



PLAN DE ACCIÓN CHILE 2030

**Sistema de Innovación
de la Agricultura Chilena:**
Un Plan de Acción hacia el 2030

Junio, 2011

Sistema de Innovación de la Agricultura Chilena:

Un Plan de Acción hacia el 2030

Junio, 2011

Tabla de Contenidos

Acrónimos.....	ii
Agradecimientos.....	iv
Prefacio.....	v
Resumen Ejecutivo.....	1
1. Introducción.....	7
2. Evolución del Sistema de Innovación Agrícola Chileno – un Resumen.....	12
2.1 Ambiente de Políticas.....	12
2.2 Tres Fases del Cambio.....	12
2.3 Desafíos Presentes y Futuros.....	15
3. Objetivos, Principios y Plazos del Plan de Acción.....	17
3.1 Objetivo.....	17
3.2 Principios que Sustentan al Plan.....	17
3.3 Una Visión para 20 Años y Acciones para 5 a 10 Años	18
4. Un Plan para el 2030 - Características Institucionales.....	19
4.1 Liderazgo y Facilitación	19
4.2 Obteniendo Valor de los Fondos Invertidos	21
4.3 Integrando Instituciones.....	26
4.4 Traduciendo Resultados.....	29
5. Áreas temáticas y Asuntos Transversales.....	34
5.1 Mejoramiento Genético.....	34
5.2 Manejo Predial.....	39
5.3 Cosecha y Post-cosecha.....	43
5.4 Estándares y Calidad.....	45
5.5 Recursos Humanos de Alta Calificación	48
5.6 Recursos Laborales.....	51
6. Próximos pasos.....	54

Acrónimos

ACHIPIA	Agencia Chilena para la Inocuidad Alimentaria
AgGDP	Producto Interno Bruto Agrícola
ASOEX	Asociación de Exportadores de Chile A.G.
BIOGRAM	Empresa chilena productora de biofertilizantes y biocontroladores
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CASEN	Encuesta Socioeconómica CASEN
CENMA	Centro Nacional del Medio Ambiente
Chile GAP	Proceso Voluntario Chileno Estándar de Certificación de Buenas Prácticas Agrícolas
CIMM	Centro de Investigaciones Mineras y Metalúrgicas
CIREN	Centro de Información de Recursos Naturales
CMI	Comité de Ministros para la Innovación
CNED	Consejo Nacional para la Educación
CNIC	Consejo Nacional para la Innovación y Competitividad
CONICYT	Comisión Nacional para la Ciencia y Tecnología
CORFO	Corporación de Fomento
CIC	Centros de Investigación Competitiva
CTCB	Centros Tecnológicos de Control Biológico
DROPCO	Laboratorio Green Inc. para la Innovación y Desarrollo Químico
FDF	Fundación para el Desarrollo Frutícola
FDI	Fondo de Desarrollo e Innovación de CORFO
FEDEFruta	Federación de Productores de Fruta de Chile
FIA	Fundación para la Innovación Agraria
FIC	Fondo de Innovación para la Competitividad
FMI	Fondo Monetario Internacional
FOCAL	Programa Fomento a la Calidad de CORFO
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FTE	Equivalente a Tiempo Completo

Global GAP	Proceso Voluntario Global Estándar de Certificación de Buenas Prácticas Agrícolas
GMO	Organismo Genéticamente Modificado
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GTT	Grupos de Transferencia Tecnológica
HACCP	Puntos Críticos de Control para Análisis de Riesgo
ICM	Iniciativa Científica Millenium
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero
IFPRI	Instituto Internacional para la Investigación de Políticas Alimentarias
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual
I+D	Investigación y Desarrollo
INDAP	Instituto de Desarrollo Agropecuario
INFOR	Instituto Forestal de Chile
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INNOVA Chile	Programa Público de Innovación de CORFO
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
ITPs	Institutos Tecnológicos Públicos
PTI	Programa de Tecnologías Industriales
MINAGRI	Ministerio de Agricultura de Chile
SIM	Sistema de Manejo de Información
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PDP	Programa de Desarrollo de Proveedores
PDT	Programa de Difusión Tecnológica
PTF	Productividad Total de Factores
PUC	Pontificia Universidad Católica de Chile
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SENCE	Servicio Nacional de Capacitación y Empleo
SNA	Sociedad Nacional de Agricultura
TICs	Tecnologías de la Información y Comunicación
UPOV	Unión para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas

Agradecimientos

El estudio “Sistema de Innovación para la Agricultura Chilena: Un Plan de Acción hacia el 2030” es producto del esfuerzo colaborativo entre la Unidad de Desarrollo Rural y Agrícola de la Región de América Latina y el Caribe del Banco Mundial (LCSAR), el Ministerio de Agricultura de Chile (MINAGRI) y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Gobierno de Chile. El estudio se financió mediante un convenio entre el MINAGRI, FIA y el Banco Mundial.

El Informe fue preparado por un equipo integrado por Willem Janssen (Especialista Agrícola Jefe y Líder del Equipo) y Matthew McMahon (Consultor). Se basa en el informe “Una Visión para la Innovación Agrícola de Chile hacia el 2030”, en una serie de estudios relacionados; y un proceso de consulta a diferentes agentes del sector, entre diciembre de 2009 y mayo de 2011. Un primer borrador fue discutido en Chile con el MINAGRI, FIA y otros participantes interesados. El informe final fue producido en base a los comentarios recibidos en Chile durante el proceso de Revisión del Procedimiento de Mejoramiento de Calidad del Banco Mundial.

El equipo quiere agradecer a las siguientes personas en Chile, por su valioso tiempo y consejos para la preparación de este informe: el Sr José Antonio Galilea, Ministro de Agricultura; el Sr. Álvaro Cruzat, Subsecretario de Agricultura; la Sra. Eugenia Muchnik, Directora del FIA; el Sr. Fernando Bas, Subdirector del FIA; la Sra. Francisca Silva y el Sr. Diego Domínguez, asesores del MINAGRI; la Sra. M^a Soledad Hidalgo, profesional de FIA y a todos los consultores que llevaron a cabo los estudios de soporte.

El equipo está también agradecido de los siguientes funcionarios del Banco Mundial por su apoyo en este estudio: Ethel Sennhauser, Franz Drees-Gross, Michel Kerf, Ousmane Dione, Carlos Silva Jáuregui, Felipe Sáez, Verónica Salatino, John Nash, Eija Pehu, Marie-Helene Collion, Aparajita Goyal, Riikka Rajalahti, Svetlana Edemeades, Beatriz Franco, Ketty Morales, Ana Francisca Ramírez y Ariani Wartenberg.

Un agradecimiento especial al Sr. Fernando Rodríguez, por su enérgica y muy sustantiva contribución a este estudio.

Prefacio

Después de un largo período de precios agrícolas en declinación en los mercados globales, la perspectiva agrícola de los últimos cinco años ha sido, por decir lo menos, volátil. Últimamente los mercados globales agrícolas han experimentado alzas de precios muy importantes para muchos productos básicos claves. Estos episodios pueden relacionarse con al menos tres factores: (i) cambio climático, que está comenzando a afectar el potencial productivo de los sistemas agrícolas; (ii) el uso de biocombustibles producidos por la agricultura (etanol, biodiesel), que crea presiones al alza sobre los precios agrícolas; y (iii) el rápido incremento de los ingresos promedio en Asia (China, India), que aumenta la demanda de largo plazo. Las implicancias sobre el bienestar, especialmente para los consumidores pobres, pueden ser significativas. La innovación agrícola puede constiuir una parte central de las respuestas a las oportunidades y amenazas a que conducen estos nuevos escenarios.

El Banco Mundial felicita al Ministerio de Agricultura de Chile (MINAGRI) y a su Fundación para la Innovación Agraria (FIA), por sus esfuerzos para entender la posición que debe tener Chile en el desarrollo global de la agricultura y el rol central que están previendo para la innovación en agricultura. Las autoridades chilenas están claramente conscientes de la necesidad de mantener la rentabilidad alcanzada por el sector y expresaron preocupación cuando el aumento en los niveles de productividad comenzó a estancarse. Las autoridades saben que para enfrentar exitosamente el futuro, el país necesita nuevas tecnologías, nuevos ordenamientos de sus organizaciones e instituciones y destrezas mejoradas de los agricultores para enfrentar exitosamente el futuro.

Valoramos la grata y productiva colaboración con el MINAGRI y FIA, al tratar de entender cómo Chile puede energizar el crecimiento de su productividad agrícola, en un escenario global en rápida evolución. Nos complace haber sido parte del proceso mutuo de aprendizaje requerido para el desarrollo de la Visión y el Plan de Acción hacia el 2030. Deseamos éxito al Gobierno de Chile en la implementación de las recomendaciones y estamos preparados para brindarle mayor apoyo.

Ethel Sennhauser
Jefa Desarrollo Agrícola y Rural
Región América Latina y el Caribe
Banco Mundial

Resumen Ejecutivo

El presente estudio es el tercero de una serie de tres, que fueron convenidos entre el Gobierno de Chile y el Banco Mundial para apoyar el desarrollo de una estrategia de innovación agrícola de largo plazo. El primer informe revisaba el funcionamiento de los tres principales institutos tecnológicos públicos vinculados al sector y recomendaba cómo puede mejorarse su desempeño. El segundo estudio exploraba el futuro de la agricultura de Chile hacia el 2030, usando la metodología de planificación por escenarios y desarrollando una Visión para el futuro de su sistema de innovación agrícola. Este informe se basa en los resultados de los primeros dos estudios, como también en una serie de documentos de soporte y otras consultas; y en él se delinea el Plan de Acción requerido para lograr la mencionada Visión.

No es una sorpresa que el Gobierno de Chile perciba al país como una potencia alimentaria y forestal. Chile se ha fijado como objetivo nacional transformarse en un actor importante en los mercados agro-alimentarios globales; en el país existe un acuerdo ampliamente compartido que éste es un objetivo realista y deseable. Hay sin embargo, una serie de desafíos que necesitan ser enfrentados. En la última década, el sector ha mostrado una declinación en su dinamismo. Hacia fines del 2007, el crecimiento de la Productividad Total de Factores (PTF) de Chile era menor que diez años antes¹ (FMI, 2009)². La tasa anual de crecimiento del valor agregado agrícola era 11% en el 2004 y de sólo 2% en el 2008³. En el futuro, el acceso a la tecnología se irá haciendo cada vez más difícil y costoso, como resultado de la protección creciente de los derechos de propiedad intelectual. El cambio climático podría restringir el desarrollo agrícola y las oportunidades del comercio internacional podrían cambiar, debido al aumento de las exigencias de los consumidores y a medidas de proteccionismo encubiertas.

Una Visión para el Sector. Para entender cómo el sector debería responder a estos desafíos, se utilizó la planificación por escenarios para desarrollar una Visión del sector agrícola hacia el 2030. Se llevó a cabo un proceso consultivo a un amplio número de personas, de dentro y fuera del ámbito agrícola. Mientras que, basándose en las tendencias actuales e información disponible, los escenarios representan futuros plausibles, la Visión en sí misma es aspiracional, y se basa en una serie de supuestos y deseos, que son ampliamente compartidos, no sólo por el sector agrícola, sino también por toda la sociedad chilena. La Visión ha sido configurada de la siguiente manera:

El 2030 Chile es un productor de calidad de una amplia gama de alimentos y fibras. Su imagen internacional está marcada por la diversidad que su geografía le permite producir. El sector enfatiza la sustentabilidad ambiental y la naturaleza sana de sus productos, las que son valoradas tanto

¹ El crecimiento del factor de productividad global disminuyó de 2,8 entre 1984-1997 a sólo 0,9 entre 1998-2005.

² Di Bella, G. and M. Cerisola. Investment-Specific Productivity Growth: Chile in a Global Perspective. IMF Working Paper. 2009. At: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2009/wp09264.pdf>

³ World Development Report 2010, World Bank.

por el mercado interno como externo. Mediante la aplicación de tecnologías de la información y las comunicaciones, inversiones en tecnología agropecuaria y la capacitación de su fuerza laboral, Chile ha sido capaz de desarrollar cadenas de valor de rentabilidad atractiva, bien integradas desde la producción a los mercados finales, y de remunerar a sus participantes a niveles comparables con el resto de la economía.

Basándose en los estudios realizados y en el proceso consultivo, se identificaron los siguientes tópicos como fundamentales de un Plan de Acción para los próximos cinco años, para hacer de la Visión una realidad:

- A. Fortalecer el sistema de innovación agrícola chileno, referirlo y hacerlo comparable con otros países de la OCDE.
- B. Fortalecer la disponibilidad de nueva información y conocimientos para los productores agrícolas.
- C. Mejorar el control tecnológico sobre los sistemas productivos.
 - C1. Procurar el mejoramiento genético y utilizar la biotecnología para desarrollar sistemas productivos eco-eficientes.
 - C2. Mejorar la gestión de los predios agrícolas, incluyendo la agronomía y la eficiencia en el uso del agua.
 - C3. Robustecer los sistemas de gestión de las cadenas de valor, mediante sistemas expertos y de información de mercados.
- D. Mejorar el cumplimiento de los requerimientos de los sistemas de calidad y certificación.
- E. Capacitación de la base de recursos humanos, especialmente dentro de las cadenas de valor.

El objetivo de este Plan de Acción es aumentar la capacidad del sistema de innovación agrícola de Chile, para lograr las metas tal como se esbozaran en la Visión del sector para el año 2030. Para dar cuenta de los tópicos prioritarios, se avanza sobre la base de las actuales fortalezas del sistema de innovación agrícola y se reflexiona sobre las principales acciones que se requieren. Cinco principios sirven como los fundamentos del Plan: reconocer las responsabilidades nacionales y regionales; distinguir los roles públicos y privados; diversidad; excelencia e integración institucional. La mayor parte de las acciones propuestas pueden ser implementadas entre el 2011 y el 2015, y consolidadas durante los cinco años siguientes. Después del 2020, los planes y actividades pueden ser revisados de cara a los avances alcanzados en ese momento.

Principales Recomendaciones

Liderazgo y Facilitación

1. El MINAGRI debería aumentar su capacidad para manejar los asuntos relacionados con la innovación agrícola. Se recomienda que, en la nueva estructura que se dé al MINAGRI, se establezca una Dirección de Innovación cuya principal

responsabilidad sería asegurar la participación del sector en el Sistema Nacional de Innovación y facilitar la implementación de su propia agenda dentro del sector.

2. La primera responsabilidad de esta Dirección sería desarrollar una estrategia para articular las posiciones del sector agrícola dentro del Sistema Nacional de Innovación, contribuyendo de esta forma al fortalecimiento en general de éste Sistema.
3. El MINAGRI debería invitar al sector privado a fortalecer su organización a nivel de sector y subsectores claves. Durante los primeros dos años, el MINAGRI podría disponer de fondos para apoyar el establecimiento de estas asociaciones de productores y agroindustrias.

Obteniendo Valor por los Fondos Invertidos

1. En el corto plazo, para aumentar la eficiencia de los fondos invertidos, el Ministerio de Agricultura tiene que trabajar con las respectivas agencias y usar su propio presupuesto para apoyar equipos multidisciplinarios con una masa crítica de científicos, en sus áreas de interés prioritario.
2. Se debería Instaurar una mejor combinación de instrumentos para conseguir un equilibrio entre financiamiento basal, financiamiento competitivo, contratos de desempeño, desarrollo de recursos humanos, apoyo al sector privado, infraestructura, equipamiento, etc.
3. Para equipararse hacia el año 2020 con los países de la OCDE, el MINAGRI necesitaría procurar una triplicación del total de sus recursos públicos.
4. Los gobiernos regionales deberían ser incluidos en forma más explícita como socios en el sistema, con énfasis en el desarrollo y el financiamiento de agendas regionales.
5. Deberían instaurarse instrumentos que alienten la participación del sector privado, tales como el desarrollo de consorcios, exenciones tributarias, legislación y fiscalización de los derechos de propiedad intelectual.

Integración Institucional

1. Se necesita establecer un marco para crear nexos viables y atractivos entre las varias instituciones del sistema. La integración debería ocurrir dentro de las áreas prioritarias de investigación identificadas para el futuro, en los Centros Agrícolas Regionales para Investigación y Desarrollo, que se proponen en este informe, en la sección “Traduciendo Resultados”. Los equipos integrados necesitan tener financiamiento estable y combinar recursos, cuando sea necesario. Ello requerirá que se programe al financiamiento en base a cumplimiento de contratos; cargos docentes compartidos; el apoyo a los Investigadores de

los Institutos Públicos Tecnológicos, para estimular la formación de equipos de investigación con las universidades; colaboración en los programas doctorales y de maestrías; y la integración de instalaciones de investigación, como laboratorios y equipos.

Traduciendo Resultados

1. Chile debería desarrollar Centros Regionales de Transferencia Tecnológica a lo largo del país. Estos centros estarían dotados de especialistas en transferencia de tecnología altamente capacitados, similares a los extensionistas del sistema estadounidense, y formarían parte de los equipos multidisciplinarios a establecerse. Estos centros estarían localizados en instituciones tales como institutos de investigación, campus universitarios u otras instituciones que sean reconocidas por el Estado. El rol de los especialistas en extensión sería organizar y trabajar con grupos de agentes de extensión tanto del sector público como privado, aunque no directamente con agricultores individuales. Los centros desarrollarán: asociaciones con actores públicos y privados, una gama de metodologías dependiendo del mensaje y de los clientes, una política de acceso a la información, el reclutamiento de profesionales de distintas especialidades y el uso de tecnologías modernas de comunicación, en sus variadas modalidades.

Áreas Temáticas y Temas Transversales

Mejoramiento Genético

1. Chile necesita desarrollar equipos multidisciplinarios de científicos en diversas áreas, para aumentar la productividad y asegurar niveles estables de producción. Tales equipos pueden incluir genetistas, biotecnólogos, agrónomos, fitopatólogos y entomólogos. Puede ser útil disponer de un documento estratégico sobre mejoramiento genético para definir cuales productos y qué disciplinas deberían ser consideradas.
2. Chile debería manejar herramientas biotecnológicas de modo que estas pasen a formar parte integrante de un programa de mejoramiento genético.
3. Chile debería robustecer el marco legal relativo a la propiedad intelectual y las patentes, de manera de fortalecer la relación entre la comunidad científica y el sector comercial, y asegurarse el acceso a los recursos genéticos de todo el mundo.

Manejo Predial

1. Los Centros Regionales deberían desarrollar programas de investigación orientados primariamente a:
 - El manejo de recursos naturales, buscando una agricultura limpia
 - Uso eficiente del agua a nivel de predio

- La integración de las TIC (comunicaciones inalámbricas, sensores, sistemas de información de gestión, GPS, robots, etc.) a lo largo de la cadena de valor
- El uso de insumos ecológicos

Cosecha y Post-cosecha

1. La propuesta es configurar una red de equipos multidisciplinarios que por una parte establezcan una agenda estratégica de interés para el sector privado y por otra incorporen esta agenda en los llamados a presentar propuestas de los fondos concursables. Tanto la red como los programas y proyectos resultantes deberían ser financiados en forma compartida entre el Estado y el sector privado. El aporte del sector privado en relación al del sector público debería aumentar gradualmente en el tiempo.

Estandares y Calidad

1. El MINAGRI debería apoyar la expansión de ChileGAP liderada por el sector privado a toda la producción agrícola, sea ésta destinada a la exportación o a los mercados locales; la expansión de programas de apoyo a la certificación con financiamiento público/privado; y a referenciar los estándares de calidad con los de países importadores de productos chilenos.

Recursos Humanos de Alta Calificación

1. En colaboración con el programa Becas Chile, el sector agrícola debería elaborar un plan para el desarrollo de recursos humanos altamente calificados, basado en una estrategia sectorial para la innovación y robustecer las redes internacionales para el intercambio de personal científico.

Recursos Laborales

1. El MINAGRI debería trabajar en conjunto con el Ministerio de Educación en el fortalecimiento de la educación básica en áreas rurales; afianzar la formación vocacional en agricultura y en los programas de capacitación de trabajadores agrícolas con financiamiento público.
2. El Ministerio de Agricultura debería manejar un sistema de monitoreo de las necesidades de capacitación en el sector agrícola.

Próximos Pasos

Se proponen las siguientes recomendaciones para asegurar la exitosa implementación del Plan de Acción:

1. El Plan de Acción y la Visión que hay tras el mismo, requieren de ulteriores consultas y validaciones, especialmente a nivel regional. Si bien, para la preparación de estos documentos se hicieron múltiples consultas, la mayoría tuvo lugar en Santiago, con foco en lo nacional. La visión de contexto general resultante necesita ser complementada con las perspectivas de los actores claves de cada región.
2. En el Plan de Acción, los principales elementos pueden ser secuenciados a lo largo del tiempo, de manera de aprender de la experiencia y manejar la carga de trabajo. Para este propósito, sería útil desarrollar un “Manual Operativo del Plan de Acción” más detallado, que indique para cada una de las actividades propuestas: ¿qué organizaciones están involucradas?; ¿cuáles son sus responsabilidades?; ¿qué progreso puede esperarse en la implementación?; ¿cuál es el costo de implementar las diferentes actividades?; ¿cuándo se supone que estarán terminadas? y ¿cuándo deben esperarse los primeros resultados?. En este mismo estudio se ha trazado un Mapa de Ruta en que se esbozan los posibles hitos de los principales elementos del Plan de Acción.
3. Es necesario preparar una propuesta de presupuesto que indique, a lo largo del tiempo, las fuentes que se usarán para financiar las diferentes iniciativas, de modo de asegurarse no sólo que los fondos estarán disponibles, sino también que estos correspondan a los ítems correctos del presupuesto público.

Implementación del Plan de Acción y el Papel del FIA. La implementación del Plan de Acción requerirá de una capacidad considerable e implicará un cambio institucional importante. Mientras que la implementación del Plan será liderada por el MINAGRI tan pronto se haya establecido la función de manejo de la política de innovación sectorial, la propuesta es que en el intertanto FIA lidere la implementación del Plan de Acción. De esta forma, FIA ejercería un rol como agente de cambio, y como broker de la innovación dentro de su propio sistema. Otro nuevo papel para FIA podría estar en el fortalecimiento de la capacidad de evaluar, tanto ex-ante como ex-post, el sistema de innovación agrícola.

1. Introducción

Este informe es el tercero de una serie de tres que fueron acordados entre el Gobierno de Chile y el Banco Mundial, para apoyar el desarrollo a largo plazo de una estrategia de innovación agrícola. El primero revisaba el funcionamiento de los institutos tecnológicos públicos, haciendo recomendaciones acerca de cómo pueden mejorar su operatoria. El segundo exploraba el futuro de la agricultura chilena hacia el año 2030, usando la metodología de planificación estratégica por escenarios para diseñar una Visión sobre el futuro del sistema de innovación agrícola. El presente estudio se basa en los resultados de los dos primeros Informes, como también en una serie de documentos de soporte y en subsecuentes consultorías y delinea el Plan de Acción que se requiere para alcanzar la “Visión”.

¿Porqué Chile necesita una estrategia de largo plazo para innovar su agricultura? Chile es un importante participante en los mercados mundiales de agro-alimentos. En términos de valor de la producción, el país se ha establecido entre los veinte mayores productores mundiales de frutas y vegetales⁴. La intensificación de la agricultura ha traído consigo importantes mejoras de rendimientos, colocando a la agricultura chilena como uno de los sectores más productivos entre sus pares de la región, con éxitos notables en fruta, vino, salmón y productos forestales. No es sorprendente que se perciba al país como – “Chile: Potencia Alimentaria y Forestal”. Todo sugiere que, en el futuro, la presencia de Chile en los mercados podría incrementarse mediante mejoramientos en la producción, nuevos productos y agregación de valor. Chile ha establecido como un objetivo nacional transformarse en un importante actor en los mercados globales de agro-alimentos; hay un amplio consenso en el país que este es un objetivo realista y deseable.

Sin embargo, hay una serie de desafíos, originados al interior y fuera del sector, que es necesario enfrentar. En la última década, la agricultura ha mostrado una declinación en su dinamismo. Hacia fines del 2007, el crecimiento de la PTF chilena era menor que diez años antes⁵, un comportamiento que contrasta abruptamente con la década previa, cuando la productividad creció 30% en forma acumulativa (FMI, 2009).⁶ La tasa anual agregada de crecimiento agrícola fue 11% el año 2004 y de sólo 2% el 2008.⁷

Chile ha sido afortunado en que, gracias a su similitud ecológica con California, ha tenido acceso a tecnologías ya desarrolladas, que pudieron fácilmente adaptarse a las condiciones del país. Este ha sido un importante factor en la expansión de la fruticultura. Sin embargo, el acceso a la tecnología puede irse haciendo crecientemente dificultoso y caro como consecuencia del aumento

4 FAOSTAT – <http://www.fao.org/corp/statistics/en/> – varios años.

5 El crecimiento de la productividad global disminuyó de 2,8% entre 1984-1997, a sólo 0,9% entre 1998 y 2005.

6 Di Bella, G. and M. Cerisola. Inversiones -Crecimiento de la Productividad Específica: Chile en una Perspectiva Global. IMF Working Paper. 2009. At:<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2009/wp09264.pdf>

7 World Bank Reporte de Desarrollo 2010, World Bank.

de los derechos de propiedad intelectual. Debido a que la minería es la principal fuente de divisas y a que la demanda de minerales está aumentando, el sector debe competir en un ambiente en el cual la apreciación del tipo de cambio ha sido una complicada realidad por varios años.

En los principales mercados de exportación chilenos, la preocupación por la calidad es cada día mayor y más multidimensional. El acceso a los mercados no sólo está basado en el precio y la presentación; sino que cada vez más en que se pruebe que la producción se realiza con criterios de sustentabilidad ambiental, dentro de un clima de justicia social y que los productos poseen valor nutritivo. Pero también hay nuevos mercados con altas tasas de crecimiento económico y gran tamaño de población, especialmente en Asia, que ofrecen enormes oportunidades.

Bajo ciertos escenarios de cambio climático, es posible que en Chile se produzca una re-distribución de las zonas de producción y la composición de la oferta de productos, debido a que la escasez de agua de riego se sentiría más severamente en el norte y centro-norte del país, haciendo que la producción agrícola intensiva se desplace hacia el sur. El sector agrícola está experimentando un proceso de concentración, en el que muchos pequeños propietarios antiguos están vendiendo o arrendando sus tierras a empresas comerciales fuertemente orientadas a los negocios. Los costos de mano de obra están aumentando debido a que hay oportunidades de empleo en sectores tales como la construcción y la minería. Todas estas condiciones podrían actuar contra las ventajas comparativas que el sector agrícola ha tenido en el pasado; ahora se requiere de una mayor flexibilidad que puede ser aportada por un sistema de innovación fuerte y efectivo. Tal sistema no sólo se enfocará en la producción agrícola, sino que también considerará todo el proceso de producción, incluyendo el manejo de post-cosecha y procesamiento, certificación, garantías de origen, clasificación o estandarización, envases y embalajes, medios de transporte, almacenaje, BPA y BPM.

Es posible que el sector agrícola presente desafíos sustancialmente mayores hacia 2030 que los que se visualizan hoy día, debido a factores externos tales como el cambio climático y estándares de calidad más exigentes, y que podrían requerir de ajustes considerables. En tal caso, sería importante disponer de un sistema efectivo de innovación capaz de hacer frente a los problemas de producción de Chile, y apoyar al sector a adaptarse y mitigar los efectos adversos derivados de cambios mayores en los escenarios.

Innovación como una Estrategia Nacional. A la luz de la necesidad de generar una transformación productiva en la economía chilena, el Estado ha lanzado una estrategia de crecimiento que asigna un rol importante a la innovación. Desde el 2005, con la creación del Fondo de Innovación para la

Competitividad (FIC), cuyo financiamiento se hizo posible gracias a los mayores retornos resultantes de un royalty a la minería, el Estado ha aumentado significativamente su inversión en innovación, a una tasa anual de 24%, desde US\$240 millones el año 2005 a US\$530 millones el 2009 (valor del dólar al 2009). Junto con aumentar los recursos dedicados a la innovación, el Estado también ha llevado adelante una serie de iniciativas institucionales tales como la creación de un Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) que tiene una amplia participación social; cumple un papel de asesor del Ejecutivo y es también responsable de proponer una estrategia nacional de innovación. Para asegurar la implementación de esta estrategia, el Estado también ha creado un Comité de Ministros para la Innovación (CMI).

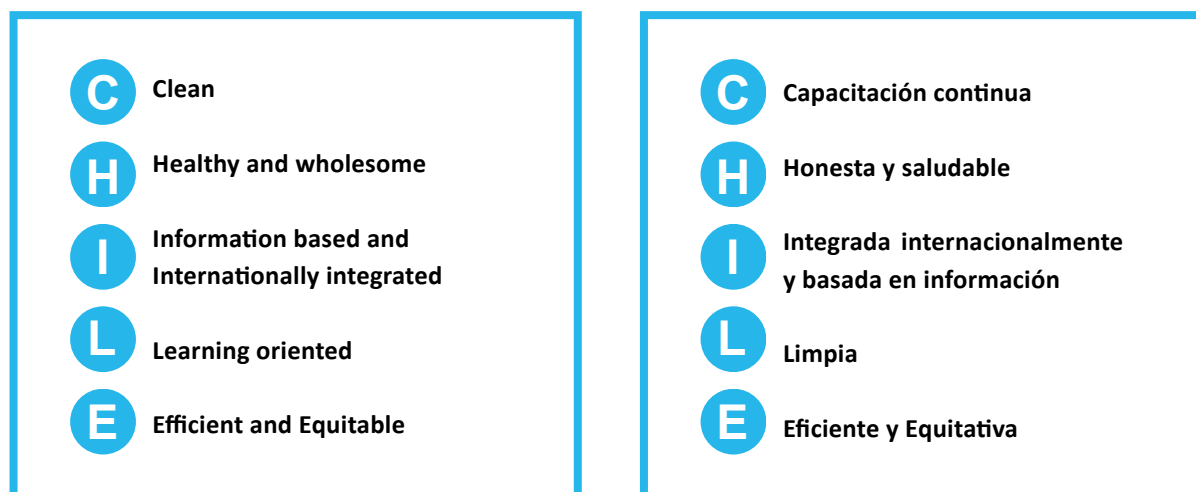
El desafío del sector agrícola es posicionarse dentro del Sistema Nacional de Innovación y obtener de éste los recursos para alcanzar su Visión.

Una Visión del Sector. A través de la construcción de escenarios y un proceso consultivo que involucró a un gran número de actores claves de dentro y fuera de la agricultura, se desarrolló una Visión del sector hacia el año 2030. Mientras que los escenarios que se construyeron son plausibles en base a las tendencias actuales y la información disponible, la Visión en sí misma es aspiracional y se basa en una serie de supuestos y deseos; estos son compartidos no sólo por el sector agrícola, sino también por la sociedad chilena en general. La Figura 1 presenta esta Visión.

Figura 1. Una Visión de la agricultura chilena hacia el año 2030



En cinco letras, la agricultura chilena es:



Basándose en los estudios realizados y en el proceso consultivo, se identificaron los siguientes tópicos como fundamentales de un Plan de Acción para los próximos cinco años, para hacer de la Visión una realidad:

- A. Fortalecer el sistema de innovación agrícola chileno, referirlo y hacerlo comparable con otros países de la OCDE.
- B. Fortalecer la disponibilidad de nueva información y conocimientos para los productores agrícolas.
- C. Mejorar el control tecnológico sobre los sistemas productivos.
 - C1. Procurar el mejoramiento genético y utilizar la biotecnología para desarrollar sistemas productivos eco-eficientes.
 - C2. Mejorar la gestión de los predios agrícolas, incluyendo la agronomía y la eficiencia en el uso del agua.
 - C3. Robustecer los sistemas de gestión de las cadenas de valor, mediante sistemas expertos y de información de mercados.
- D. Mejorar el cumplimiento de los requerimientos de los sistemas de calidad y certificación.
- E. Capacitación de la base de recursos humanos, especialmente dentro de las cadenas de valor.

¿Qué sigue? El resto del informe consta de cuatro capítulos. El capítulo 2 describe brevemente el actual sistema de innovación agrícola y cómo se integra con el sector y en el Sistema Nacional de Innovación. El capítulo 3 esboza los objetivos del Plan de Acción, los principios en los cuales se basa y la forma como está estructurado. El capítulo 4 es el más extenso. Basado en un análisis del actual sistema de innovación, detalla los elementos institucionales de un Plan de Acción para los

próximos cinco años, junto con los resultados esperados. Luego, el capítulo 5 expone a grandes rasgos la dimensión temática del Plan de Acción, es decir, los tópicos que requieren especial atención, si Chile quisiera ir más lejos en afianzar el desempeño de su innovación. El capítulo 6 describe los pasos siguientes para implementar el Plan de Acción, y establece una Hoja de Ruta para su implementación.

Además de los estudios de antecedentes que se realizaron como base para los primeros informes, se contrataron estudios a fondo sobre las áreas temáticas identificadas en el informe de Visión. Estos estudios presentan la situación actual (de línea de base) en cada una de las áreas e identifican los temas específicos que necesitan ser abordados si el país tuviese que enfrentar los desafíos que presentan los mercados cambiantes, las tendencias sociales y las dinámicas internas. El Plan de Acción extrae conclusiones de estas materias, así como de estudios anteriores y propone avanzar a partir de las fortalezas que dispone el sistema de innovación agrícola existente.

2. Evolución del Sistema de Innovación Agrícola Chileno - un Resumen

2.1 Ambiente de Políticas

Las transformaciones ocurridas en la agricultura chilena durante los últimos cuarenta años han sido adecuadamente documentadas. Las reformas macroeconómicas implementadas después de 1974 jugaron un rol importante en establecer el escenario para los cambios que ocurrieron en el sector. Entre estas importantes reformas se encuentra el establecimiento de un tipo de cambio adecuado y realista, la eliminación de restricciones cuantitativas a las importaciones, la rebaja de las tarifas de importación y un mercado laboral rural más competitivo⁸. Estas reformas, asociadas con una serie de ventajas naturales (por ejemplo, un clima adecuado, producción en contra-estación respecto del hemisferio norte, y un bajo costo de la mano de obra), resultaron en un aumento colosal de las exportaciones de fruta, que continúa hasta el presente. La confianza en el mercado como mecanismo de asignación de los recursos sigue siendo una premisa central en la política macroeconómica de Chile.

Una gran parte del aumento de la producción de fruta ocurrió en zonas de riego, desplazando a la agricultura tradicional hacia zonas de secano, como por ejemplo los cereales (con la excepción del maíz), leguminosas de grano, praderas y la producción animal. Estos cambios agroecológicos han sido pronunciados y continúan ocurriendo, confiriendo a la agricultura chilena una marcada especialización regional. Así, por ejemplo, la producción de fruta domina en la zona centro-norte y centro del país, mientras los cereales, papas, carne y leche se concentran en las zonas principalmente regadas por las lluvias en el sur del país.

Ha habido también cambios significativos en la denominada agricultura tradicional, con aumentos en la productividad de los principales cultivos y la horticultura, así como también en la producción ganadera⁹. Estos últimos sub-sectores tienen mucha importancia regional, constituyendo la base productiva para el desarrollo local, y la principal fuente de alimentos nutritivos y saludables para el consumo doméstico.

2.2 Tres Fases del Cambio

La innovación moderna y organizada del sector agrícola en Chile es un fenómeno de los últimos cincuenta años y puede ser dividida en tres fases. La fase inicial comienza en 1960 con el establecimiento del INIA y el INFOR. INIA fue creado para abordar materias concernientes a la productividad agrícola en rubros como cereales, carne y leche; también para enfrentar el amplio rango de temas agronómicos tales como el manejo de cultivos, suelos, agua e insumos químicos¹⁰.

8 Jarvis, Lowell S., Changing Private and Public Roles in Technological Development: Lessons from the Chilean Fruit Sector. In: Agricultural Technology: Current Policy Issues for the International Community, Wallingford: CAB International, 1994.

9 FAOSTAT Op.cit.

10 Faigenbaum Ch. Sergio, Ciencia, Agricultura y Sociedad: Cuarenta Años del INIA. No publicado, 2007.

INFOR fue fundado para encarar materias forestales, que van desde la plantación a la cosecha y la utilización de productos forestales. Estas iniciativas han tenido importantes resultados, ya que mucha de la información fundamental sobre la base de recursos de la agricultura fue desarrollada durante este tiempo. Aunque los esfuerzos por evaluar el impacto han sido escasos, el trabajo de Irarrázaval *et al*¹¹ muestra estimaciones de tasas internas de retorno a la investigación y extensión agrícola en maíz y trigo durante el período 1949-1978 en el rango de 21 a 34%. Estos resultados indican que los retornos a la investigación y extensión en Chile están en línea con aquellos de otros países¹² y son socialmente rentables. Esta fase dio sustento a una política agrícola focalizada en la autosuficiencia alimentaria y la equidad social. El modelo era casi exclusivamente financiado y ejecutado por el Estado.

Una segunda fase de la historia de la innovación agrícola comienza hacia fines de 1970, con la apertura de la economía chilena y el comienzo del “boom” frutícola, y dura hasta mediados de la década de los noventa. Las innovaciones asociadas a la expansión del sector frutícola fueron principalmente resultado del trabajo del sector privado, a partir de las inversiones públicas para el desarrollo científico de los años sesenta. Un ejemplo de esto fue el Programa Chile-California.¹³ Estas innovaciones se aplicaron a todo el espectro de actividades que van desde la producción a la post-cosecha. Incluyeron la introducción de nuevos cultivos y variedades, manejo de huertos, y actividades de post-cosecha. Las empresas exportadoras jugaron un papel sustantivo en la introducción y manejo de las innovaciones y fueron capaces de capturar beneficios significativos de estas actividades. Dado que privadamente sólo se capturaba una pequeña proporción de los excedentes totales de estas actividades, sería lógico suponer que el sector privado no habría invertido en innovación hasta el punto en que lo hizo. Sin embargo, durante las etapas tempranas de la expansión, la rentabilidad de muchas de las innovaciones era tan alta en relación a su costo, que el sector privado invirtió libremente.¹⁴

Durante este período las instituciones del sector público mantuvieron su mandato de apoyar a la agricultura tradicional, si bien con presupuestos y personal reducidos. Sin embargo, se alcanzaron algunos éxitos notables con el apoyo del sector privado. Por ejemplo, la productividad del trigo aumentó de 1.700 kg/ha (1980-82) a 4.600 kg/ha (2006-08).¹⁵ La formación de los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT), organizados por INIA, también fueron vistos como un éxito importante en el área de la transferencia tecnológica, siendo especialmente relevante su respuesta, con aumentos en la producción de trigo durante los años 1980s, frente a la política de bandas de

11 Irarrázaval E., Rafael, R Navarrete G. y Víctor Valdivia P., Costos y Beneficios Sociales de los Programas de Mejoramiento Varietal de Trigo y Maíz en Chile. Seminario sobre los Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola en los Países en Desarrollo, Santiago de Chile, Mayo 7-11, 1979.

12 Evenson R., Economic Impacts of Agricultural Research and Extension; Chapter 11. In: B.Gardner and G.Rausser (eds). Handbook of Agricultural Economics, Vol 1A, North Holland.

13 Este programa estaba basado en un convenio entre la Universidad de Chile y la de California, que proveía acceso a estudiantes chilenos a estudios para grados de Master y Ph.D en California.

14 Jarvis op.cit.

15 FAOSTAT – <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>

precios establecida por el gobierno. Al mismo tiempo, el INDAP introdujo un nuevo enfoque a la asistencia técnica. La nueva orientación, vinculada al crédito, combinaba el apoyo público con el suministro privado de los servicios. Su población objetivo fueron los pequeños agricultores¹⁶ con potencial de viabilidad al largo plazo. Este programa, que ha sufrido varios ajustes desde que fue creado, continúa siendo un importante componente de la estrategia del Gobierno para apoyar a los pequeños agricultores.

La tercera fase de la evolución de la innovación agrícola comenzó a mediados de los años 1990, con la creación de varios fondos concursables. Estos fondos han tenido un profundo impacto en el sector agrícola, al diversificar las fuentes de financiamiento y permitir una más amplia participación de otros oferentes de innovación (como las universidades). Las agencias que lideraron esta expansión de fondos concursables para la investigación aplicada son: CORFO a través de su programa INNOVA-Chile, (antes FONTEC y FDI); CONICYT; MIDEPLAN (*Ministerio de Planificación*), a través del ICM (*Iniciativa Científica Milenio*)¹⁷ y FIA (*Fundación para la Innovación Agraria*), un fondo específico para el sector agrícola. Inicialmente la mayoría de los esquemas de fondos concursables carecían de un enfoque claro, tenían una vasta gama de objetivos y respondían en su mayoría a la oferta de proyectos. Con el tiempo, sin embargo, los llamados a concurso se han vuelto más específicos.

Estos fondos concursables (con la excepción de FIA), junto con otras innovaciones institucionales tales como los Consorcios, Centros Regionales y Centros de Excelencia, han tenido lugar fuera del ámbito del MINAGRI. En la práctica, ello ha resultado en que las prioridades han estado siendo establecidas por las agencias de financiamiento, más que por el sector. La estrategia adoptada por éste ha sido acomodarse a estas prioridades. En el capítulo siguiente se trata la situación actual del financiamiento del sistema.

La siguiente figura da una visión general de las instituciones públicas que hoy son relevantes en el sistema de innovación agrícola.

¹⁶ La definición de pequeño agricultor está establecida en la ley, y ha permanecido sin cambio desde 1962 – un tamaño máximo de 12 hectáreas de riego básico o su equivalente, basado en la capacidad productiva de los suelos (dependiendo si son de riego o de secano, la distancia a los mercados, etc.) y un límite al capital disponible.

¹⁷ Ahora bajo el Ministerio de Economía.

Figura 2. Marco institucional de Servicios Públicos en los que está inserto el Sistema de Innovación Agrícola



2.3 Desafíos Presentes y Futuros

El panorama antes presentado muestra un sistema de innovación agrícola, que durante los últimos años ha estado sujeto a una serie de cambios importantes, y que ha evolucionado hacia un sistema caracterizado por: una diversa gama de agencias de implementación y financiamiento; gran dependencia en fondos concursables; una estrategia que en gran medida ha sido determinada por agencias de financiamiento externas al sector; y posiblemente un gran aporte del sector privado, tanto para la investigación como para la transferencia de tecnología que no ha sido documentado.

Este sistema, en sus diferentes etapas, ha tenido varios éxitos. La investigación y la extensión realizada por el sector público estuvieron enfocadas principalmente en el manejo agrícola tradicional de los recursos naturales y los asuntos relacionados con la pequeña agricultura. Ha habido grandes aumentos en la productividad de los cultivos básicos como trigo y la producción ganadera. Los éxitos en la fruticultura han provenido de la importación, adaptación y adopción de tecnología y del “saber hacer”. Ello fue financiado e implementado principalmente por el sector privado durante los últimos treinta años cuando los niveles de rentabilidad fueron altos. El sector privado continúa invirtiendo en innovación, especialmente en áreas de alta rentabilidad como el vino y los productos del segmento superior de la gama, pero los márgenes se han reducido en muchos subsectores y los problemas de producción se han tornado más complejos y costosos. Además de la rentabilidad, han surgido limitaciones en la disponibilidad de tecnología, especialmente en lo concerniente a variedades, con la aplicación de derechos de propiedad intelectual que requieren

del pago de royalties. Por otra parte, los mercados están demandando productos que combinen calidad junto con estándares ambientales y sociales¹⁸, lo que requiere soluciones tecnológicas adaptadas a las condiciones chilenas.

Como resultado, el sector exportador se ve enfrentado a una cantidad de nuevos temas en los cuales debe ser competitivo. Al mismo tiempo se ha visto confrontado por una pérdida de la competitividad en los ámbitos tradicionales de la producción de contra-estación y pérdida del bajo costo de la mano de obra. Las necesidades de innovación se están moviendo hacia soluciones más básicas y costosas con mayores niveles de actividades socialmente rentables que justifican un incremento de la intervención pública.

¹⁸ Giovannucci, Daniele, How New Agrifood Standards Are Affecting Trade. International Trade Centre World Export Development Forum, October 2008. Online at: <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/17203/>

3. Objetivos, Principios y Plazos del Plan de Acción

3.1 Objetivo

El objetivo de este Plan de acción es mejorar la capacidad del sistema de innovación agrícola de Chile, para alcanzar las metas que se trazaran en la Visión del sector para el año 2030. El Plan se enfoca en capacidades nacionales y regionales, más que en instituciones específicas, e identifica los principales ajustes que se requieren. El Plan se propone, con el conocimiento de que el Estado ha asignado un rol central a la innovación en su estrategia de crecimiento y que el mismo contribuirá a una efectiva participación del sector agrícola en dicha estrategia.

3.2 Principios que Sustentan al Plan

Se han identificado cinco principios para organizar un sistema de innovación efectivo para el sector agrícola en los próximos veinte años. Dichos principios son:

Subsidiaridad – Construyendo Capacidades Nacionales y Regionales. El Plan de Acción se enfocará en desarrollar capacidades a nivel nacional y regional, aprovechando las fortalezas del actual sistema, como también corrigiendo sus actuales debilidades. Debido a la singular geografía del país y a la creciente especialización agro-ecológica de la agricultura, la competitividad regional continuará asumiendo mayor importancia a lo largo del tiempo. Como resultado, la construcción de capacidades deberá implementarse simultáneamente a nivel nacional y regional, con las entidades regionales asumiendo un rol más importante en la planificación y financiamiento de la agenda de innovación.

Responsabilidades Públicas y Privadas. El sector público y el sector privado tienen responsabilidades en el sistema chileno de innovación agrícola y dichas responsabilidades deben ser distintivas y complementarias. El sector privado continuará fijando su propia agenda dentro de un marco regulatorio que es responsabilidad del sector público (por ejemplo, los derechos de propiedad intelectual). El sector público se concentrará en la agenda de los bienes públicos, utilizando sus recursos para lograr el mayor retorno social posible. La inversión pública debería sentar las bases para una mayor participación privada en el tiempo, a través de inversiones en actividades que permitan a los privados apropiarse mejor de los beneficios. Considerando que ambas agendas, pública y privada son dinámicas y variables en respuesta a factores internos y externos, el manejo de estas agendas se volverá un determinante importante de la efectividad y eficiencia del sistema.

Diversidad. Un sistema de innovación efectivo está integrado por diferentes actores, con un alto grado de interacción. Los integrantes incluyen productores, procesadores, transportistas y agentes comerciales de la cadena de valor, así como actores del sector público, investigadores,

extensionistas, educadores, consultores y financistas en el sector de servicios. Cada uno de ellos debe desarrollar tanto su capital humano como nuevos conocimientos para el mejoramiento integral del sistema. Todos estos actores ya están presentes y contribuyen al sistema de innovación agrícola chileno. El Plan de Acción reconoce la naturaleza diversa de la agenda de innovación agrícola y el amplio rango de actores participantes y promoverá la diversidad mediante la competencia abierta y la diferenciación de las disposiciones que rigen el financiamiento y la implementación.

Excelencia y Flexibilidad. Considerando que Chile tiene una economía abierta y que según la Visión, el sector agrícola debe mantenerse competitivo en los mercados internacionales, el país necesita un sistema de innovación que sea capaz de colaborar con otros sistemas de innovación, tanto de sus países socios en el comercio como de sus competidores. En otras palabras, Chile necesita un sistema de innovación de clase mundial que pueda ganar acceso y asociarse con otros sistemas de innovación en el mundo, de modo de participar en el intercambio de ideas y cambiar su orientación si las condiciones lo requieren. Esta visión de excelencia llevará a Chile a asumir un rol mayor en el descubrimiento de nuevos conocimientos y a fortalecer su capacidad para traducir este nuevo conocimiento en aplicaciones prácticas. Ello requerirá referenciar el sistema respecto de indicadores de los sistemas de otros países en aspectos tales como financiamiento, administración, reclutamiento y políticas de personal en el dominio público, así como también fomentar capacidades en el sector privado para absorber y aplicar nuevos conocimientos.

Integración Institucional. El Plan de Acción reconoce que el sistema de innovación agrícola debería ser un participante activo en el sistema nacional, y que debería haber mayor integración dentro del sector para aumentar su masa crítica y facilitar los flujos de conocimiento. Una importante razón es que muchas de las innovaciones agrícolas han comenzado a originarse en otros sectores. Por ejemplo, en biotecnología las aplicaciones médicas y agrícolas pueden estar asociadas. Nuevos campos como el caso de la agricultura de precisión están basados en aplicaciones de TICs, como los GPS que fueran desarrolladas con propósitos más genéricos. Esto requerirá de un énfasis en la programación de largo plazo y un financiamiento que vincule la generación del conocimiento con su aplicación.

3.3 Una Visión para 20 Años y Acciones para 5 a 10 Años

Mientras que el Plan de Acción está diseñado para llevar a la realidad una Visión a 20 años, la mayoría de las propuestas deberían ser implementadas en los próximos cinco años. Entre 2011 y 2015 se implementarán y pondrán en acción los mecanismos institucionales y las acciones temáticas principales. Entre 2015 y 2020 estos cambios podrían ser consolidados y hacia 2020 se podrían medir los principales avances logrados respecto de la realización de la Visión. Después de 2020, el sistema necesitará ser ajustado y vuelto a consolidar ya que habrán ocurrido cambios externos e internos. Sin embargo, en este momento, es difícil predecir cuales serán esos cambios.

4. *Un Plan para 2030 - Materias Institucionales*

El Plan de Acción se construye sobre los tópicos que fueron identificados en el documento Visión 2030, pero presta mayor atención a unos que a otros. El capítulo 4 detallará los principales asuntos institucionales relacionados con los dos primeros tópicos identificados en la Visión.

El tópico vinculado a **“referenciar el sistema de innovación agrícola chileno respecto de otros países y el fortalecimiento del mismo”** será desarrollado a través de tres temas:

- Liderazgo y Facilitación
- Consiguiendo Valor de los Fondos Invertidos
- Integración Institucional

El tópico referente a **“fortalecer la disponibilidad de nueva información y conocimiento a los productores agrícolas”** será desarrollado en:

- Traduciendo resultados

4.1 Liderazgo y Facilitación

Después de un período de rápidos avances durante el cual Chile tenía ventajas comparativas en su producción de contra-estación, bajos costos de mano de obra, y libre acceso a la tecnología mundial, el sector enfrenta ahora desafíos en todas estas áreas; a ellas se suman demandas crecientes de las cadenas de venta de alimentos al detalle y consumidores por estándares que incluyen la calidad, como también exigencias ambientales y sociales. Esto requiere de un cambio de paradigma en el sistema de innovación agrícola, desde un “enfoque de prueba y error” basado en la tecnología disponible, mucha de la cual es importada, hacia una visión de más largo plazo concentrada en la productividad, calidad, mejor manejo de recursos y el establecimiento de una base de conocimientos y de instituciones con sentido de misión que apoyen las ventajas competitivas del sector. Sólo con una visión de largo plazo será posible avanzar para hacer realidad la Visión 2030.

En yuxtaposición a estos desafíos, la innovación está claramente priorizada a nivel nacional y es vista como un motor de crecimiento para el sector. Los aumentos en los fondos que se han hecho desde diferentes fuentes fiscales son evidencia de esto. Hoy día el sistema de innovación agrícola, se caracteriza por ser diverso, con muchos actores del sector público y privado, muchas fuentes de financiamiento, una amplia agenda de investigación que comprende todo el espectro de la producción agrícola y un sistema de fondos concursables. El sistema tiene muchos de los atributos claves que son característicos de un sistema de innovación moderno. Sin embargo, también hay algunos aspectos claves que están faltando, especialmente en términos de liderazgo, estrategia y

facilitación, que de estar presentes, agregarían mayor sinergia al sistema.

Liderazgo público. El MINAGRI tiene la responsabilidad de guiar al sector público en este cometido, reconociendo que la innovación es un asunto transversal en su agenda (esto es, sanidad vegetal y animal, apoyo a la pequeña agricultura, conservación de los recursos naturales, biodiversidad y recursos forestales). Esto fue tratado en el primer estudio de este trabajo¹⁹ y se reitera en el presente informe.

Para participar activamente en el Sistema Nacional de Innovación, el MINAGRI necesita formular una estrategia de innovación que esté alineada con la estrategia nacional y desarrollar una agenda para su implementación. Hasta aquí, la mayoría de las nuevas iniciativas que caracterizan al sistema de innovación han tenido lugar fuera del ámbito del MINAGRI y las prioridades han sido establecidas por las agencias de financiamiento. El MINAGRI y sus dependencias se han acomodado a estas prioridades, sin desarrollar una propuesta de agenda agrícola y forestal más completa e integrada. El resultado ha sido una agenda de innovación desbalanceada en la que es difícil asegurar suficiente atención a subsectores o tópicos prioritarios. Más aún, debido a que está tan fragmentada entre diferentes agencias de financiamiento y ejecutores, es difícil evaluar el impacto global de dicha agenda en el sector. Más allá de simplemente adaptarse a los objetivos de los fondos concursables, se sugiere no sólo utilizar estos fondos para promover nuevas iniciativas, sino que adicionalmente ejercer un papel de liderazgo dentro del sector agrícola en la identificación y apoyo a las prioridades del sector.

El MINAGRI necesita ahora posicionarse en un rol de liderazgo para maximizar el impacto de su política. Para hacer esto eficazmente, el ministerio debería aumentar su capacidad para manejar los asuntos relacionados con la innovación agrícola. **Se recomienda que el ministerio establezca una Dirección de Innovación como parte de una reestructuración de esta función**, cuya principal responsabilidad sea asegurar la participación del sector en el Sistema Nacional de Innovación y facilitar la implementación de su propia agenda al interior del sector.

La primera responsabilidad de esta Dirección será desarrollar una estrategia para articular las posiciones del sector agrícola dentro del Sistema Nacional de Innovación, contribuyendo en general así al fortalecimiento de ese mismo sistema. Además de ejercer liderazgo, la Dirección facilitaría la implementación de la agenda de innovación en el sector y sería la responsable de la calidad de sus resultados. Esto incluiría las recomendaciones señaladas en el primer informe²⁰, concernientes al manejo y orientación estratégica de los Institutos Tecnológicos Públicos del sector. Las responsabilidades de la Dirección de Innovación incluirían: orientación del flujo de recursos

¹⁹ Chile: Review of Public Technological Institutes in the Agriculture Sector. World Bank, 2009.

²⁰ Chile: Review of Public Technological Institutes in the Agriculture Sector. World Bank, November 2009.

suministrados por las agencias hacia las áreas estratégicas prioritaria; fijación de estándares de calidad y la implementación de un sistema de control de calidad; asegurar un monitoreo y evaluación de carácter permanente; facilitar la colaboración interinstitucional tanto privada como pública; promover la transferencia tecnológica; y monitorear nuevos avances en países de referencia.

Liderazgo privado. El fortalecimiento del sistema chileno de innovación agrícola, es una responsabilidad conjunta de los sectores público y privado, y traerá beneficios tanto para el país en su conjunto como para las empresas individuales del sector. El sector público necesita tener organizaciones de contraparte en el sector privado con una voz y poder de decisión a nombre de sus representados, por ejemplo sobre programas prioritarios, modalidades de financiamiento y co-financiamiento, y requerimientos de educación. En la actualidad, Chile tiene un gran número de asociaciones (gremios), pero muchos de ellos representan a pequeños grupos de agricultores que tienden a interesarse en temas en los que se prioriza una perspectiva de corto plazo. Esto aumenta los costos de transacción del sistema y crea confusión. Además lleva, como se demuestra en varios consorcios, a que se utilicen fondos públicos para beneficio privado (o para beneficiar a un “club” de un número reducido de miembros).

Lo que se propone es invitar al sector privado y sus sub-sectores a fortalecer su organización. Durante los dos primeros años el MINAGRI podría destinar fondos a apoyar el establecimiento de asociaciones de productores y agroindustrias; después de ese plazo, estos deberán haber establecido su propia base de financiamiento, por ejemplo con una contribución voluntaria o mecanismos de aportes proporcionales a sus volúmenes de negocios. Estas asociaciones deberían estar activamente involucradas en el manejo de actividades de innovación en el dominio de su giro productivo, por ejemplo sugiriendo áreas prioritarias para los fondos concursables, y participando en la conducción de programas multidisciplinarios de largo plazo. También deberían proveer co-financiamiento para actividades de búsqueda de innovaciones que beneficien exclusivamente a su subsector.

4.2 Obteniendo Valor de los Fondos Invertidos

Fuentes de financiamiento. El financiamiento del sistema de innovación agrícola chileno, se origina en las siguientes fuentes:

- Transferencias del MINAGRI a los Institutos Tecnológicos Públicos sectoriales, mediante convenios. En la práctica estas transferencias cubren principalmente costos administrativos y de personal.

- Fondos concursables con financiamiento público, con diferentes objetivos y prioridades.
- Contratos de investigación específicos, con financiamiento de entidades públicas o privadas.
- Autofinanciamiento proveniente de la venta de bienes o servicios.

Los gobiernos de Chile han aumentado significativamente el financiamiento para innovación. Entre 2005 y 2011, casi se cuadruplicó el presupuesto destinado a actividades de innovación en términos reales (de 88,8 mil millones de pesos, a 336 mil millones). Este aumento ha sido financiado a través de un royalty cobrado a la industria minera. El FIC está encargado de asignar dichos recursos al sistema de innovación. La Tabla 1 muestra la evolución desde el 2004 del presupuesto asignado a los principales esquemas de financiamiento del sistema.

Tabla1. Evolución del Presupuesto de los esquemas de financiamiento de la innovación en Chile (millones de pesos)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CONICYT	45.482	50.618	63.769	90.317	80.277	140.527	196.986	213.975
INNOVA	na	10.679	31.201	38.074	52.371	63.977	68.565	72.458
FIA	4.035	4.771	4.223	6.497	6.985	7.206	7.667	8.053
ICM	na	4.157	3.975	5.977	6.178	6.560	7.543	8.061
FIP	2.211	2.193	2.170	2.246	2.340	1.280	2.704	2.476
FIC regional					20.227	25.555	28.626	31.324
TOTAL	51.728	72.418	105.338	143.111	168.378	245.105	312.091	336.347
TOTAL-precios 2011	65.283	88.812	124.656	163.708	177.154	250.778	316.835	336.347

Fuente: Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda de Chile.

Hasta la fecha, la mayoría de los recursos del FIC se han canalizado a través de tres instituciones, que son las mayores fuentes de financiamiento para innovación. Estas son:

- **CONICYT**, que administra instrumentos tales como FONDECYT, FONDEF, FONDAP (centros de excelencia), y un fondo de becas (Becas Chile). Estos financian fondos concursables en varios sectores, además de apoyar la contratación de recursos humanos en la industria y universidades, financiamiento estable (vs. concursable) para programas de investigación, talleres, consorcios tecnológicos, y cooperación internacional.

- **CORFO**, a través de InnovaChile, apoya, mediante fondos concursables una amplia gama de programas tales como innovación pre-competitiva, reforzamiento de capacidades a nivel nacional y regional, innovación empresarial, incubadoras de negocios, consorcios tecnológicos, contratación de recursos humanos en el sector privado, capital semilla, misiones tecnológicas y difusión tecnológica.

- **FIA**, financia proyectos de innovación agrícola, estudios, programas regionales de innovación, consorcios tecnológicos y otras actividades tales como giras tecnológicas, consultorías y reuniones técnicas.

Lo anterior revela una amplia cartera de instrumentos de financiamiento y la mayoría de las instituciones del sector agrícola se han adaptado de una forma u otra a dichos instrumentos. Como resultado, la mayoría de las innovaciones institucionales que han ocurrido en el sistema de innovación agrícola durante los últimos quince años, han estado determinadas por los instrumentos de financiamiento. Su naturaleza competitiva ha tenido un resultado positivo al haber fortalecido la capacidad de las instituciones para ser innovativas y creativas en la preparación de propuestas de calidad.

Fragmentación y duplicación. Hay también algunas desventajas al tener un sistema demasiado dependiente en el financiamiento a través de fondos concursables, tal como el predominio de proyectos de corto plazo, en contraste con las estrategias de investigación que necesitan ser financiadas sobre una base de largo plazo, con implicancias sobre el financiamiento basal y la infraestructura de investigación requerida. La estabilidad financiera y una focalización en objetivos de largo plazo son esenciales para los programas de investigación. Debido a la fragmentación en el financiamiento de proyectos, estos resultan distribuidos entre un amplio grupo de instituciones, o muy a menudo de individuos, llevando a una falta de coordinación y de foco en áreas estratégicas, las que son necesarias para un enfoque programático.

Los objetivos para tener estos instrumentos de financiamiento no están bien diferenciados, causando una superposición y duplicación del conjunto financiado. Se nota claramente que en muchas áreas de investigación, los distintos fondos financian proyectos similares, a pesar de que en estos se manejan distintos instrumentos que podrían ser usados diferencialmente, lo que podría producir resultados más completos. Esto es especialmente cierto en el sector agrícola, que tiene su propio fondo, el FIA, que a menudo no se diferencia de las otras fuentes de financiamiento.

El predominio de tales instrumentos y la ausencia de una estrategia general global a nivel del sector han hecho que las prioridades resulten siendo definidas por las agencias de financiamiento. Ello ha resultado en una agenda dispersa, desarrollada separadamente por cada agencia, que permea hacia las instituciones de investigación, las que, careciendo de sus propias estrategias, también se han dejado conducir por la oferta de financiamiento.

Niveles de financiamiento. El total del gasto público en I+D, como porcentaje del PIB Agrícola chileno llegó a 1,22% en 2006. Este fue más alto que el promedio de 1,14% para la región de

América Latina y el Caribe y menor que la cifra de 2,35% de los países de la OCDE para el año 2000²¹. Según el mismo informe, en 2006, Chile tenía cerca de 700 investigadores (FTE) trabajando en investigación agrícola financiada públicamente (vale decir, sector público, instituciones sin fines de lucro y de educación superior). De esta cifra, alrededor del 49% pertenecían a los tres institutos bajo el MINAGRI (INIA, INFOR y CIREN), 17,1% a otros institutos de otros Ministerios (IFOP, CIMM, y CENMA – que cubren pesca e investigación en recursos naturales), 5,2% a agencias autónomas sin fines de lucro (FDF y Fundación Chile), y 28,7% a 14 universidades. Para el año 2006 se estima que los gastos públicos en investigación agrícola fueron alrededor de 36.547 millones de pesos (o 58,4 millones de Dólares al cambio de 2005).

No están incluidas en esta estadística las actividades de investigación de las empresas agrícolas privadas (tales como exportadoras de fruta, empresas de semillas y algunas de las grandes empresas agrícolas, forestales y pesqueras).²² Según las últimas encuestas²³ sobre la inversión en I+D del sector privado, el sector agrícola (incluyendo pesquerías) sumó alrededor de 10.056 millones de pesos en 2006, en actividades realizadas por ellos o subcontratadas; de esta cantidad, una suma estimada en 2.000 millones ingresó a los Institutos Tecnológicos Públicos (según informe de INIA que señala que en ese año, la empresa privada contrató investigación por alrededor de 1.152 millones de pesos). Por tanto, en 2006, el gasto total público y privado sería de alrededor de 45.000 millones de pesos o 71 millones de dólares.

El 2006, el presupuesto promedio anual por investigador agrícola en Chile fue de 84.600 dólares. Comparado con otros países latinoamericanos esta cifra es sustancialmente menor que los 126.300 dólares por investigador de Brasil, similar a la de México de 83.200 dólares, pero mayor a la de Colombia (71.200 dólares) y Argentina (49.700 dólares).²⁴

Asuntos relacionados con el financiamiento. En términos de los recursos financieros, el sector agrícola enfrenta dos desafíos: en el corto plazo, mejorar la eficiencia del financiamiento disponible; y en el largo plazo, procurar aumentarlo y diversificarlo. En vista que Chile es ahora un país de la OCDE, se asume que equipará los niveles de financiamiento con dichos países.

Eficiencia. Para mejorar la eficiencia del financiamiento, en el corto plazo, el **Ministerio de Agricultura tiene que trabajar con las agencias de financiamiento y usar su propio presupuesto para apoyar equipos multidisciplinarios con una masa crítica de científicos en áreas prioritarias de interés**, e implementar mecanismos que conduzcan a la estabilidad financiera del sistema.

21 Stads, G. J., and C. Covarrubias Zúñiga. Chile. ASTI País Brief No. 42. Rome: IFPRI, Diciembre 2008.

22 La definición de “sector agrícola” usada en este contexto sigue la clasificación internacional de actividades económicas. Por lo tanto, las inversiones en maquinaria agrícola, industria agroquímica y la industria procesadora de alimentos no están incluidas.

23 Análisis de la Quinta Encuesta de Innovación en Chile. Informe Final. SCL Econometrics. Santiago de Chile, Septiembre 2008.

24 Indicadores en Ciencia y Tecnología Agrícola (ASTI): www.asti.cgiar.org/

La mayor parte del financiamiento de proyectos que fluye a instituciones se destina a equipos humanos pequeños, generalmente compuestos por uno o dos investigadores experimentados y sus asistentes. Estos proyectos no sólo son de corta duración, sino que carecen de suficiente respaldo de capacidad científica. La masa crítica es necesaria para desarrollar la investigación multidisciplinaria que se requiere para resolver los problemas que enfrenta la agricultura chilena. El tema de la estabilidad financiera requerirá que se provea financiamiento basal para cubrir adecuadamente todos los costos recurrentes de estos equipos de científicos. Un sistema de investigación moderno y mejorado debería tener una seguridad razonable de financiamiento a un nivel viable y esto debería ser enunciado como política del sistema. El financiamiento basal sería complementado con el acceso a financiamiento proveniente de otras fuentes, tales como fondos concursables.

El sector también tiene que trabajar con las agencias de financiamiento para facilitar la asignación de sus recursos en forma más diferenciada, de modo que las necesidades del sector sean cubiertas adecuadamente. Mientras que los objetivos de los fondos concursables no estén suficientemente diferenciados, esto se sigue complicando a nivel de los proyectos, debido a que las asignaciones de recursos son impulsadas por la demanda de los investigadores, resultando en serias superposiciones en términos de las actividades financiadas. Considerando que estas agencias de financiamiento disponen de una amplia gama de instrumentos, el sector necesita proveer orientación acerca de cómo deben usarse éstos, para lograr una agenda de investigación más balanceada, que esté mejor alineada con las prioridades sectoriales. **Una mejor mezcla de instrumentos debería llevar a encontrar un mejor equilibrio entre financiamiento basal, financiamiento competitivo, contratos de desempeño, desarrollo de recursos humanos, apoyo al sector privado, infraestructura, equipos, etc.** Un sitio apropiado para comenzar sería el fondo propio del sector, FIA, que debería ser utilizado estratégicamente para complementar los otros fondos. En las etapas tempranas del Plan, hasta 2014, estos fondos podrían ser usados para financiar las reformas institucionales que se van a necesitar para satisfacer los objetivos de las etapas posteriores.

Estas metas deberían ser alcanzadas hacia 2014, usando los instrumentos financieros y los niveles de financiamiento actualmente disponibles.

Crecimiento del financiamiento. En una perspectiva de largo plazo, el tema principal que enfrenta el sector es asegurarse un adecuado nivel de financiamiento. Si la meta es tomar como referencia a los países de la OCDE, se necesitará triplicar los recursos hacia el año 2020. Cómo se va a lograr esto y quienes van a participar, son asuntos claves que necesitan ser abordados para alcanzar la meta propuesta.

Todos los fondos del sector público destinados a la innovación provienen de una fuente central, por ejemplo, el Ministerio de Agricultura, CORFO, y CONICYT. Debido a que por naturaleza la agricultura es una actividad descentralizada, y las agendas de investigación y transferencia tecnológica tiene que ser desarrolladas localmente, **existe un sólido argumento para que los Gobiernos Regionales sean socios del sistema, con un énfasis en el desarrollo y financiamiento de agendas locales.** El financiamiento con fondos nacionales, como por ejemplo los del MINAGRI y otros, se concentrarían en programas estratégicos nacionales, no cubiertos por las regiones. Los Gobiernos Regionales se focalizarían en la agenda de transferencia tecnológica, haciéndose cargo de la misma a partir del año 2020, cuando esta debiera constituir al menos un 25% de la agenda global de innovación. Otra fuente de financiamiento es el **sector privado**, cuya participación debería alentarse a través de instrumentos tales como el desarrollo de consorcios, exenciones tributarias, legislación y aplicación de leyes de propiedad intelectual. También podría haber un componente importante de las empresas internacionales, mediante la **inversión extranjera directa.**

Las tres fuentes de financiamiento, Estado a nivel nacional, gobiernos regionales, y el sector privado, deberán contribuir a la meta de alcanzar los niveles de los países de la OCDE hacia 2020. En un sistema efectivo, la investigación que realiza el sector público y el sector privado se complementan entre sí, porque cada uno está involucrado en diferentes tipos de actividades del espectro de la investigación. Históricamente, la inversión pública en los países desarrollados ha sentado las bases para comprometer al sector privado en investigación.

La combinación de inversión en innovación nacional, regional y del sector privado será la base para que Chile equipare su sistema a los países de la OCDE hacia 2020. Una buena gestión debería permitir dividir en un 50/50% la participación de la inversión pública y privada, y adicionalmente compartir un 50/50% entre fondos públicos nacionales y regionales.

4.3 Integrando Instituciones

Un sistema efectivo de innovación está integrado por diferentes componentes con un alto grado de interacción. Debido a que el sector público se basa principalmente en fondos concursables, en el sistema de innovación participa una gran diversidad de instituciones. Sin embargo, estas instituciones están en gran medida desconectadas entre sí y no se benefician de los avances de sus semejantes. Para abordar este problema, en los últimos años ha habido algunas iniciativas, tales como la creación de consorcios.

Los Consorcios Tecnológicos. Están diseñados para robustecer la colaboración entre el sector privado y las instituciones de investigación. La idea inicial se basa en los Centros Cooperativos de Investigación de Australia (CRCs). Sin embargo, a diferencia de estos Centros australianos, los consorcios tecnológicos chilenos se crearon como entidades privadas, en que participan empresas privadas, organizaciones sectoriales, ITPs y universidades como accionistas. Las agencias de financiamiento (CONICYT, CORFO/INNOVA-Chile, y FIA) aportan aproximadamente dos tercios de la inversión original, mayoritariamente para estudios de factibilidad y desarrollo de los consorcios, pero no son accionistas. El capital invertido por los socios es principalmente usado para financiar I+D y transferencia de tecnología, de modo que el producto de la investigación, generalmente se considera “como un bien club, para beneficio de los accionistas”. Los consorcios pueden también formular y movilizar recursos para proyectos nuevos y adicionales, recurriendo a las agencias de financiamiento. El subsidio generalmente expira después de cinco años y se espera que, los miembros de cada consorcio asuman la totalidad de sus costos a partir de ese momento en adelante. A la fecha, se ha creado 24 consorcios tecnológicos, 15 de los cuales son agrícolas: siete financiados por INNOVA, cinco por FIA y tres por CONICYT. La experiencia reciente ha demostrado que muchos de estos consorcios no se autofinancian al cabo de cinco años²⁵ y necesitarán subsidios adicionales para continuar. El foco en “bienes club, para beneficio de los accionistas” plantea la pregunta sobre si los recursos públicos están siendo eficientemente utilizados o si los subsidios están siendo dirigidos esencialmente para obtener bienes privados con escasas externalidades positivas. Un enfoque más equitativo a los consorcios sería focalizar estos esfuerzos en los pequeños agricultores, donde la inversión se transformaría más fácilmente en bienes públicos.

La necesidad de una masa crítica. El reducido nivel de colaboración entre las instituciones ha dado origen a equipos de investigadores que carecen de una masa crítica. Esto es evidente en muchas de las áreas prioritarias, tales como mejoramiento genético, investigación en post-cosecha y manejo predial. Las instituciones que son financiadas por los fondos concursables, frecuentemente emplean equipos limitados, que trabajan en áreas específicas y carecen del enfoque multidisciplinario que se necesita. Esto es efectivo aun en las universidades grandes que tienen trayectoria en investigación y en los ITPs. Los equipos reducidos también carecen de la capacidad para interactuar con otros actores del sistema, especialmente con el mundo industrial, tales como los proveedores de insumos y la industria de envases y embalajes, y de alimentos procesados. Esta reserva dispersa de talentos, desplegada en varias instituciones, necesita ser integrada, de manera que los equipos alcancen masa crítica suficiente, para proveer soluciones a los problemas que enfrentan los productores y la industria.

25 Consorcios Tecnológicos en aprietos. Revista de Campo, El Mercurio. Mayo 9, 2011.

Del lado de la investigación agrícola pública, hay dos entidades institucionales que ostentan la mayor capacidad (el INIA y el INFOR), además del sistema universitario, que es muy diverso tanto en términos de distribución geográfica como de recursos humanos. El desafío radica en cómo integrar estas instituciones en una forma relevante, de modo que provean el apoyo sustentable que el sector necesita hacia el largo plazo.

Desarrollando sinergias entre los ITPs y las universidades. Los ITPs tienen una fuerte presencia regional, estando bien distribuidos a lo largo del país, y en una próxima cercanía a las universidades. También tienen una buena infraestructura para la investigación y en el caso de INIA, la suficiente masa crítica de científicos en algunas de las áreas de investigación prioritaria. Durante los últimos 15 años, las universidades han jugado un papel crecientemente importante en investigación agrícola. Se espera que esta tendencia siga ya que las universidades continúan expandiendo sus programas de doctorado y magíster. Esto es especialmente cierto en las principales facultades de agronomía. Hay muchas ventajas en un sistema de investigación agrícola que vincula estrechamente la educación universitaria con la investigación. La calidad de la educación, particularmente a nivel de postgrado, está directamente relacionada con la participación de los estudiantes en proyectos de investigación. Como el título profesional (Ingeniero Agrónomo), exige al estudiante realizar una tesis de grado, hay una combinación estatutaria entre docencia e investigación, pero las universidades normalmente aportan muy poco presupuesto operativo para investigación. De este modo, las facultades dependen del financiamiento externo de proyectos para mantener su investigación. Esto ha llevado a que los profesores dependan de proyectos de corto plazo, sin tener la capacidad de desarrollar equipos interdisciplinarios.

La investigación está en estrecha relación con el proceso educacional y debería recibir el correspondiente apoyo presupuestario y disponer de puestos de investigación. Las facultades de agronomía podrían contribuir más, de lo que aportan actualmente, resolviendo problemas en el sector agroalimentario por medio de la investigación, si tuvieran un mandato claro y financiamiento estable para este propósito.

La integración de la investigación con programas universitarios podría por tanto crear una masa crítica, especialmente si los Centros Regionales para la Transferencia Tecnológica que se discuten en la próxima sección estuvieran ubicados en el mismo lugar. La masa crítica resultante podría también ayudar a crear el ambiente en el cual pudieran surgir empresas derivadas de la aplicación de conocimientos y donde los estudiantes doctorados o con grado de magíster se dediquen al desarrollo comercial de los hallazgos de su trabajo científico.

Esta enorme capacidad conjunta para realizar investigación y transferencia tecnológica necesita

tener un marco que permita establecer mecanismos de vinculación viables y atractivos entre las diversas instituciones del sistema. La integración debería tener lugar en las áreas identificadas como prioritarias para el futuro y a través de los **Centros Regionales de Investigación y Desarrollo Agrícola** que serán propuestos en la próxima sección. Los equipos integrados necesitan contar con un financiamiento estable y juntar sus recursos donde y cuando sea necesario. Ello requerirá **financiamiento programático** sobre la base de contratos de desempeño; **nombramientos conjuntos de docentes**; comisionar a investigadores de los ITPs para reforzar equipos de investigación en las universidades; **colaboración en los programas de nivel de doctorado y maestría**; y la **integración de las instalaciones de investigación**, esto es, compartir laboratorios y equipos.

4.4 Traduciendo Resultados

Durante los últimos quince años se ha usado mucho dinero en proyectos de investigación, pero se ha hecho poco esfuerzo en llevar los resultados a su aplicación. Hay dos razones para ello: mientras que los proyectos cubren por sí mismos sus costos de transferencia, estos se encuentran atomizados debido a su propia naturaleza; y las instituciones que ejecutan estos proyectos dedican muy poco o nada de sus recursos a la transferencia de tecnología. La transferencia de tecnología que sí ocurre fuera de estos proyectos de investigación, se hace a menudo, por la vía de contratar a los investigadores por parte de productores o empresas con capacidad de pagar por el servicio.

El éxito chileno en los mercados de exportación no habría sido posible, sin transferencia de tecnología, logrado en su mayor parte por empresas innovadoras que financiaron y adaptaron tecnologías importadas y pagaron por el “saber hacer”. Estas tecnologías se difundieron a través de un sistema de “ensayo y error”. Los proveedores de insumos y maquinarias también están jugando un papel importante, especialmente para productores que no tienen la capacidad económica para contratar asesoría privada. La agricultura familiar campesina es apoyada por el INDAP, a través de contratistas privados. Estos programas están orientados hacia agricultores que tienen viabilidad económica de largo plazo – para iniciar un camino sustentable hacia ingresos más altos. Los principales desafíos actuales de INDAP son (a) incorporar a los pequeños agricultores a las cadenas de valor más dinámicas, particularmente aquellas vinculadas a productos de exportación, y (b) apoyar el desarrollo de explotaciones de tamaño medio (más de 12 hectáreas de riego básico) que son demasiado pequeñas para acceder a créditos comerciales y que no están vinculadas con exportadores y procesadores.

La transferencia de tecnología es el eslabón débil del sistema. INNOVA-Chile ha identificado que a nivel nacional, la transferencia de tecnología al sector privado es uno de los eslabones débiles del sistema de innovación. Ha lanzado una serie de iniciativas en esta área, tales como los Nodos Tecnológicos y más recientemente los Centros de Extensión, para apoyar la difusión de tecnología

a las empresas de tamaño pequeño y mediano.²⁶ Las últimas no prosperaron debido a la falta de buenas propuestas. CORFO también apoya a través de un Programa de Difusión Tecnológica (PDT) que financia centros basados en sistemas de producción, y un Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP). Estos programas tienen el inconveniente de ser de corta duración, normalmente de tres años, y también adolecen de evaluaciones. En cambio, otros programas del sector agrícola financiados por CORFO, se piensa que han tenido impactos positivos, como por ejemplo, las misiones tecnológicas al extranjero, y las consultorías especializadas, en las cuales, se financia la visita a Chile de consultores extranjeros.

Experiencia internacional. De la experiencia internacional en transferencia de tecnología se pueden identificar las siguientes tendencias: los sistemas centralizados están siendo cambiados por sistemas descentralizados que son cofinanciados por varios niveles de gobierno y por los clientes donde sea posible.²⁷ ²⁸La participación de los agricultores está aumentando, ya sea pagando en algún grado por el servicio o tomando el control de su administración a través de organizaciones campesinas o comités locales. El foco de la transferencia de tecnología está cambiando desde temas clásicos como los mensajes de la revolución verde, a temas más complejos como el manejo sustentable de recursos, cumplimiento de las normas de calidad, tecnologías emergentes y nuevos mercados.

Como resultado, la fijación de prioridades se ha desplazado hacia el nivel local. La capacidad en los países desarrollados se caracteriza por un alto nivel de educación de los extensionistas, unido a un fuerte respaldo técnico de los especialistas de extensión, lo que a su vez, garantiza un fuerte vínculo entre investigación y extensión. A nivel nacional, el desarrollo general de una estrategia y una evaluación de calidad e impacto son roles relevantes, mientras que los niveles locales, tienen ventajas comparativas en evaluar las necesidades, identificar beneficiarios y en diseñar e implementar programas en terreno.

Un sistema renovado de transferencia de tecnología, debería provocar la eficiencia en el sistema global de innovación, transfiriendo conocimientos y facilitando su flujo ascendente y descendente a través de la cadena de innovación, tanto hacia atrás como hacia adelante entre los diversos actores.

La población objetivo necesita ser organizada. Es necesario identificar la población objetivo de un sistema de transferencia de tecnología modernizado. Los grandes agricultores están ya vinculados con los mercados externos e internos y están produciendo cultivos de alto valor. Estos agricultores no dependen de sistemas públicos de extensión, ya que están acostumbrados a obtener la información de muchas fuentes. Están usando herramientas modernas de información

²⁶ INNOVA-Chile/CORFO. Programa Centros de Extensión Santiago de Chile, 2009.

²⁷ <http://www.extension.iastate.edu/communications/Extension2009/Extension2009.pdf>

²⁸ <http://extension.oregonstate.edu/extadmin/sites/default/files/documents/2005-2007budget.pdf>

y comunicación, tales como teléfonos celulares e internet para conseguir información técnica de último minuto e información de mercado. Sin embargo, los programas públicos de sanidad vegetal y animal y de seguridad alimentaria, continúan siendo de gran relevancia para estos agricultores. El apoyo público a la transferencia de tecnología debería estar enfocado en los pequeños y medianos agricultores con potencial para incorporarse a las cadenas productivas. La mayoría de estos agricultores van a producir productos tales como trigo, papas, carne o leche para el mercado doméstico.

En Chile, el grado de organización de los agricultores es relativamente bajo comparado con otros países de latinoamericana, como Colombia y México. En años recientes ha habido una mayor conciencia sobre la necesidad de emprender acciones conjuntas por parte de algunos productores y se han formado nuevas organizaciones tales como el Comité de Paltas y ChileNut. Es de interés público que los agricultores estén mejor organizados, ya que un cierto nivel de asociación es vital para el funcionamiento eficiente de los sistemas de innovación. Se justificaría entonces que el Estado apoyara la organización de los agricultores.

El sistema de transferencia de tecnología debería ser organizado y pagado a nivel regional; focalizado en agricultores organizados con énfasis en el trabajo con productores líderes; y con graduación de los agricultores en la medida que están más integrados a las cadenas productivas y adquieren destrezas para manejar su propia tecnología y necesidades de información. Ya que los agricultores de pequeña escala se están volviendo más dependientes para obtener información sobre los proveedores de insumos y maquinaria y otros actores de la cadena de valor, y que la transferencia de tecnología se está privatizando en forma creciente, la extensión pública va a tener que focalizarse más en bienes públicos tales como la reducción de riesgos en términos de sanidad vegetal y animal, y seguridad alimentaria, la calidad de los productos, y el manejo ambiental. La capacitación será un elemento fundamental en el sistema de transferencia de tecnología, enfatizando por ejemplo el manejo logístico a nivel de predio (cosecha y empaque).

Un nuevo sistema de transferencia tecnológica La estructura que se propone para desarrollar un nuevo sistema de transferencia tecnológica es **desarrollar Centros Regionales de Transferencia Tecnológica**, a lo largo del país. Estos centros contarían con especialistas altamente entrenados para divulgar tecnología, como son los especialistas en extensión del sistema norteamericano, y formarían parte de los equipos agrícolas multidisciplinarios, que se han propuesto en párrafos anteriores. Estos centros estarían localizados en Institutos de Investigación, campus universitarios u otras instituciones acreditadas. Podrían también ser cofinanciados por una o más de estas instituciones, si las condiciones así lo demandan. Podrán estar organizados en torno a sistemas de producción, rubros o temas de interés regional. Desarrollarían sus planes en coordinación

con las prioridades regionales y las de los productores. El **rol de los especialistas de extensión, sería organizar y trabajar con grupos de extensionistas tanto públicos como privados**, tales como proveedores de insumos u otros, y con agricultores líderes tanto en la transferencia de conocimientos, como facilitando la retroalimentación del sistema de investigación con el fin de volver más relevante la investigación. Todos los mecanismos de transferencia de tecnología deberían estar integrados a tal programa, incluyendo los actuales programas de INDAP. Los especialistas regionales de INDAP deberían ser incorporados a estos equipos multidisciplinarios. Los nombramientos conjuntos entre INDAP/Centros de Transferencia de Tecnología deberían facilitar estas actividades.

Este mayor énfasis en la transferencia de tecnología requerirá una inversión sustancial para apoyar su establecimiento y se recomienda que el financiamiento de este nuevo esfuerzo se origine de los gobiernos regionales. Estos centros deberían tener un financiamiento basal, que les permita dar cumplimiento a su papel. Su desarrollo debería ser emprendido de inmediato, y apoyándose en la infraestructura ya existente, deberían estar funcionando al menos cuatro centros adecuadamente dotados de personal al 2013. Hacia fines del 2015, los recursos dedicados a la transferencia de tecnología deberían alcanzar al 25% del presupuesto público dedicado a la innovación agrícola.

Los centros no brindarán transferencia de tecnología a agricultores individuales, sino que desarrollarán asociaciones con actores públicos y privados, una gama de metodologías dependiendo del mensaje y la clientela, una política de acceso a la información, el reclutamiento de profesionales de distintas especialidades y el uso de tecnologías modernas de comunicación, en todos sus aspectos. El Cuadro de Texto 1 presenta un resumen de algunas de las opciones de TICs que podrían explorar los Centros Regionales. Los clientes de tales centros incluirían a grupos de agricultores, extensionistas de terreno (tanto públicos como privados), y todos los actores de la cadena de producción. En lo referente a organizaciones de agricultores, Chile tuvo una muy positiva experiencia con la organización de los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT), en la década de los ochenta.²⁹ Esta probada metodología debería ser reproducida a nivel local, ya que no sólo permite afianzar los contactos entre el cliente y el sistema de información, sino también facilita la difusión tecnológica de un agricultor a otro.³⁰ Tal programa debería estar enfocado hacia agricultores líderes que tuvieran la capacidad de innovar.

29 Faigenbaum Ch. Sergio, Ciencia, Agricultura y Sociedad: Cuarenta Años del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. No publicado, 2007.

30 Soza, R., 1985. Causas de articulación, generación y transferencia de tecnología: los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT) de Chile. En: Horacio Stagno y Mario Allegri (eds). Seminario sobre Organización y Administración de la Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Montevideo, Uruguay, Octubre 1985 – citado por Faigenbaum.

Recuadro 1. Cómo las TIC pueden mejorar los Servicios Agrícolas a lo largo de la Cadena de Suministros

Las Tecnologías de la Comunicación e Información son un campo de muy rápido desarrollo. Las nuevas ideas aparecen casi a cada hora, a menudo, no en respuesta a una necesidad o demanda, sino a una oportunidad que nadie había detectado antes. En agricultura, las TIC pueden tener muchos roles, algunos de los cuales aparecen resumidos en el cuadro siguiente:

- **Adquirir y retener prendas, hipotecas y pólizas de seguro.** Los sistemas tradicionales de tenencia de la tierra, la falta de instalaciones bancarias cercanas y la deficiente infraestructura, crean barreras a la participación de pequeños propietarios en mercados lucrativos. Servicios financieros móviles y administración digital, crea nuevas oportunidades a los agricultores para mejorar sus garantías colaterales.
- **Mejorar las prácticas agrícolas.** Los mapas digitales de suelos y sistemas avanzados de monitoreo identifican los niveles de fertilidad a bajo costo, ayudando a los agricultores a decidir qué plantar y cómo fertilizar. Las redes de sensores remotos previenen el uso excesivo de pesticidas y permiten ajustar el riego con mayor precisión. Los sistemas de marcaje de ganado con chips electrónicos pueden mejorar considerablemente el manejo sanitario a nivel de predio y de país.
- **Información para mejores decisiones.** Los portales web del Gobierno permiten a los agricultores acceder a información sobre las disposiciones de los marcos regulatorios y servicios de concesión de licencias. Los sistemas locales de alerta pueden cambiar las decisiones de plantación o de protección de los cultivos. Los agricultores podrán registrar sus direcciones en las oficinas de extensión, para mejorar la comunicación de respuestas a sus problemas.
- **Manejo del riesgo.** Los sistemas de alerta temprana acerca del tiempo o los mercados, reducen ambos riesgos. Los seguros climáticos parametrizados reducen los costos de transacción ya que los daños pueden ajustarse por percepción remota.
- **Mejorar la información de mercado y gestionar la cadena de valor.** Las TIC permiten tomar atajos en cadenas de valor tradicionalmente extensas, mejorar la trazabilidad, y ayudar a manejar condiciones de almacenamiento que permitan a los agricultores vender en el momento oportuno y en el sitio preciso.
- **Intercambios entre agricultores.** Las redes sociales tales como el Facebook, permiten a los agricultores compartir con sus amigos sus conocimientos acerca de sus prácticas agronómicas y a aprender de sus experiencias.
- **E-learning.** Los agricultores y los grupos de agricultores pueden aprender acerca de nuevas prácticas de producción a través de herramientas de aprendizaje a distancia.

Fuente: World Bank. ICT for Agriculture Sourcebook. 2011, en preparación.

5. Áreas Temáticas y Asuntos Transversales

El capítulo 5 explica en detalle las tres principales áreas temáticas que fueron identificadas en el capítulo Visión.

A. El tema “Mejorar los controles tecnológicos de los sistemas productivos” será analizado en tres secciones:

- Mejoramiento Genético
- Manejo Predial
- Cosecha y Post-cosecha

B. “Mejoramiento en el cumplimiento de los sistemas de certificación de calidad” será analizado en el capítulo:

- Estándares y Calidad

C. “Entrenamiento de la base de recursos humanos, especialmente dentro de las cadenas de valor” se analizará en:

- Recursos Humanos Calificados
- Recursos Laborales

5.1 Mejoramiento Genético³¹

Chile ha tenido una larga historia de mejoramiento genético de cultivos, habiendo desarrollado programas en rubros tradicionales tales como trigo, papas y arroz. Estos programas, que han tenido importantes contribuciones tanto a nivel nacional como en otros países, han incorporado germoplasma proveniente de fuentes internacionales y han desarrollado variedades que forman parte de la producción nacional.

La gran diversificación en el número de cultivos ocurrida durante los últimos treinta años, se ha hecho en base a la introducción de variedades de otros países; sólo en años recientes se han iniciado programas de mejoramiento genético de frutales. Para abastecer a los mercados en expansión de las economías emergentes, se requerirán nuevas especies y variedades con distintos atributos (gusto, madurez, contenido de antioxidantes, etc.), respecto de las actualmente disponibles. Se necesitan variedades con mejor adaptación a las condiciones locales de Chile. Por ejemplo, de las variedades importadas de manzanos, que actualmente se cultivan en Chile un 30% de la producción no es apta para la exportación, debido a que sufre daño por “golpe de sol”.

Capacidad para hacer mejoramiento genético. Con el desarrollo y manejo de recursos genéticos,

³¹ Esta sección se basa en el Informe de los Consultores: Mejoramiento Genético en Chile: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030, Aquavita Ltda. Santiago de Chile, Abril 2011.

los sistemas de producción agrícola se beneficiarán significativamente, sobre todo en el largo plazo. La agricultura chilena no es una excepción, como lo evidencia su área de cultivos tradicionales, donde durante los últimos cincuenta años los programas de mejoramiento genético han permitido tanto incrementar la productividad como la estabilidad de la producción.³² Si el país quiere mantener su condición de participante importante de los mercados de alimentos, deberá hacerlo sobre una base genética dinámica y diversa. Desde 1997 ha habido en Chile, un fuerte impulso para mantener programas de mejoramiento genético vegetal en general, con especial énfasis en especies frutales. Ello ha sido principalmente financiado por CONICYT y CORFO, que en conjunto aportan el 79% del financiamiento de los proyectos y por FIA. De los 239 proyectos financiados a través de mecanismos de fondos concursables, el 52% ha sido en el área de las especies frutales, mayormente uva de mesa y pomáceas. El resto ha sido en cultivos tradicionales tales como trigo, papa y poroto.

El mejoramiento genético abarca muchas disciplinas científicas y requiere una serie de insumos para su adecuado desarrollo. Entre ellos están los recursos humanos, el acceso a recursos genéticos, el manejo agronómico, la inversión de capital, el marco legal adecuado y las tecnologías de apoyo como la biotecnología. De los 239 proyectos financiados desde 1997 (Tabla 2), el apoyo se ha centrado en biotecnología, seguido por mejoramiento genético y recursos genéticos. Ha habido poco apoyo para financiar la investigación en manejo agronómico y para establecer vínculos con el sector privado que permitan diseminarlos en forma comercial. Para que un programa tenga éxito, tiene que haber un soporte programático balanceado a través de todas las áreas, y una integración de estas capacidades en equipos multidisciplinarios. Más adelante se presenta la situación actual de cada una de estas áreas.

Tabla 2. Chile: Proyectos de I+D relacionados con genética, financiados a través de fondos concursables, 1997-2010

	Bovinos	Cultivos Anuales	Estudios Vegetales	Frutales	Hortalizas	Ovinos	Total
Agronomía	1		1	8	3		13
Mejoramiento Genético	1	9		36	10	4	60
Recursos Genéticos	3	4	2	24	1	6	40
Tecnologías de Apoyo	13	18	12	47	9	3	102
Desarrollo y Transferencia	4	4		11		5	24
Total	22	35	15	126	23	18	239

Fuente: Aquavita Ltda, 2011. Basado en datos de CORFO, CONICYT, FIA, SAG.

³² FAOSTAT.

En términos de recursos humanos, Chile tiene un pequeño pero bien entrenado grupo de mejoradores, trabajando en mejoramiento genético vegetal, muchos de los cuales están en los centros tradicionales, INIA y las Universidades de Chile, Católica y de Talca. Desde 1997, un total de 60 instituciones han recibido financiamiento para proyectos de mejoramiento genético, de los cuales 74% fueron ejecutados por instituciones públicas y 10% por privadas. De los proyectos ejecutados por instituciones públicas, 32% fueron desarrollados por el INIA y la Universidad de Chile; en tanto que la mayoría del resto (25%, Tabla 3), fue desarrollado por la PUC y la Universidad de Talca. Un total de diez instituciones concentran el 73% de los proyectos de mejoramiento genético. Tres consorcios incluyen mejoramiento de cultivos entre sus programas, Consorcio Biofrutales, Consorcio Tecnológico de la fruta y el Consorcio de la Papa.

Tabla 3. Chile: Número de proyectos relacionados con mejoramiento genético financiados a través de fondos concursables, por agencia ejecutora, 1997-2010

	Ganado	Cultivos Anuales	Estudios de plantas	Fruta	Vegetales	Oveja	Total
INIA	6	20		35	12	4	77
Universidad de Chile	2	1	2	16	2	1	24
Universidad Católica de Chile		1	6	11	1	1	21
Universidad de Talca		1	2	9	2		14
Consorcio Hortofrutícola				7			7
Universidad Austral de Chile		3	1		1	2	7
Universidad de Concepción	3			4			7
Andes Nursery Association (ANA)				6			6
Universidad Técnica Federico Santa María			1	5			6
Fundación Chile			1	3	1		5
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso				3	1		4
Biofrutales, S.A.				3			3
Universidad Nacional Andrés Bello				3			3
Centro de Estudios en Zonas Áridas (CEAZA)				2			2
Otras instituciones	11	9	2	18	3	10	53
TOTAL	22	35	15	126	23	18	239

Fuente: Aquavita Ltda, 2011. Basado en datos de CORFO, CONICYT, FIA y SAG.

Hasta la fecha, la mayoría de los proyectos han tenido una duración de tres años. Sin embargo, desde el 2010, CONICYT está financiando proyectos de diez años de duración. En el área de mejoramiento de trigo y otros cereales, existe una importante empresa, Semillas Baer, que en general se financia con fondos privados.

Como tecnologías de soporte, se han desarrollado nuevas herramientas tales como los marcadores moleculares, que están haciendo más eficiente el mejoramiento genético. Ésta y otras herramientas, son ahora parte importante de todo programa de mejoramiento. En Chile, durante los últimos quince años, las agencias de financiamiento han dado un alto nivel de apoyo a la biotecnología, incluyendo becas. En el futuro, se debe reconocer a la biotecnología agrícola como parte integral de los programas de mejoramiento y no deben ser estos aspectos implementados en forma aislada.

Restricciones al acceso de germoplasma. Un elemento clave para cualquier programa de mejoramiento genético, es el acceso a una amplia gama de recursos genéticos. El intercambio internacional de germoplasma es una característica común en el caso de los cultivos tradicionales, especialmente a través de centros internacionales, y Chile participa activamente en estas redes. En el caso de los frutales, el acceso se ha vuelto más restrictivo y se supone que esta tendencia continuará. La mayoría de las nuevas variedades de fruta están protegidas, ya sea por leyes de protección o patentes, y se cobran royalties por su uso. Una decisión clave para un país como Chile, que ha dependido por un largo tiempo de la importación de nuevas variedades, es, si debe desarrollar sus propios programas de mejoramiento, o comprar su acceso a estas nuevas variedades.

La producción frutícola de Chile depende casi exclusivamente de germoplasma importado. El país exporta una amplia selección de especies frutales, que el 2010 llegó a 36. Sin embargo sólo cinco dan cuenta del 77% de las exportaciones, incluyendo uva de mesa (40%), manzanas rojas (15%), kiwi (8%), paltas (7%) y arándanos (7%). Las variedades utilizadas en la producción son casi exclusivamente importadas y de dominio público, por lo que Chile no está pagando por su uso. Se estima que en el país se han plantado unas 800 variedades de frutales. La más amplia variabilidad se encuentra entre los carozos, siendo más estrecha en especies como el kiwi y la palta. Por ejemplo, hay plantadas 40 variedades de uva de mesa, pero sólo cuatro de ellas representan el 90% del volumen exportado.

Las nuevas variedades que están entrando al mercado son mayoritariamente protegidas. A la fecha, en Chile hay 387 variedades registradas en el SAG como protegidas; el 50% de estas provienen de los Estados Unidos, mientras que Nueva Zelanda; Italia y España son otros proveedores importantes. Esta protección ha significado un importante aumento en la inversión privada; si bien la inversión pública continúa siendo importante en todos estos países. La protección ha sido una tendencia creciente en la última década. Durante el período 1995-97 había 17 variedades protegidas, y este número ha aumentado a 158 en el período 2008-09. Más del 70% de estas son variedades de frutales.

En cultivos y hortalizas hay 142 variedades registradas, de las cuales papa, trigo y poroto dan cuenta del 50% del total. Cerca del 40% de dichas variedades son de origen nacional y la mayoría del resto proviene de Holanda, Estados Unidos y Francia. El nivel de participación nacional es una indicación de la solidez de los programas nacionales en tales cultivos.

Si bien hay muchas variedades que están siendo introducidas, los productores aún dependen de un número limitado de variedades. La mayor parte de la producción de fruta del mundo todavía proviene de variedades antiguas, y ha habido poca reposición. Existe una base genética muy estrecha en el sector exportador, lo que significa que hay escasa variabilidad genética para que Chile expanda su oferta de nuevas variedades más acorde con las condiciones chilenas. Esto llama a buscar un mejor acceso a los recursos genéticos.

Asuntos regulatorios. El desarrollo de Variedades Genéticamente Modificadas (OGM's) también está dentro del alcance de la comunidad científica y en el Congreso se está tramitando una ley que regula el uso de los OGM's. La liberación de estos, necesita ser realizada bajo un régimen legal y un procedimiento de manejo de riesgo que dé credibilidad a la comunidad de consumidores. Debido al fuerte componente de exportación del sector agrícola, la aceptación de los OGM's estará determinada por la conformidad de los mercados de exportación.

La comercialización de variedades está por lo general en manos del sector privado. En Chile, intervienen empresas nacionales e internacionales. Estas compañías requieren de un marco legal adecuado que les permita recuperar su inversión, que a su vez requiere del patentamiento o protección de las variedades. Chile es signatario de la Unión de Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), lo que permite la protección de derechos sobre las plantas, como un DPI. Si bien ha habido un gran progreso en términos de los DPI, su fiscalización es todavía motivo de preocupación en Chile.

En resumen, el sector exportador chileno está inserto en un mercado dinámico, donde las preferencias del consumidor, las restricciones del comercio o las salvaguardias ambientales cambian constantemente. Tales desafíos requieren programas bien establecidos con la capacidad de planificar a largo plazo y de responder a demandas previstas y no previstas. Tales tipos de programa traen consigo varias ventajas. Dan espacio a una mayor anticipación y respuestas más rápidas a los cambios. Adicionalmente es bien sabido que una capacidad avanzada también permite una adopción más rápida de innovaciones desarrolladas en el extranjero y un mejor aprendizaje. La innovación en el campo del mejoramiento genético tiene que ser manejada como un proceso de largo aliento. La producción de nuevas variedades de frutales requiere entre 12 y 20 años. Para cultivos tradicionales como el trigo el tiempo requerido es de 6 a 10 años. Debido a las demandas cambiantes del mercado y a la evolución de las condiciones de crecimiento, Chile

debería desarrollar su propia capacidad de mejoramiento genético en el sector frutícola. Esto es también cierto para los cultivos y las hortalizas.

Fortalecimiento del mejoramiento genético. En varias áreas Chile dispone de la base para ejecutar buenos programas de mejoramiento genético. Esta base necesita ser desarrollada y para lograrlo requerirá:

- Desarrollar equipos multidisciplinarios de científicos en varios rubros y regiones, para continuar incrementando la productividad y asegurar niveles estables de producción. Tales equipos podrían incluir fitomejoradores, biotecnólogos, agrónomos, fitopatólogos y entomólogos. El diseño de una estrategia a seguir en mejoramiento genético, podría ser útil para definir qué productos y qué disciplinas deberían ser consideradas.
- Manejar las herramientas biotecnológicas de modo que formen parte integral de los programas de mejoramiento genético.
- Desarrollar un marco regulatorio en lo concerniente a propiedad intelectual y patentes, de manera de afianzar la relación entre la comunidad científica y el sector comercial, y de asegurar el acceso a los recursos genéticos del mundo.

5.2 Manejo de Predial³³

Agronomía. Chile tiene una base de recursos agrícolas muy diversa. Ello abre al país muchas posibilidades de suministrar una amplia variedad de productos tanto al mercado doméstico como al de exportación. Pero también requiere de una capacidad para abordar una amplia gama de problemas que tienen que ser resueltos a nivel local. Con la intensificación de la agricultura, especialmente en relación al uso de agroquímicos, está la necesidad de investigar el impacto en suelos, el agua, patógenos e insectos.

Esta diversidad, sumada a las mayores demandas de calidad y certificación, sitúan al sector en un punto de inflexión, desde donde debe moverse hacia una nueva etapa de la innovación que requerirá una agenda más amplia. Dependiendo exclusivamente de la adquisición de tecnología de otras fuentes no será suficiente, ya que muchos de los nuevos problemas relacionados con la competitividad van a requerir soluciones locales. Mirando hacia el futuro, la competitividad del sector dependerá no sólo de los aumentos en la productividad, sino que también de alcanzar los estándares de seguridad alimentaria, calidad y trazabilidad, externalidades ambientales y calidad del suelo y el agua. Esto requiere de investigación en el nivel local porque las demandas son diferentes para distintos cultivos y territorios.

³³ Esta sección se basa en el Informe de Consultoría de Stanley Best: Desarrollo Tecnológico para la Gestión y Manejo Predial (Tecnologías Emergentes); y de la Consultora Fitonova: Desarrollo Tecnológico y Adopción de Insumos Tecnológicos. Santiago de Chile, Marzo 2011.

Deberían establecerse equipos multidisciplinarios capaces de brindar soluciones a nivel local. Estos equipos tendrían las siguientes funciones:

- Desarrollar programas de investigación con sentido de misión, definidos como la solución de problemas prácticos tales como mejorar la eficiencia del uso del agua de riego, reducir los niveles de residuos químicos, incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes, etc.
- Monitorear los sistemas de cultivo, para la detección temprana de problemas y proveer soluciones en forma oportuna.

Usos de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs). El uso de TICs brinda muchas oportunidades para mejorar calidad y oportunidad en la toma de decisiones (ver también el Cuadro de Texto 1). Esto podría conducir a sistemas de producción de menores costos y ambientalmente amigables que mejoren la sustentabilidad y contribuyan a cumplir con los estándares ambientales y sociales de los mercados de exportación.

El uso de TICs en la agricultura chilena, ha venido aumentando durante los últimos diez años. Recientemente ha habido una iniciativa para extender la cobertura inalámbrica a las zonas rurales, lo que contribuiría a impulsar la incorporación de TICs al proceso productivo. Los nuevos usos de las TICs incluyen el empleo de GPS (por ejemplo, para la agricultura de precisión), los SIG (Sistemas de Información Geográfica), sensores remotos, biosensores y maquinaria inteligente. Muchos de estos sistemas inteligentes son aun relativamente nuevos en el país y están siendo utilizados sólo en sectores de alta rentabilidad, tal como la cadena viñedos-vino. Para expandir su uso estos sistemas deben estar respaldados con datos detallados y bien interpretados. El uso de TICs para hacer llegar mensajes de extensión oportunos, será también un componente importante de los programas de transferencia tecnológica.

A medida que se incrementa el empleo de TIC, se produce el desafío de asegurar su máxima eficiencia. **Los sectores público y privado podrían trabajar en conjunto para asegurar que las aplicaciones de TIC sean respaldadas con datos adecuados, lo que podría requerir investigación de campo en un amplio** rango de disciplinas. Hay también la necesidad de incorporar las TIC al *curriculum* de las universidades.

Insumos Ecológicos. Otra oportunidad para el sector es la nueva demanda por producción limpia. Ello requiere del desarrollo de prácticas agrícolas ambientalmente amigables, basadas en insumos ecológicos. Este tipo de insumos fue previamente usado sólo por la agricultura orgánica, pero

ahora está siendo incorporado por la agricultura tradicional. Tal manejo agrícola se basará en el empleo de agentes de control biológico, manejo integrado de plagas y fertilizantes orgánicos, y debería conducir a una reducción tanto del nivel de residuos como de la contaminación de las aguas, y a una menor huella de carbono.

La agricultura orgánica evita o excluye los insumos químicos y descansa en la rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica, fertilizantes verdes, control biológico y reciclaje de nutrientes. Hay una superficie creciente de agricultura orgánica que se está certificando en Chile, si bien todavía es comparativamente pequeña. Sin embargo, los mercados de exportación están demandando más productos orgánicos y este segmento seguirá creciendo.

Las cadenas de supermercados están impulsando la demanda de insumos ecológicos a nivel nacional - usando el protocolo Global GAP o el Codex Alimentario y las normas sobre residuos del SAG. Los países importadores como la UE y los EEUU, están introduciendo sus propios controles de seguridad alimentaria y ambiental para su producción doméstica e irán aumentando la imposición de estos estandartes a sus importaciones.

De los 1.020 pesticidas registrados en el SAG, sólo 117 pueden ser considerados “insumos ecológicos”. Para Chile, el uso de pesticidas, especialmente en horticultura y fruticultura es un asunto importante y delicado, debido a que se están encontrando residuos más altos a los establecidos por las normas del SAG, especialmente en hortalizas para consumo doméstico.

Chile está bien posicionado para manejar las exigencias de que su agricultura sea ambientalmente amigable. Está adscrito a los protocolos y convenciones sobre producción de alimentos y salvaguardias ambientales, como son el Codex Alimentario, la Convención de Estocolmo y el Protocolo de Montreal. También tiene sus propias normas, como las establecidas en el Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas del SAG. Hay también en el país instituciones trabajando en I+D en control biológico, tanto con fondos públicos como privados. El establecimiento del Centro Tecnológico de Control Biológico (CTCB) en INIA Quilamapu, es un gran paso adelante. También se hace investigación en las Universidades Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica, Católica de Valparaíso, de Concepción, de Talca y en un creciente número de pequeñas empresas, tales como Bioinsumos Nativa, Productos e Insumos Biotecnológicos, S.A. (BIOGRAM), Controlbest y DROPPO.

Para que la agricultura ambientalmente amigable se vuelva más factible a nivel de predio, **los programas con sentido de misión discutidos en párrafos precedentes deberían incluir investigación y desarrollo de insumos ecológicos.**

Manejo del riego. Una gran parte de la agricultura chilena, especialmente la dedicada a los cultivos de exportación es altamente dependiente del riego. Con la frontera agrícola en expansión hacia áreas más secas gracias al riego por goteo, el consumo de agua de riego ha crecido de alrededor de 16 millones de metros cúbicos en 1995 a 20 millones en 2010. El cambio climático está comenzando a disminuir las precipitaciones en muchas áreas del secano, empujando a la producción agrícola hacia el sur. Combinado con una mayor variabilidad de las precipitaciones, esto requerirá enfocar la atención en el mejoramiento de la eficiencia del uso del agua y posiblemente a un realineamiento de las áreas de producción y la composición de productos a ofrecer. La Tabla 4, basada en el Censo Agropecuario del 2007, muestra la distribución de la eficiencia lograda con los diferentes métodos de riego.

Tabla 4. Distribución del Riego por Tipo³⁴

Tipo de Riego	Superficie bajo Riego		Eficiencia
	Ha	%	
Gravedad	789.840	72%	0.3850
Mecánico	56.498	5%	0.7500
Goteo	247.475	23%	0.8750
Total	1.093.813	100%	0.510

La mayor parte del riego (72%) es gravitacional, con escasa modernización y bajos niveles de eficiencia. No obstante, cuando el riego es tecnificado, ésta se incrementa. Cuando se compara con California (Tabla 5), queda demostrado el desafío que enfrenta Chile en cuanto a mejorar la eficiencia de riego. Ante el escenario del cambio climático, esta es un área prioritaria, si Chile quiere mantener sus ventajas competitivas.

Tabla 5. Eficiencia del Riego medida en California, agrupada por rangos de eficiencia³⁵

Rango de Eficiencia	CALIFORNIA	CHILE
	% regado en cada rango	% regado en cada rango
0-10	0	36
10.1-20	0	18
20.1-30	2	9
30.1-40	7	12
40.1-50	11	13
50.1-60	25	3
60.1-70	24	6

³⁴ Censo Agropecuario 2007.
³⁵ Valenzuela A., Estudio Comparativo de la Eficiencia de Riego: California y Valle Central de Chile. Universidad de Concepción, Departamento de Riego y Drenaje, Facultad de Ingeniería Agrícola, 1997.

	CALIFORNIA	CHILE
70.1-80	18	3
80.1-90	12	0
90.1-100	1	0
Promedio (incluye reutilización)	71.0	36.7

En resumen, las principales acciones propuestas en cuanto a manejo agrícola son:

- **Desarrollar equipos multidisciplinarios en los Centros Regionales que estén primordialmente enfocados hacia:**
 - El manejo de los recursos naturales hacia una agricultura limpia
 - Uso eficiente del recurso agua a nivel de predios
 - Adopción de TICs
 - Uso de insumos ecológicos

5.3 Cosecha y Post-Cosecha³⁶

Desde el principio, uno de los principales desafíos del sector exportador de frutas en Chile ha sido resolver los problemas asociados con manejo de cosecha y post-cosecha. Chile está muy lejos de los mercados consumidores, lo que significa que la mayor parte del período de post-cosecha ocurre en el transporte y que la gestión de la cadena de valor se vuelve crítica para la competitividad. Condiciones ecológicas específicas han originado enfermedades como la botrytis en uva de mesa, o daños fisiológicos, como el escaldado en duraznos. Estos problemas fueron mayoritariamente resueltos por los productores y exportadores involucrados importando y adaptando tecnología y asumiendo los riesgos correspondientes. Hay varios ejemplos de adopción de tecnologías importada, tales como, el uso eficiente de anhídrido sulfuroso (SO₂) para controlar enfermedades durante el transporte; el uso de envases más apropiados para acompañar esta innovación; y la calibración de la refrigeración durante largos periodos de transporte. Estas y otras innovaciones permitieron colocar fruta de calidad en los mercados del hemisferio norte en forma oportuna.

Mientras que estas innovaciones permitieron el desarrollo de la industria en sus etapas iniciales, existe una demanda continua por el desarrollo de tecnologías orientadas a obtener productos de calidad. Estas demandas cubren un amplio espectro de asuntos, desde el manejo de huertos hasta el transporte. Los mercados consumidores de alrededor del mundo no sólo requieren productos diferentes, sino que también diferentes tipos de calidad. Los mercados son dinámicos y el sector frutícola ha estado continuamente explorándolos, siendo el ejemplo más reciente la expansión del mercado Chino, con sus propios requisitos de calidad.

³⁶ Esta sección se basa en el informe del consultor: Juan Pablo Zoffoli, Javier Jauregui, y Domique d'Hainaut, Tecnologías de Cosecha y Post-cosecha, Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030. Febrero 2011.

Desde el año 2000 CORFO, CONICYT y FIA han estado financiando proyectos de investigación en temas de post-cosecha. Estos proyectos requieren de la participación del sector privado y la mayor parte de su aporte ha venido en la forma de contribuciones en especies. Los proyectos analizados se pueden caracterizar de la siguiente forma:

- Existe similitud entre las fuentes de financiamiento con respecto a los tipos de proyectos financiados, con el resultado de que existe una posibilidad de repetición y falta de eficiencia.
- La mayoría del financiamiento es de corto plazo, cubriendo la duración del proyecto.
- Las agencias de financiamiento no están desarrollando programas estratégicos de largo plazo, lo que resulta en escasa sinergia entre los proyectos financiados.
- A menudo, los proyectos son desarrollados sin tomar en cuenta los resultados de esfuerzos previos. No están mostrando un avance incremental.

Los fondos concursables han ayudado a identificar y establecer equipos de investigación en una amplia gama de instituciones, desde centros públicos de investigación a laboratorios sectoriales privados y universidades, lo que formaría la base para futuros esfuerzos en esta área prioritaria. Cuatro instituciones disponen de importantes capacidades instaladas, aun cuando unas treinta instituciones han participado en estos fondos. Los proyectos analizados pueden caracterizarse como sigue:

- Núcleos pequeños de excelencia, en un reducido número de instituciones.
- Los equipos son principalmente dependientes del financiamiento de proyectos, con pocas posibilidades de desarrollo de largo plazo.
- El fortalecimiento de los equipos, especialmente en las universidades, depende de factores distintos a la investigación, por ejemplo, de los nombramientos docentes.

Hoy en día, la mayor atención está enfocada en problemas específicos, tales como los desórdenes fisiológicos y el embalaje. La investigación de post-cosecha requiere trabajar en muchas disciplinas, tales como fisiología de plantas, mejoramiento genético, bioquímica, biología molecular y otras. En el área del embalaje, existe la necesidad de incorporar otras ciencias como la ingeniería y vincularse con las industrias. Deben desarrollarse sistemas inteligentes de transporte y distribución, que combinen bajos costos con óptima presentación y alta penetración de mercado. Para abordar ésta agenda, se necesitan equipos multidisciplinarios que se integren en torno al concepto de gestión de la cadena de valor. Estos equipos deberían tener la capacidad de desarrollar programas a lo largo de la cadena e interactuar intensamente con el sector privado en la búsqueda de soluciones.

La propuesta es **establecer una red de equipos multidisciplinarios**, que abarquen desde las ciencias biológicas a la ingeniería, logística, gestión y ciencias del consumidor. Una responsabilidad clave para la red sería **establecer una agenda estratégica** de interés para el sector privado e incorporarla en propuestas a los fondos concursables. Tanto la red y los programas y proyectos deberían ser **financiados en forma compartida entre el sector público y el sector privado**, con una participación creciente de este último en el tiempo.

5.4 Estándares y Calidad ³⁷

Esquemas de certificación. Los estándares se han convertido en un factor de competitividad importante y son actualmente un componente relevante del comercio internacional. Los estándares son impulsados por los consumidores, las empresas (las cadenas de comercio minorista) y el nuevo ambiente regulatorio. Los más importantes impulsores de esta tendencia son los distribuidores que valoran sus marcas, como es el caso de Sainsbury's, McDonalds, y Wal-Mart. Existen actualmente más de 400 esquemas privados de estándares y entre los más conocidos están: la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), el Análisis de Puntos Críticos de Control (HACCP), el Comercio Justo (Fair Trade) y las Buenas Prácticas Agrícolas (GAP). El número de estándares aumenta, con una creciente dependencia en los organismos certificadores. Resulta un desafío para los productores agrícolas mantenerse actualizados y entender estos estándares.

En Chile, se están implementando al menos 15 diferentes esquemas de certificación, de los cuales tres: Global GAP, ISO 9001 y USGAP cubren cerca del 90% del total. Chile es el país líder en América Latina en términos de la cantidad de certificaciones, representando el 34% de toda la región. Queda todavía un gran desafío, ya que sólo alrededor del 30% de los productores chilenos están certificados bajo Global GAP.

Hay varias entidades que tienen responsabilidad y competencia en la implementación de estándares de calidad - el Ministerio de Agricultura, el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), la Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas; la Agencia Chilena para la Inocuidad Alimentaria (ACHIPIA), el Ministerio de Salud y el CODEX Alimentario Chile (iniciativa pública/privada). Chile tiene también varias leyes que regulan la calidad y seguridad de los alimentos, como la Ley 19.162 (Ley de Carnes), la Ley Vitivinícola y el Sistema Nacional para la Certificación de Productos Orgánicos.

Durante los últimos diez años, ha habido varias iniciativas del estado para promover las “Buenas Prácticas Agrícolas”, lo que hace de Chile un líder en la región de Latino América. Una de las principales fue establecer el Chile GAP para la fruticultura y horticultura, iniciativa público-privada

³⁷ Esta sección se basa en el Informe de Consultoría: Gestión de Calidad: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030. Fundación Chile, Marzo 2011.

impulsada por ASOEX y FEDEFruta e implementada por la FDF, organismo que ha contribuido a resolver en Chile el problema de las certificaciones múltiples. Desde 2008, se reconoce oficialmente a Chile GAP como parte de Global GAP, simplificando así el proceso de certificación. Chile GAP tiene además la ventaja de incorporar la seguridad alimentaria. Existen hoy 143 empresas certificadas por Chile GAP y en el futuro dicho número deberá aumentarse.

Costos de certificación. Los costos de cumplir con los estándares están poniendo presión sobre los productores, especialmente aquellos con recursos limitados. Los trámites para cumplir con los estándares requeridos comprenden la contratación de servicios de asesoría para evaluar los requerimientos y aconsejar al productor sobre las acciones que deberá tomar; el costo de implementar dichas acciones (incluyendo inversiones y costos recurrentes) y el pago de los honorarios para hacerse certificar y recertificar (Tabla 6). Sin embargo, está claro que los estándares se han tornado críticos en el comercio global y especialmente para productos perecibles de alto valor, que constituyen la mayoría de las exportaciones agrícolas chilenas. Los estándares de calidad pueden ser necesarios para acceder a los mercados, pero no aseguran un mayor ingreso - a menudo son considerados por los productores y exportadores como un mal necesario. Las exigencias de calidad se transmiten por la cadena de valor de exportadores a productores y los mayores ajustes y costos deben ser absorbidos a nivel de los productores. El desafío es que, como los mercados que sirven son dinámicos, los estándares están evolucionando continuamente, lo cual requiere de fuertes vínculos de información y transferencia de tecnología al productor para mantener la competitividad del sector.

Tabla 6 . Tarifas de certificación promedio para varios estándares, 2011

Estándar	Costo (US\$) ³⁸
GLOBALGAP	300 - 650
BRC	1.400 – 1.600
Tesco Nature's Choice	640 – 700
ISO 9001 (LATU systems)	2.200 – 12.900
ISO 9001 (LS, ÖQS, IQNET)	2.950 – 113.700
CHILEGAP	700 - 800

³⁸ No incluyen alojamiento, transporte ni viáticos del equipo auditor.

Los costos involucrados en certificar e implementar los estándares, son una barrera para su adopción en Chile y estos costos sólo van a aumentar si aumenta la proliferación de exigencias. Hay aquí dos mundos - En este sentido existen dos realidades - un sector exportador en una posición holgada, que puede costearse el cumplimiento de estos estándares y tiene la capacidad para aplicarlos; y aquellos pequeños y medianos productores que producen tanto para el mercado interno como externo y que están presionados por estos costos adicionales. CORFO creó un programa de subsidio denominado FOCAL, para la implementación de sistemas de calidad y seguridad alimentaria. También el INDAP ha implementado programas de fomento y capacitación de pequeños agricultores. Estos programas no han alcanzado sus objetivos, debido a los altos costos de certificación e implementación.

Más estándares, más exigentes y nuevas oportunidades. Hay un continuo aumento en la exportación de productos orgánicos, siendo las manzanas, frambuesas y el vino los principales productos. Cerca del 55% de los productos orgánicos tienen como destino Europa y el resto a los EEUU. De acuerdo a la Ley 20.089 que norma la producción orgánica en Chile, los productos orgánicos deben ser certificados por entidades registradas en el SAG. La existencia de la Ley ha resultado en un importante aumento en las hectáreas registradas para producción orgánica.

Los estándares están no sólo aumentando en número sino también en el rigor de sus exigencias. En adición a los estándares de calidad, hay nuevos requisitos que cubren áreas como la sustentabilidad e inquietudes de orden social. Nuevas normas como la huella de carbono y la huella del agua están siendo requeridas por algunas de las grandes cadenas de ventas al detalle, tales como Tesco en Europa. Las normas de trazabilidad aumentarán aún más los costos. Está por verse si los productores podrán adaptarse a los nuevos estándares como lo han hecho con los anteriores.

Las etapas previas de la industria frutícola se caracterizaron por una expansión hacia nuevas áreas y la introducción de nuevos cultivos y variedades - la etapa siguiente será el cumplimiento de estándares más exigentes y de exigencias de calidad de los mercados. Esto plantea una gran cantidad de desafíos al sistema de innovación agrícola a través de todos sus componentes, en áreas tales como regulación, gestión del conocimiento, capacitación y transferencia tecnológica. En este sentido, la gestión de la calidad tiene dos dimensiones públicas: a nivel nacional pueden hacerse esfuerzos para consolidar la imagen de Chile como una marca, permitiendo al país definir sus propios estándares en vez de someterse a lo inverso; en segundo lugar, se debe prestar apoyo a los pequeños y medianos exportadores, también para asegurarse de no comprometer los estándares de la marca nacional. Estos productores deben ser objeto de programas integrados de capacitación y extensión que deberían resultar en que una gran proporción de la producción nacional fuera

manejada mediante prácticas que fueran aceptables bajo estándares internacionales tales como Global GAP, ya sea para mercados de exportación o domésticos.

En lo concerniente a estándares de calidad, se proponen las siguientes acciones para el corto y mediano plazo:

- **Que el sector privado lidere la expansión del Chile GAP, o estándares más exigentes para toda producción agrícola, sea esta de exportación o destinada al mercado interno.**
- **Expandir los programas de apoyo a la certificación con financiamiento público/privado.**
- **Referenciar los estándares de calidad chilenos con los de los países importadores de productos chilenos.**

5.5 Recursos Humanos Calificados³⁹

El banco de talentos científicos de Chile. Según el CONICYT (2004), el país tiene 8.507 investigadores de los cuales 6.476 trabajan en universidades, 964 en empresas, 506 en el sector estatal, 413 en instituciones sin fines de lucro y 148 en otros sectores. Esta diversidad es el resultado de la aplicación de instrumentos de financiamiento utilizados en los últimos quince años (los fondos concursables), que han permitido aprovechar las mejores capacidades disponibles, independientemente de donde hubieran estado trabajando.

Este esfuerzo fue acompañado por una serie de políticas e instrumentos para aumentar el número de científicos altamente calificados en varias disciplinas de las ciencias, de modo de asegurar la implementación de la estrategia nacional de innovación. La mayor parte de los recursos disponibles en el país para la obtención de títulos de post grado, provienen de fondos públicos y convenios internacionales como el Plan Chile-California, que ha sido importante para el sector agrícola.

La productividad, medida según el número de publicaciones científicas, muestra a Chile como líder en Latinoamérica, pero muy a la zaga de otros países de la OCDE - 143 publicaciones por millón de habitantes, comparado con Argentina (114), Brasil (72,5), México (58), Australia (588) y Nueva Zelanda (1.083). El número de investigadores por cada 1.000 habitantes es bajo (2,03), comparado con otros países como Nueva Zelanda (10,48), España (5,39) y otros países de la OCDE.

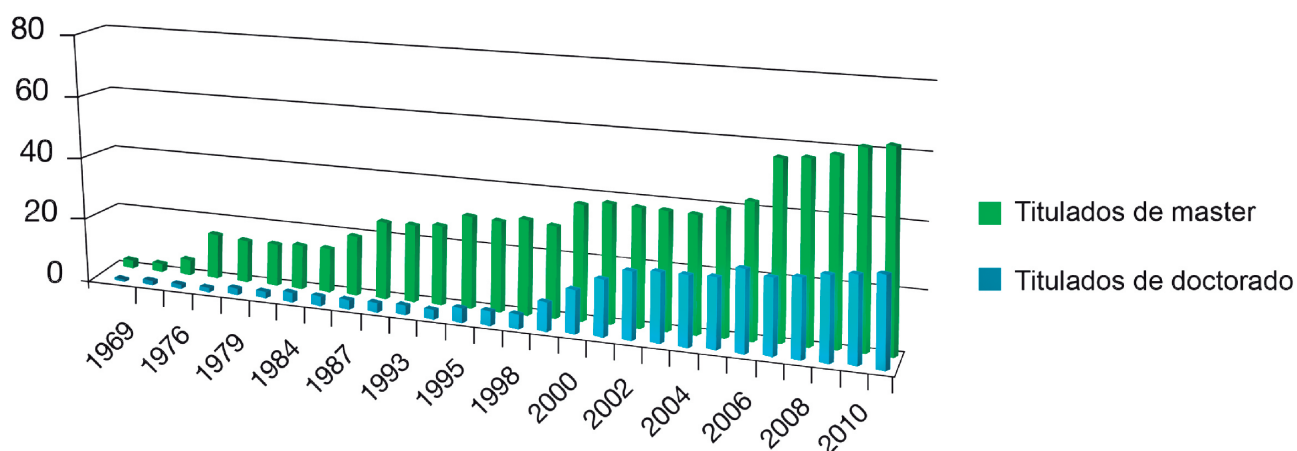
Fortaleciendo la base de la ciencia. El Consejo Nacional para la Innovación y Competitividad (CNIC) ha reconocido la necesidad de formar recursos humanos para la innovación, tanto en universidades nacionales como extranjeras. Según el Consejo Nacional de Educación (CNED), el sistema universitario chileno está integrado por 57 universidades, cuyo objetivo principal es la

³⁹ Esta sección se basa en el Informe de Consultoría: Recursos humanos de alta calificación en ciencia y tecnología del sector agroalimentario y forestal. IDEA Consultora. Santiago de Chile, Marzo 2011.

docencia; sólo un 10% realiza investigación de alguna significancia. En la última década ha habido un gran esfuerzo en las universidades nacionales para aumentar la cantidad de programas de magíster y doctorado; hay 170 programas que otorgan doctorados y 900 de magíster. De estos, 93 programas tienen relevancia para el sector agrícola - 31 a nivel doctoral y 62 a nivel de magíster, que se imparten en 16 universidades. De un total de 395 doctorados otorgados el 2008, 40 fueron en ciencias agropecuarias.

Los títulos de doctorado están fuertemente inclinados hacia la biotecnología, que da cuenta de aproximadamente el 50% de los títulos otorgados, mientras hay algunas áreas como post-cosecha y enología que han recibido poca atención. Al nivel de estudios de magíster, hay un fuerte énfasis en producción agrícola, lo que parece congruente con las necesidades nacionales de producción. Sin embargo, hay disciplinas claves que están siendo dejadas de lado, como es el caso de los recursos hídricos y el manejo de post-cosecha.

Figura 3. Evolución de programas de Master y doctorados en las Universidades Nacionales



Fuente: IDEA Consultora 2011.

La iniciativa más importante en los últimos años ha sido la creación de un fondo de becas, *Becas Chile*, que apunta a aumentar la formación de profesionales en instituciones extranjeras y a promover la cooperación y vínculos con entidades internacionales, como también modernizar el sistema de becas nacionales. Becas Chile es supervisado por un Comité de Ministros, que es responsable de sus políticas. Financia estudios de postgrado, especialmente a nivel de magíster, estudios médicos específicos y becas de docencia, entre otros. Ha hecho varios llamados a concurso desde el 2006 y durante los años 2008-2009 financió la formación de 1.645 magíster en universidades extranjeras, de los cuales 12,4% lo fueron en ciencias agropecuarias. Desde 2006,

Becas Chile ha financiado 1.729 becas de doctorado, de las cuales, el 3,6% fueron en agricultura.

Hay 1.249 investigadores trabajando en materias relacionadas con las áreas temáticas identificadas en la Visión. Estas se distribuyen en varias disciplinas, como lo muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Distribución de investigadores según áreas.

Áreas	N° de Investigadores	Porcentaje
Biotecnología	288	23.1
Mejoramiento genético vegetal	112	9.0
Producción agrícola	233	18.7
Recursos hídricos	91	7.3
Post-cosecha	29	2.3
Seguridad alimentaria	16	1.3
Agroindustria y Alimentos procesados	181	14.5
Economía y Políticas	67	5.4
Bioenergía	23	1.8
Cambio Climático	17	1.4
Forestal	192	15.4

Fuente: IDEA Consultora 2011.

En términos de equipos de trabajo, la calidad es bastante heterogénea con algunos grupos sólidos, pero muchos de estos investigadores trabajan en grupos pequeños que carecen de masa crítica para abordar asuntos programáticos. Hay una fuerte necesidad de configurar equipos multidisciplinarios e inter-institucionales, posiblemente con un componente internacional.

El desarrollo de un programa para la formación de recursos humanos avanzados necesita ser realizado en colaboración con Becas Chile. Los datos de la tabla anterior deberían ser un punto de partida para desarrollar un programa que permita construir un pool de talento científico que responda a las necesidades de los sectores público y privado

En resumen, el sector agrícola debería:

- **Elaborar, en colaboración con Becas Chile, un plan para el desarrollo de recursos humanos calificados, basado en una estrategia sectorial para la innovación**
- **Fortalecer las redes internacionales para el intercambio de científicos**

5.6 Recursos Laborales⁴⁰

Competencias, salarios y la dinámica de la innovación. La agricultura es una importante fuente de empleo: aportó alrededor de 800.000 empleos en el primer trimestre del 2010, equivalente a alrededor del 12% del total del país. La mano de obra empleada en agricultura ha permanecido constante desde 1996, a pesar de que el empleo en la economía en general, ha aumentado en aproximadamente 31%. La agricultura intensiva en mano de obra se desarrolla en el centro y centro sur del país, representando alrededor del 40% del empleo del sector. La Tabla 8 da una visión de la evolución de la fuerza de trabajo entre los años 1992 y 2006. Muestra que los salarios agrícolas son considerablemente menores a los del resto de la economía.

Tabla 8. Comparación de la fuerza de trabajo agrícola y no agrícola, 1992-2006

	Agrícola		No-Agrícola	
	1992	2006	1992	2006
Ingreso Medio (US \$ de cada año)	183,38	346,90	364,38	687,11
Tasa de alfabetismo (%)	90,4	93,0	98,7	99,2
Escolaridad promedio	6,9	8,2	10,9	12,0
% con educación media	14,7	27,1	54,7	70,1
% con capacitación en el último año	N/D	9,2	N/D	19,5
% con acceso a teléfono celular	N/D	57,5	N/D	75,4
% con acceso a computador	N/D	12,1	N/D	48,7
% con acceso a Internet	N/D	9,1	N/D	42,5

Fuente: Modrego, et al (2009c). Características de la fuerza de trabajo agrícola en Chile: tendencias y prospecciones relevantes para la innovación en el sector silvoagropecuario. Informe elaborado por RIMISP para FIA.

Una fuerza de trabajo bien entrenada es central para cualquier sistema dinámico de innovación. La evidencia demuestra que la adopción de nuevos conocimientos, métodos y tecnologías está fuertemente correlacionada con la educación.⁴¹ Esto presenta un especial desafío para Chile ya que el nivel de educación de su fuerza de trabajo agrícola es bajo y los programas de entrenamiento son de variada calidad; sin embargo, la reciente iniciativa de ChileValora, para establecer estándares de habilidades y certificar los cursos de entrenamiento, es un paso en el sentido correcto.

El bajo nivel de educación agrícola se origina inicialmente en una mala calidad en la educación básica y secundaria de las zonas rurales, caracterizada por una irregular asistencia y una cobertura fragmentada de las materias. En educación secundaria la inasistencia a clases en las zonas rurales es casi tres veces más alta que en las zonas urbanas. Hay también un problema con las escuelas unidocentes en las cuales es difícil mantener estándares de enseñanza dado que tienen varios niveles académicos concentrados en un mismo espacio. Los efectos negativos de este sistema tienen consecuencias en el sector agrícola y durante toda la vida de los trabajadores.

40 Esta sección se basa en el Informe de Consultoría: Diagnóstico: Capacitación del Trabajador Agrícola. ODEPA/FUCOA. Santiago de Chile, Marzo 2011.

41 Huffman, W., and R. Evenson, Science for Agriculture. Iowa State University Press. 1993.

En enero del 2010 habían registradas 10.193 empresas agrícolas, con 324.890 trabajadores. El resto de los trabajadores no tenían contratos formales de trabajo. En el Censo Agrícola del 2007, las empresas se clasifican como Micro, Pequeñas, Medianas y Grandes, dependiendo de la cantidad de trabajadores, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Distribución de empleados agrícolas en empresas de diferentes tamaños

Tamaño de la Empresa	Nº de Empleados Agrícolas	% de Empresas	% del Empleo
Micro	0	84	0
Pequeña	1-9	15	48
Mediana	10-49	1	33
Grande	>50	0.1	19

Fuente: Diagnóstico “Capacitación Trabajador Agrícola”. FUCOA/ODEPA. Santiago de Chile. Noviembre 2010.

Los trabajadores de las empresas pequeñas por lo general tienen sólo educación primaria o primaria incompleta, mientras un 50% de los trabajadores de empresas medianas, tienen educación secundaria y 50% sólo primaria. Esta última situación se repite en las grandes empresas. En términos generales, 45% de los obreros capacitados en el sector agrícola tienen sólo educación primaria o primaria incompleta, en comparación con el 13% de toda la economía. En, un 9% tienen diplomas de institutos técnicos profesionales. Sólo 11% de los trabajadores agrícolas tienen diplomas técnicos superiores, en comparación con el 24% de la economía.

El nivel educacional de los empleadores se distribuye así: 59% tiene educación básica, o básica incompleta, 16% tienen enseñanza media y 7% tiene educación universitaria. El nivel básico predomina en los subsectores de la micro y pequeña empresa; en las empresas medianas y grandes, trabajan personas con grado universitario. En las micro y pequeñas empresas, los predios son administrados por sus dueños, mientras las medianas en un 73% tienen un administrador contratado, cifra que sube a 83% en el caso de las grandes empresas. La estructura de habilidades y el nivel de capacitación de estos empleadores es crucial para el sistema de innovación.

Esfuerzos en capacitación. Según las encuestas CASEN del 2006 y 2009, sólo el 7% de las empresas agrícolas usaron la franquicia SENCE para financiar cursos de capacitación para su personal.

Durante los últimos años, los fondos invertidos en capacitación han permanecido estancados; en promedio se ha invertido alrededor de 5.000 millones de pesos durante los últimos cinco años, de los cuales, el 77% proviene de fondos públicos y un 23% de los privados.

En agosto del 2008 se crea el Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales. Se establece la Comisión “ChileValora” para supervisar la implementación del sistema, que reporta

al Presidente, a través del Ministerio del Trabajo. La misión de esta Comisión es la de mejorar las habilidades laborales, a través de evaluaciones y certificaciones, como también proponiendo políticas y estableciendo estándares.

Es un desafío mayor para el sector agrícola, lograr mejorar las destrezas laborales y la productividad de cara a una situación de costos de mano de obra en aumento. Los aumentos de productividad deberán hacerse incrementando la productividad laboral y se requerirá un esfuerzo especial en las empresas pequeñas y medianas donde los niveles educacionales son bajos y la capacitación alcanza un bajo porcentaje de la población laboral.

En el área de los recursos laborales se proponen las siguientes acciones:

- **Trabajar con el Ministerio de Educación para fortalecer la educación básica en las zonas rurales.**
- **Fortalecer la formación vocacional de los trabajadores agrícolas con financiamiento público.**
- **El Ministerio de Agricultura debería manejar un sistema de monitoreo respecto a las necesidades de capacitación laboral del sector.**

6. *Próximos Pasos*

El Plan de Acción propuesto requiere iniciativas a varios niveles del sistema de innovación agrícola. El Ministerio de Agricultura fortalecerá su capacidad para supervisar y orientar la dirección futura del sistema de innovación agrícola. El Plan de Acción implica trabajar con: actores con intereses en el sector, organizados o no organizados (agricultores, intermediarios, procesadores, exportadores, proveedores de insumos y otros), para formar organizaciones que representen a subsectores completos y puedan contribuir a financiar el sistema de innovación; con el Ministerio de Educación para abordar los asuntos relacionados con habilidades y capacidades humanas en el campo; con los gobiernos regionales para establecer los Centros Regionales de Transferencia de Tecnología; con las agencias de financiamiento para desarrollar mecanismos de financiamiento de largo plazo que complementen a los fondos concursables; con los Institutos Públicos de Investigación, las universidades y otros actores para integrar sus actividades en equipos más sólidos y con mayor impacto.

Para asegurar una implementación exitosa del Plan de Acción, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. El Plan de Acción y su Visión subyacente, requieren más consultas y validaciones, especialmente en regiones. Si bien, para la preparación de estos documentos hubo múltiples consultas, la mayoría tuvo lugar en Santiago, con foco en lo nacional. La resultante visión de contexto general, necesita ser complementada con las perspectivas de los actores claves de cada región. Tales consultas/validaciones tendrán al menos tres importantes beneficios: primero, la presente recomendación puede ser confirmada o modificada, mejorando por tanto la probabilidad de éxito de este Plan de Acción; en segundo lugar, el proceso puede originar nuevas ideas para la acción, que podrán incorporarse al plan; tercero, las reflexiones acerca del futuro del sector pueden alentar a los participantes a desarrollar sus propias ideas y propuestas, contribuyendo así a darle vigor al sistema de innovación agrícola.
2. Para el proceso de consultas y validación, el MINAGRI puede considerar organizar una serie de talleres regionales y sesiones de consultas con participantes a nivel nacional tales como: Ministerios de Educación y Economía, CORFO, CONICYT, la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), los gremios y las asociaciones de exportadores. Estas consultas podrían ser seguidas por un seminario a nivel nacional, en el cual se presenten las principales conclusiones y propuestas resultantes.

3. Los elementos principales del Plan de Acción pueden ser secuenciales a lo largo del tiempo, de manera de aprender de las experiencias y de administrar la carga de trabajo. Para este propósito, sería útil desarrollar un “Manual Operacional del Plan de Acción” más detallado, que indique, para cada una de las actividades propuestas, ¿qué organizaciones están involucradas; ¿cuáles son sus responsabilidades?; ¿qué progresos en la implementación puede esperarse?; ¿cuáles son los costos de implementar las diferentes actividades?; ¿cuándo se supone que van a estar terminadas?; ¿cuándo deben esperarse los primeros resultados?. Tal secuencia también permitiría desarrollar algunos detalles de estas etapas, por ej. la estructura específica de los Centros Regionales de Transferencia, la composición de los equipos multidisciplinarios, o las redes de post-cosecha. La Tabla 10 presenta una Hoja de Ruta que delinea los posibles hitos para los principales elementos del Plan de Acción.

Tabla 10. Hoja de ruta para la implementación del Plan de Acción

Año	Hito
2011	• Se completa la validación y consultas sobre las acciones • Manual de Operaciones disponible y asignaciones presupuestarias acordadas • La estrategia de FIA fue modificada para incorporar su rol como implementador clave del Plan de Acción
2012	• MINAGRI ha establecido la función de gestión de la política de innovación y dispuesto la capacidad requerida para asumirla • MINAGRI publica su Estrategia de Innovación Agrícola • Se llega a acuerdo con el MINAGRI acerca del crecimiento del financiamiento público para alcanzar los niveles de la OCDE hacia 2020 • Ha comenzado a ejecutarse el primer programa interdisciplinario de I+D • Se ha acordado con Becas Chile un llamado especial para el sector agrícola • Se ha llegado a acuerdo con el Ministerio de Educación sobre el Plan de Educación Rural
2013	• Están funcionando siete programas de investigación que integran científicos de los ITPs y las Universidades: 4x con el INIA; 2x con el INFOR; y 1x con el CIREN • Están operando cuatro Centros Regionales para la Transferencia Tecnológica • Han comenzado a ejecutarse 8 programas multidisciplinarios de largo plazo de I+D • La red de apoyo a la industria de envases y embalajes está operando • Ha sido publicada la estrategia nacional de mejoramiento genético
2015	• ChileGAP opera en todos los subsectores importantes del sector • Se realiza la primera evaluación externa de los programas de largo plazo multidisciplinarios de I+D
2020	• La inversión pública en innovación agrícola alcanza el promedio de la OCDE (en términos de porcentaje del Producto Interno Bruto Agrícola) • Dos subsectores han establecido y financian su propio centro nacional de I+D

3. Muchas de las propuestas aquí presentadas no requerirán de mayores fondos, pero sí necesitarían una reasignación de recursos, tales como trasladarlos desde fondos concursables hacia cometidos de más largo plazo. Junto con el Manual de Operaciones antes explicado, será necesario preparar un presupuesto que indique, a lo largo del tiempo, las fuentes que se usarían para financiar las diferentes iniciativas, para asegurar no sólo que los fondos estarán disponibles, sino también que corresponden a los ítems correctos del presupuesto público.

Implementación del Plan de Acción y rol de FIA. La implementación del Plan de Acción requerirá de una capacidad considerable e involucrará un cambio institucional sustantivo. Mientras que la implementación del Plan será conducida por el MINAGRI tan pronto como la función de gestión de la política de innovación hubiera sido establecida, se propone que en el intertanto FIA lidere la implementación del Plan de Acción. Una vez que el MINAGRI hubiera establecido su nueva función, se haría cargo de esa responsabilidad. En el caso que el MINAGRI continuara operando como lo ha hecho hasta el momento, (con poco personal propio y dirigiendo una serie de Servicios, Institutos y Fundaciones), podría decidir mantener la responsabilidad de la implementación del Plan en la FIA. **La FIA obtendría por tanto un papel de agente de cambio, como catalizador y gestor de la innovación en su propio sistema.**

Una dimensión adicional del papel de FIA podría residir en la capacidad evaluadora del sistema de innovación agrícola, tanto ex-ante como ex-post. Si bien la evaluación es importante para iniciativas de corto y largo plazo, la capacidad de evaluación ex-post es de central importancia para: la implementación de programas multidisciplinarios de largo plazo con financiamiento basal; para asegurar que dichos programas permanezcan en el camino adecuado, se mantengan en sintonía con sus clientes; y para que produzcan resultados de acuerdo al actual “estado del arte”. El fortalecimiento de la capacidad de evaluación permitirá también al sistema mejorar su capacidad de aprendizaje, uno de los atributos relevados en la Visión.

¿Cómo podría verse el futuro sistema de innovación agrícola? Durante los últimos 20 años, el sector agrícola chileno ha alcanzado un progreso notable. El Estado reconoce en dicho éxito, el rol del sistema de innovación. Está dispuesto a continuar invirtiendo en un mayor crecimiento del sistema de innovación agrícola, con el objeto de lograr la Visión de una agricultura limpia, sana e inocua, basada en la información y globalmente integrada, orientada al aprendizaje, eficiente y equitativa. En el Cuadro de Texto 2, puede observarse cómo se vería ese futuro sistema de innovación agrícola. Para lograr esa Visión, el sistema de innovación agrícola requerirá liderazgo; el establecimiento de más capacidades especializadas en I+D, como también capacidades técnicas a nivel de predio; instrumentos de financiamiento de más largo plazo, que complementen el exitoso esquema de fondos concursables que actualmente opera en el Estado; y mayores roles,

responsabilidades y aportes del sector privado y de los gobiernos regionales. La implementación del Plan de Acción establecerá las bases fundamentales que permitirán a Chile alcanzar sus ambiciones.

Recuadro 2. Un posible perfil del Sistema de Innovación Agrícola Chileno hacia el año 2030

Los agricultores chilenos y sus empresas agrícolas son mundialmente conocidos por la calidad de su producción y cadenas de suministro. Usan limitadas cantidades de insumos, aplicados “sólo y cuando se necesita”. Son líderes globales en cultivos basados en sensores y técnicas de manejo ganadero. Hubo cuatro innovaciones que les permitieron dar un salto al frente. Al desarrollar variedades especialmente adaptadas a las condiciones ecológicas de Chile, pudo contar con el material básico de plantación. Gracias a una extensa investigación agronómica y fisiológica, se establecieron los parámetros de manejo para dichas variedades. Se desarrolló la tecnología de los multisensores, que monitorean el clima y los procesos fisiológicos y patológicos, permitiendo un diagnóstico preciso de la ubicación e intensidad de los problemas de producción. Los agricultores y trabajadores chilenos fueron capacitados para combinar los elementos de éxito: ellos manejan las tecnologías de la información y los parámetros de manejo de cultivos de sus sistemas de producción y entienden los mercados donde envían sus suministros.

Chile no sólo está en los mercados de alto valor; su producción es reconocida por su calidad intrínseca y su excelente duración en almacenaje. Su fruta mantiene la madurez en las góndolas, sus semillas tienen garantizada germinación después de un año o más de bodegaje, y sus productos de proteína animal (pescados, leche y carne) son magros y funcionales a una vida saludable. Cuando la “Guía Michelin” selecciona restaurantes de dos o tres estrellas, la carta de vinos debe contener al menos cuatro viñas chilenas.

Combinando la excelencia en producción y post-cosecha, Chile ha desarrollado un nicho en el sistema agrícola global por su propia marca. En base a contribuciones voluntarias de diferentes asociaciones de cadenas de valor, se fundó un instituto que mantiene y certifica la calidad y estándares de seguridad alimentaria y promueve la marca en Chile y el mundo.

El desempeño agrícola de Chile está basado en una red regional de nodos de innovación. En tales nodos, normalmente situados en o cerca de una universidad, se encuentra un centro regional para la transferencia de tecnología, programas de investigación integrados y de largo plazo y una red de investigación en post-cosecha. Con el apoyo de capitales de riesgo provistos por CORFO, han surgido empresas de tecnología agrícola en torno a dicho nodos, y varias de éstas están actualmente exportando sus tecnologías de sensores, sistemas de almacenamiento y métodos de embalaje a otros países. Los agricultores visitan estos nodos en forma presencial y virtual, para capacitarse en nuevas tecnologías. Tal capacitación puede ser suministrada por las universidades o las propias empresas de tecnología, que arriendan salas de clases o equipos de e-learning. El más sureño de los “clusters” fue el que primero despegó; no obstante, el intercambio de experiencias ha permitido que otros también lo hayan hecho.

Cada cinco años se han contratado evaluaciones externas de los principales elementos de los nodos de innovación. Estas evaluaciones no sólo se usan para medir calidad y relevancia del trabajo pasado, sino también para definir planes futuros y aportes financieros de las asociaciones de productores pertinentes, como también de los gobiernos regionales y nacional.

