollo sustentable de la Región de Magallanes y Antártica Chilena a través de la investigación y planificación de los ecosistemas y actividades productivas, considerando temáticas ambientales, para contribuir al bienestar social y económico de la región. Para ello, realiza estudios aplicados al desarrollo territorial, buscando ofrecer soluciones a problemáticas regionales, orientadas al desarrollo integral del territorio, como una línea transversal que colabora estrechamente con las distintas áreas del Centro.

Equipo técnico: Carlos Olave (M.Sc., coordinador de la línea, CEQUA). Investigadores contratados por el CEQUA: Ernesto Davis (M.Sc.), Juliana Torres (M.Sc.) y Germaynee Vela-Ruiz (M.Sc.). Apoyo a la investigación (CEQUA): Francisca Quezada (Lic.) y Manuel Sánchez.

[2] La información sobre los equipos técnicos está actualizada a junio de 2015.

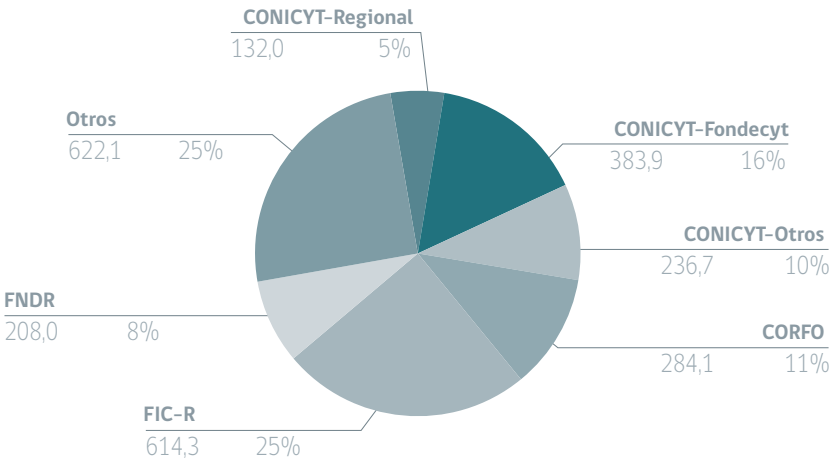


RECURSOS DEL CENTRO EN EL PERÍODO 2011-2014 [3]

Financiamiento basal del Programa Regional de CONICYT*	MM$	590,0
Financiamiento basal del Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena**	MM$	390,0
Recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes	MM$	2.481,0

* El Centro cuenta con financiamiento basal de CONICYT comprometido hasta 2016.
** El Gobierno Regional tiene aprobado un financiamiento plurianual mayor para los próximos años.

CEQUA: recursos adjudicados a través de proyectos de diversas fuentes, 2011-2014
(Millones de pesos y distribución porcentual por fuente de financiamiento)



Fuente: CEQUA y Programa Regional de CONICYT.

Nota: CONICYT-Regional: Programa Regional de CONICYT; CONICYT-Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT; CORFO: Corporación de Fomento de la Producción; FIC-R: Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional; FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

AVANCES, RESULTADOS E IMPACTOS

FOCO DE LA ACTIVIDAD DEL CEQUA

El Centro trabaja con foco en dos pilares fundamentales: la vinculación de la actividad científica con la comunidad y en particular con el sistema educativo, buscando dar pertinencia regional a los contenidos del plan de estudio y fomentando en niños y adultos el sentido de pertenencia al valioso territorio en que habitan (aprovechando la ventaja de estar instalados en una región especialmente rica en recursos naturales e historia natural); y el vínculo entre ciencia y empresa en dos ámbitos prioritarios de la estrategia de desarrollo regional, turismo y pesquerías.

La actividad del CEQUA se lleva adelante mediante el trabajo de los laboratorios especializados de cada línea de investigación. En la línea de ecología de ecosistemas acuáticos, el laboratorio de oceanografía biológica estudia los ambientes costeros (fiordos y canales), con énfasis en los procesos oceanográficos que inciden en la generación de floraciones algales nocivas (mareas rojas) y su impacto en los componentes de la cadena trófica marina. En los estudios sobre fitoplancton y zooplancton regional, se busca identificar señales de cambio en su distribución y abundancia, y el eventual impacto que tendrá el cambio climático sobre ellos con uno de sus principales estresores ambientales, la acidificación de los océanos. Se trabaja también en limnología, para definir una línea base de parámetros físico-químicos y biológicos de los cuerpos de agua continentales (ríos y lagos) y proveer a los organismos públicos información de apoyo a la toma de decisiones, en temas como la microalga invasora *dídymo* (*Didymosphenia geminata*).

El laboratorio de investigación de predadores topes realiza estudios sobre los mamíferos y aves marinas en ecosistemas subantárticos y antárticos, en temas relacionados con conservación, ecología e historias de vida, turismo de naturaleza, isótopos estables para

[3] En pesos corrientes de cada año.

determinar el estado de condición de las poblaciones y cadenas tróficas.

En el laboratorio de genética y genómica, se estudia la relación filogenética de las especies y la estructura y diversidad genética de las poblaciones de especies regionales emblemáticas y especies que constituyen pesquerías de interés comercial. También se ha iniciado la aplicación de tecnologías genómicas y expresión génica, conocimiento clave para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales y de importancia para la acuicultura.

El laboratorio de sistemas de información geográfica (SIG) y teledetección tiene como objetivo contribuir con capacidades y competencias en el uso de los sistemas de información geográficos y en el procesamiento de imágenes satelitales, como herramientas aplicadas en estudios de eventos y fenómenos espaciales que afectan directamente a la región. Además busca potenciar un núcleo tecnológico que permita diagnosticar las condiciones que presentan las variables físico-oceanográficas, para contribuir a evaluar el estado en que se encuentra la biodiversidad marina y el seguimiento de eventos de cambio climático.

La línea de cambio climático y variaciones recientes ha tenido un importante acierto en la implementación de actividades para el estudio de hielos marinos, actividad relevante que no había sido abordada en Chile.

VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS REGIONALES

El trabajo del CEQUA se vincula claramente con los objetivos de las estrategias regionales, por cuanto, en materia productiva, apunta a impulsar el desarrollo competitivo sustentable de la región, en particular del sector turismo y de la actividad pesquera y acuícola. El Centro representa asimismo un polo de actividad científica de primer nivel, que contribuye a la formación y fortalecimiento de capital humano especializado, al aumento de la productividad científica regional y al establecimiento de redes de colaboración nacionales e internacionales, en materias del mayor interés para la región, como el conocimiento y preservación del entorno natural, la biodiversidad y los estudios vinculados al cambio climático.

Junto con proveer en forma permanente información para la toma de decisiones regionales, el Centro participa activamente en diversos temas de la Planificación Estratégica Regional 2010-2020, lo que señala también la pertinencia de su trabajo y su visión como aporte al desarrollo de la región.

APORTE EN CAPITAL HUMANO E INFRAESTRUCTURA REGIONAL

El equipo de investigación del CEQUA está conformado exclusivamente por investigadores del Centro, sin que existan investigadores asociados de otras entidades. Puesto que no cuenta con investigadores asociados de alta productividad y experiencia profesional, el Centro tiene asesores externos en las tres líneas de investigación. Asimismo, desarrolla un programa de especialización de investigadores y perfeccionamiento de profesionales administrativos, que ha logrado motivadores resultados.

Equipo técnico 2015	Contratados	Asociados	Total
Investigadores con grado de doctor	4	0	4
Investigadores con grado de magíster	5	0	5
Profesionales y técnicos de apoyo a la investigación	12	0	12
Total	21	0	21

El equipo está integrado por 21 personas, incluidos 4 investigadores con grado de doctor y 5 con grado de magister[4]. Del total de investigadores, profesionales y técnicos de apoyo a la investigación, 13 trabajan en la línea de ecología de ecosistemas acuáticos, 2 en cambio climático y 6 en estudios territoriales. A ellos se suma un equipo de gestión y administración conformado por 10 personas.

El CEQUA también alberga a profesionales jóvenes de la región que inician sus carreras, así como a estudiantes de diferentes regiones del país y extranjeros que desarrollan prácticas, pasantías y tesis de investigación con los especialistas.

El Centro está radicado en la ciudad de Punta Arenas. Tiene proyectada la construcción de un edificio corporativo de 750 m^2 de superficie, con recursos comprometidos por el Gobierno Regional. El Centro cuenta ya con equipamiento para siete laboratorios especializados, que serán implementados en sus instalaciones corporativas.

[4] El listado de investigadores del Centro se encuentra disponible en: www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.



VINCULACIÓN CON ACTORES RELEVANTES

Redes de colaboración científica

A nivel internacional, el CEQUA desarrolla trabajo colaborativo con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de México (CIBNOR), la Universidad de Sao Paulo (Brasil), el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de la Criosfera, Centro Polar y Climático de Brasil, la Universidad de Córdoba (España), la Universidad de Algarve (Portugal), la Universidad de Copenhagen (Dinamarca) y la Fundación Marcuáticos (Colombia).

En el país, destacan las relaciones con la Armada de Chile, la Universidad Austral de Chile, el Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y el Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA), entre otros. En la región, destaca la vinculación con el IFOP regional, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Dirección General de Aguas (DGA) y, en el sector privado, con Turismo Comapa, Turismo Fitz Roy, Global Pesca y la Asociación de Hoteles y Servicios Turísticos Torres del Paine (HYST), entre otros.

Vinculación con el medio

El CEQUA tiene fuertes vínculos con el sector del turismo, debido a sus aportes en los planes de manejo de los parques Bernardo O'Higgins y Francisco Coloane, al proyecto de sistema de manejo turístico sustentable en áreas protegidas en el Parque Nacional Torres del Paine, y al estudio de turismo sustentable en el avistamiento de pingüinos en la Isla Contramaestre, entre otros. Destaca un convenio por el cual el Ministerio de Bienes Nacionales concedió al Centro el uso de dicha isla, para que se convierta en un espacio de desarrollo de la actividad científica y el turismo sustentable.

El Centro ha apoyado desde 2011 al sector de la pesca recreativa, mediante varios proyectos, uno focalizado en conformar mesas de trabajo en las comunas más relevantes para esta actividad, a fin de fomentarla. Otros tres proyectos se vincularon al monitoreo, estudio y difusión de conocimiento sobre la microalga invasora *dídymo* en los cuerpos de agua continentales de la región, que se ha recorrido en su totalidad para evitar la propagación de esta plaga y concientizar al sector de la pesca recreativa sobre la amenaza que representa para los ecosistemas dulceacuícolas.

El Centro también ha trabajado con los municipios de Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Primavera, en certificación ambiental, energías limpias, ecoturismo, pesca y acuicultura y educación; y en iniciativas con los pescadores artesanales, estudiando diferentes recursos pesqueros, como centolla y merluza. Además, ha establecido convenios con la Comunidad Kawésqar de Puerto Edén y la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, entre otros.

El CEQUA participa en diferentes mesas regionales de trabajo, en materias de energía, turismo, recursos hídricos y recursos bentónicos, así como en el Consejo Consultivo del Medio Ambiente. En el marco de acción del Gobierno Regional, participa también como miembro permanente en diferentes mesas para el desarrollo de la Planificación Estratégica Regional 2010-2020, como las de Ciencia, Tecnología e Innovación, Medio Ambiente, Turismo e Inocuidad Alimentaria, entre otras.

RESULTADOS E IMPACTOS EN LA REGIÓN

En una región de alta biodiversidad y potencial para los estudios de cambio climático, el CEQUA genera conocimiento científico fundamental sobre los ecosistemas marinos, costeros y de aguas continentales. Al mismo tiempo, apoya a los municipios en aspectos productivos y ambientales, aporta información valiosa para la toma de decisiones, impulsa el desarrollo sustentable del turismo y el sector pesquero y acuícola, y promueve el interés por la ciencia de niños y jóvenes.

En el marco de sus objetivos, el equipo del CEQUA ha logrado resultados y avances en diversas áreas. En el esfuerzo por controlar la plaga acuática *Didymosphenia geminata*, o moco de roca, logró un reconocido liderazgo nacional en materia de su monitoreo, estudios, medidas de mitigación, identificación de vectores de propagación y difusión de información a la comunidad. Entre los proyectos de mayor impacto en

la región, destacan dos iniciativas que se tradujeron en el establecimiento de un programa regional de monitoreo y difusión de información sobre el alga y la conformación de una mesa de trabajo regional en que participan siete servicios públicos.

En colaboración con especialistas del IFOP, los investigadores del CEQUA trabajan también en la detección de nuevas especies de microalgas productoras de marea roja en la región, así como en la aplicación de detectores *in situ* para detectarlas y cuantificar su presencia.

La línea de ecología de ecosistemas acuáticos implementó el primer laboratorio de ecología molecular y consolidó el primer grupo de oceanografía biológica de la región. Su trabajo genera conocimiento que permite determinar la salud de los ecosistemas australes. El Centro desarrolla también investigaciones en el ámbito de acidificación de los océanos como consecuencia del cambio climático, lo que representa una contribución al estudio mundial del tema y al conocimiento de sus efectos sobre los recursos pesqueros.

Asimismo, estudia el impacto ambiental que se produce debido a la implementación de energías renovables no convencionales, como la energía mareomotriz o undimotriz. También aborda la implementación de energía geotérmica e hidrocinética para el desarrollo productivo en comunas aisladas.

En otro ámbito, el CEQUA trabaja para sentar las bases biológicas para la cría de cultivos marinos, llevando adelante estudios biológicos básicos (en genética, genómica, fisiología, reproducción, histología y SIG) aplicados a la conservación y sustentabilidad productiva de pesquerías incipientes y potenciales. En esta área, se logró secuenciar el genoma mitocondrial completo de la centolla (*Lithodes santolla*) y el genoma transcriptoma de tres genes de la especie, lo que representa el primer resultado nacional de este tipo para recursos pesqueros.

Los investigadores del Centro trabajan asimismo para agregar valor a la producción de la pesquería artesanal, mediante esfuerzos tendientes a lograr identificación geográfica, denominación de origen, sellos de calidad y producción limpia. En este ámbito, dos proyectos en aplicación de herramientas moleculares para contribuir al plan de manejo sustentable del recurso centolla y a su agregación de valor comercial permitieron respaldar la postulación del CEQUA al programa Sello de Origen País ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), que busca otorgar denominación geográfica y/o de origen a los productos característicos de cada región.

El trabajo en planificación del territorio mediante sistemas de información geográfica (SIG) y teledetección representa un insumo básico para la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y ha permitido entregar los resultados que esa entidad requiere para aplicar los planes de manejo de los parques naturales, reservas y áreas protegidas de la región. Como resultado, se estableció la primera área marina protegida en Chile, el Parque Francisco Coloane, y se



El CEQUA lleva adelante varios proyectos en torno a la microalga invasora *dídymo*, que incluyen el monitoreo y estudio de esta plaga y la difusión de información sobre la amenaza que representa para los ecosistemas dulceacuícolas (muestreo de microalgas planctónicas en el sector laguna Las Mellizas, Parque Nacional Torres del Paine).

desarrolló el primer estudio de línea base del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, así como la cartografía fina del Parque Nacional Torres del Paine y el estudio piloto de capacidad de carga turística de este parque.

Investigadores del CEQUA son los encargados de actualizar las bases de datos de biodiversidad marina de la región en las estadísticas nacionales que determinan el estatus de la fauna en el país. Asimismo, aportan al conocimiento biológico de las poblaciones de mamíferos marinos antárticos y subantárticos, para su conservación y manejo sustentable, por ejemplo con fines de ecoturismo. El Centro cuenta con vínculos internacionales para dar continuidad al estudio de la migración de la ballena jorobada, como una alternativa de turismo ecológico.

En el ámbito comunitario, el trabajo del Centro aporta al desarrollo de las diez comunas de la región en aspectos como alternativas energéticas para zonas aisladas, turismo sustentable, pesca y acuicultura, valor patrimonial de cada comuna y certificación medioambiental, aspecto este último en que el Centro cuenta con reconocida experiencia nacional. El equipo del CEQUA desarrolla también un valioso trabajo de recuperación patrimonial de los pueblos originarios, en particular contribuyendo al acercamiento de las culturas étnicas Kawésqar y Yagan al sector educativo.

En materia de transferencia de información, el Centro desarrolló una plataforma en línea, el Sistema de Información de Biodiversidad (SIB) (www.sibmagallanes.cl), mediante la recopilación, clasificación y ordenamiento de información biológica y ecológica de las especies presentes en la región, en especial aquellas de interés económico, cultural o científico, con la finalidad de aportar a mejorar la toma de decisiones económicas y sociales.

El CEQUA está también comprometido con la transferencia de conocimiento al sistema educativo regional, mediante la elaboración de libros didácticos y atractivos (como libros de actividades y guías de observación), creados como producto de la participación de estudiantes en el desarrollo de proyectos del Centro. A ello se suma el suplemento quincenal Cequarito (que circula con un diario local), el sitio Mini Científicos y un conjunto de actividades destinadas a niños, jóvenes y la comunidad en general, como muestras científicas, concursos, la celebración de efemérides ambientales y cafés científicos, entre otras.

Entre 2011 y 2014, el CEQUA ejecutó 73 proyectos[5]. Sus investigadores elaboraron 45 artículos científicos (ISI), para revistas con un índice de impacto promedio de 2,319, y un total de 107 trabajos científicos, que se presentaron en 50 congresos. En ese período, el Centro apoyó el desarrollo de 8 tesis de magíster y 8 tesis de pregrado, en temas vinculados a sus líneas de investigación.



[5] El listado de proyectos del Centro se encuentra disponible en www.conicyt.cl/regional/category/estudios-y-documentos/.

Principales indicadores	2011	2012	2013	2014	Período 2011-2014
Publicaciones ISI	20	13	8	4	45
Índice de impacto	2,253	1,976	1,627	2,375	2,319
Publicaciones no ISI	16	15	4	8	43
Número de trabajos presentados en congresos científicos	18	41	31	17	107
Número de congresos científicos en que el Centro presentó trabajos	7	16	19	8	50
Tesis de doctorado y magíster en ejecución con apoyo del Centro *	2	4	8	3	8
Tesis de pregrado en ejecución con apoyo del Centro *	3	5	3	3	8

* Como la elaboración de las tesis se extiende por más de un año, ellas figuran contabilizadas cada año a lo largo de su desarrollo.

CONICYT
Ministerio de Educación

Gobierno de Chile

Con el propósito de apoyar la investigación científica y tecnológica en las distintas regiones, como motor de su desarrollo económico y humano, el Programa Regional de CONICYT, junto con los gobiernos regionales, ha impulsado la creación y fortalecimiento de Centros de Investigación Científica y Tecnológica a lo largo del país. Mediante su modelo de trabajo, se ha buscado responder a las necesidades y temáticas relevantes de cada realidad local, para cumplir con la aspiración de hacer ciencia en y para las regiones.

Los 13 centros regionales de investigación que actualmente operan en el país -con la natural diversidad derivada de las características de cada entorno regional y de la etapa de desarrollo de cada centro- han logrado interesantes avances y resultados en investigación básica, desarrollo de tecnologías y creación de procesos y productos para diversos sectores productivos. Han aportado también a la discusión y la toma de decisiones en temas de importancia regional y han apoyado la educación superior y escolar, contribuyendo al mismo tiempo a acercar la ciencia a la comunidad.

Este documento, a 15 años de la creación del Programa Regional de CONICYT, busca dar a conocer esos avances, así como los impactos y potencialidades de la labor de cada uno de los centros.

www.conicyt.cl

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica CONICYT

Moneda 1375, Santiago, Chile
oirs@conicyt.cl