



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
ANID/FONDAP/1523A0001



Universidad de Concepción



SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM



ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA CHILENO Y SUS DETERMINANTES

Nélyda Campos-Requena / Francisco Fernández / Diego Rivera
Roberto Ponce / Sebastián Koch

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

Versión impresa ISSN 0718-6460

Versión en línea ISSN 0719-3009

Directora:

Gladys Vidal Sáez

Comité editorial:

Sujey Hormazábal Méndez

María Belén Bascur Ruiz

Serie:

Eco-innovación en el sector agrícola chileno y sus determinantes.

Nélyda Campos-Requena, Francisco Fernández, Diego Rivera,

Roberto Ponce y Sebastián Koch.

Marzo 2025.

Agradecimientos:

Centro de Recursos Hídricos
para la Agricultura y la Minería
(CRHIAM)

ANID/FONDAP/1523A0001

Victoria 1295, Barrio Universitario,

Concepción, Chile

Teléfono +56-41-2661570

www.crhiam.cl

Este documento debe citarse como:

Campos-Requena, N., Fernández, F., Rivera, D., Ponce, R., Koch, S., Eco-Innovación en el sector agrícola chileno y sus determinantes. Serie Comunicacional CRHIAM, Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (ANID/FONDAP/1523A0001). ISSN 0718-6460 (versión impresa), ISSN 0719-3009 (versión online), No. 88, 29pp.

Disponibile en: <https://www.crhiam.cl/publicaciones/series-comunicacionales/>



Universidad de Concepción



**SERIE COMUNICACIONAL
CRHIAM**



ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA CHILENO Y SUS DETERMINANTES

Nélyda Campos-Requena / Francisco Fernández / Diego Rivera
Roberto Ponce / Sebastián Koch

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

PRESENTACIÓN

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería -Centro Fondap CRHIAM- está trabajando en el tema de "Seguridad Hídrica", entendida como la "capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política" (ONU-Agua, 2013).

La "Serie Comunicacional CRHIAM" tiene como objetivo potenciar temas desde una mirada interdisciplinaria, con la finalidad de difundirlos a los tomadores de decisiones públicos, privados y a la comunidad general. Estos textos surgen como un espacio de colaboración colectiva entre diversos investigadores ligados al CRHIAM como un medio para informar y transmitir las evidencias de la investigación relacionada a la gestión del recurso hídrico.

Con palabras sencillas, esta serie busca ser un relato entendible por todos y todas, en el que se exponen los estudios, conocimiento y experiencias más recientes para aportar a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestras y nuestros investigadores, quienes han trabajado de forma mancomunada y han puesto al servicio de la comunidad sus investigaciones para aportar de forma activa en la búsqueda de soluciones para contribuir a la generación de una política hídrica acorde a las necesidades del país.

Dra. Gladys Vidal
Directora de CRHIAM

DATOS DE INVESTIGADORES



Nélyda Campos-Requena

Ingeniera Comercial.
Doctora en Economía de Negocios,
Universidad del Desarrollo.
Doctor of Philosophy, Macquarie University, Australia.
School of Economics and Management,
Universidad del Desarrollo.
Investigadora Adjunta CRHIAM.



Francisco Fernández

Doctor en Economía Agraria
por la Universidad Politécnica de Madrid, España.
Escuela de Negocios, Facultad de Economía y Gobierno,
Universidad San Sebastián.
Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo.
Colaborador CRHIAM.



Diego Rivera

Ingeniero Civil.
Doctor en Ingeniería Agrícola,
Universidad de Concepción.
Profesor Titular Facultad de Ingeniería,
Universidad del Desarrollo.
Investigador Centro de Investigación en Sustentabilidad y
Gestión Estratégica de Recursos,
Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo.
Investigador Principal CRHIAM.



Roberto Ponce

Ingeniero Comercial.
PhD in Science and Management of Climate Change,
Ca'Foscari University, Venice, Italy.
Profesor Asociado, Facultad de Economía y Negocios,
Universidad del Desarrollo.
Center of Applied Ecology and Sustainability
(CAPES), Chile.
Investigador Asociado CRHIAM.



Sebastián Koch

Estudiante de Doctorado en Economía de Negocios
Universidad del Desarrollo,
Concepción, Chile.



RESUMEN

Los principales determinantes de la eco-innovación en empresas agrícolas chilenas son el ahorro de costos, la adquisición de conocimiento externo, los factores de mercado y el tamaño de las empresas. Aunque las empresas la perciben como una oportunidad para reducir costos, las limitaciones financieras siguen siendo un obstáculo importante. Por otro lado, los factores regulatorios tienen un impacto limitado, lo que resalta la necesidad de mejorar la distribución y accesibilidad de los recursos públicos para incentivar estas prácticas.

Para fomentar la eco-innovación, es clave mejorar el acceso a financiamiento público, apoyar a las Pymes, expandir el mercado y promover innovaciones más allá de la I+D. También se requiere fortalecer el marco regulatorio, facilitar la colaboración entre actores y mejorar la difusión del conocimiento. Además, futuras investigaciones deberían centrarse en analizar el impacto del cambio climático en la eco-innovación y en identificar la mejor combinación de políticas públicas e instituciones para su fomento. Con estos esfuerzos, se busca generar un entorno favorable para reducir el impacto ambiental de la agroindustria chilena y mitigar los efectos del cambio climático.



INTRODUCCIÓN

Chile es un país en vías de desarrollo que se caracteriza por una tremenda dependencia de los sectores extractivos de materias primas, incluyendo la minería, el sector forestal y la agricultura.

La agricultura es una actividad extractiva que genera un impacto medioambiental directo al entorno, y a la vez es afectada en forma importante por el cambio climático, por lo que lograr que su realización se desarrolle de manera sustentable, tiene una importancia crítica tanto para la seguridad alimentaria como para el crecimiento y posterior desarrollo económico del país. Esto cobra especial relevancia al considerar los diversos y complejos desafíos medioambientales derivados del cambio climático acelerado y del calentamiento global.

En el caso particular de Chile, la agricultura se ha visto fuertemente golpeada por una duradera situación de estrés hídrico, que se ha manifestado mediante intensas sequías, insertas dentro de un proceso de desertificación de la zona central. Este fenómeno se ha traducido en una disminución de la tierra utilizable para actividades agrícolas. Al mismo tiempo, graves inundaciones, generadas en parte por una disminución de la capacidad de absorción de agua por parte de la tierra, han impactado directamente a la actividad productiva. Por otra parte, la actividad también ha contribuido a impactos negativos en el medio ambiente, a través de alteraciones del suelo y agua, excesiva presión sobre aguas superficiales y subterráneas, generación de residuos dañinos, etc.

Una de las alternativas para aspirar a una agricultura sustentable es la ecoinnovación, que corresponde a aquella innovación que reduce el impacto ambiental. Mediante este camino, es factible imaginar que las empresas que realicen esta actividad productiva la ejecuten de manera más eficiente, lo que debiese traducirse en un mayor resguardo del medioambiente y de la calidad de vida de las sociedades y comunidades que habiten en las zonas de operaciones, así como en un aumento de la productividad.

Teniendo estos elementos en consideración, el objetivo de este informe es proveer a las partes interesadas (Estado, empresas privadas, comunidades, tomadores de decisiones, entre otras) de información de relevancia en el ámbito de la eco-innovación en el rubro de la agricultura. En particular, este informe contempla identificar, a partir de diversos estudios científicos, los principales factores impulsores y obstaculizadores para la eco-innovación, así como las tendencias que se han observado para el caso chileno. De igual forma, se ofrecen algunas sugerencias con miras a aumentar el potencial de eco-innovación para la industria agrícola de Chile.

En específico, se destaca el efecto positivo de elementos tales como el ahorro de costos, los factores de mercado y el tamaño de las empresas, sobre la eco-innovación en la agricultura chilena. Asimismo, se analiza el rol de los factores regulatorios y su reducido impacto en cuanto a prácticas eco-innovadoras en la agroindustria local. Respecto del uso del agua, en particular, se destaca el rol positivo que tienen las iniciativas relacionadas con un uso más eficiente de los escasos recursos hídricos, así como mejores y más eficientes técnicas de irrigación. También la expansión de las áreas de irrigación, acompañadas del uso sustentable del agua, podrían ayudar a hacer frente de manera efectiva a la crisis por estrés hídrico, promoviendo y asegurando la seguridad hídrica del país.

La eco-innovación ha sido ampliamente estudiada en el sector manufacturero en países desarrollados, pero no ha recibido tal tratamiento en industrias como la agrícola, ni en países en vías de desarrollo como Chile. Por lo mismo, esta serie reviste de la utilidad de entregar información técnico-científica de una temática de relevancia práctica para la productividad de las empresas, el medioambiente, y la economía, que no ha sido revisada anteriormente a cabalidad para casos como el de la agroindustria chilena.



CONTEXTO DE LA AGRICULTURA CHILENA

Chile es un país en vías de desarrollo que se caracteriza por un alto predominio de actividades extractivas de *commodities* o materias primas, en industrias tales como la forestal, minera, pesquera, pecuaria, y agrícola. Por consiguiente, Chile depende fuertemente de sus recursos naturales, de la disponibilidad de los mismos, y de su extracción y explotación eficaz y eficiente (Figueroa y Calfucura, 2003; Calzadilla *et al.*, 2013).

Debido a la naturaleza de las actividades económicas predominantes, es posible declarar que se trata de una economía sensible, vulnerable y dependiente en términos medioambientales, especialmente considerando los efectos adversos derivados del cambio climático y del calentamiento global. De igual forma, las industrias primarias de la economía chilena, incluyendo la agricultura, generan un impacto significativo a nivel medioambiental (Figueroa y Calfucura, 2003).

En los últimos años, Chile ha atravesado numerosos hitos climatológicos relacionados con el cambio climático y al calentamiento global. El país ha debido enfrentar una serie de desafíos, algunos asociados al estrés hídrico (Fernández *et al.*, 2023), otros a cambios en el uso del suelo y, en general, al desarrollo de procesos productivos sustentables. Estos desafíos han sido especialmente patentes en sectores tales como la agroindustria, principalmente debido a la escasez hídrica y a la necesidad de desarrollar o implementar métodos de producción sustentables.

Por lo anterior, la urgencia de lograr una industria agrícola sustentable es fundamental tanto para la seguridad alimentaria del país, como para su crecimiento y posterior desarrollo económico. Asimismo, el esfuerzo por alcanzar este tipo de objetivos se volvió aún más patente a partir del año 2015, con la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable, por parte de todos los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Por ello, la innovación con miras al desarrollo de la actividad de forma sustentable se hace patente.

En relación con la innovación en términos generales, Chile se ubica en el puesto 52 de 132 economías a nivel global, según el Índice Global de Innovación del año 2023, y de acuerdo a la Figura 1, alcanza el puesto 35 entre

los 38 países de la OCDE, solo superando a México, Colombia y Costa Rica (WIPO, 2023). Esto denota un tremendo desafío para el país, y si se trata de eco-innovación, el desafío es aún mayor.

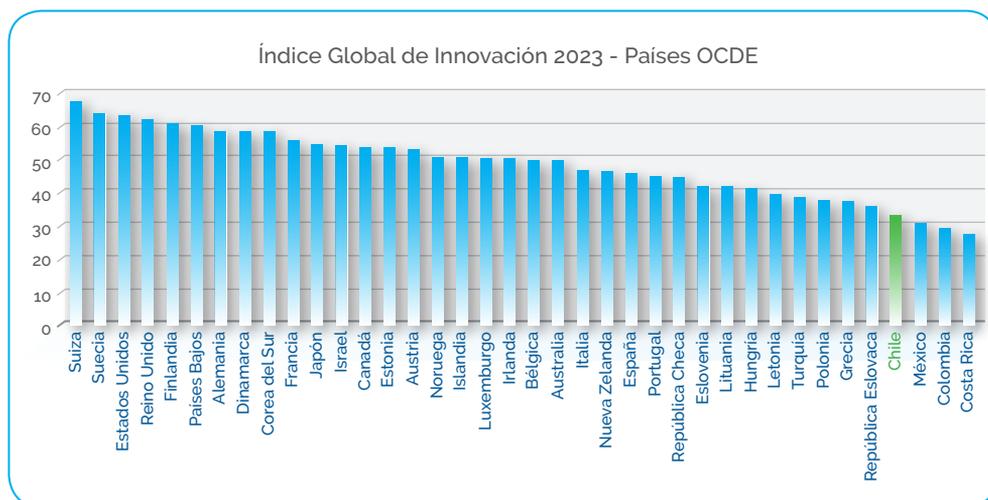


Figura 1.

Índice Global de Innovación de Chile entre países de OCDE, 2023.

Fuente: Elaboración propia con datos de WIPO (2023).

Por lo anterior, para potenciar la eco-innovación en el sector, es relevante identificar los principales determinantes de la misma, así como el rol que cumplen las instituciones. En este sentido, el gobierno de Chile juega un rol importante en cuanto a la promoción de la innovación y en particular de la eco-innovación mediante el diseño y promulgación de políticas públicas, regulaciones y apoyo financiero a iniciativas asociadas a este objetivo. Así, instancias tales como los Proyectos de Innovación de Interés Privado para la Agricultura, en el marco de los Programas de Investigación Asociativa (PIA) o el diseño, desarrollo y promoción de la Estrategia de Sustentabilidad para la Industria Agroalimentaria, tienen una importancia vital y un tremendo potencial de impacto en cuanto al fomento de la eco-innovación en la agricultura nacional.

Por consiguiente, la eco-innovación es esencial para el desarrollo de una agroindustria sustentable, la que a su vez reviste de una importancia fundamental para la seguridad alimentaria de un Estado y, dependiendo del modelo de desarrollo, para su crecimiento y posterior desarrollo económico (Blakeney, 2022). Todos estos elementos dan muestra de la importancia y urgencia que el desarrollo de la eco-innovación reviste para el Estado de Chile, siendo ésta una estrategia clave para la resiliencia futura en materias alimentarias, económicas y en general, de desarrollo y calidad de vida.

Un adecuado entendimiento de los determinantes de la eco-innovación permitiría que las diversas partes interesadas en las operaciones de las empresas de la agroindustria (*stakeholders*) desarrollen estrategias que promuevan la agricultura sustentable, haciendo frente a los complejos desafíos medioambientales del país.

ECO-INNOVACIÓN: ¿EN QUÉ CONSISTE?

La eco-innovación está relacionada con la manera en la que las empresas desarrollan y aplican nuevos productos, procesos, cambios organizacionales y estrategias de marketing que se traduzcan en reducciones considerables al impacto ambiental de sus operaciones y actividades extractivas o productivas. En términos conceptuales, puede ser entendida como *la producción, asimilación o explotación de un producto, proceso productivo, servicio o gestión o método de negocios, que sea novedoso para la organización que la está desarrollando o adoptando, lo que se traduce en una disminución del riesgo medioambiental, de la contaminación y de otros impactos negativos del uso de recursos (incluyendo la energía), a lo largo del ciclo de vida de la empresa, al ser comparado con alternativas plausibles y relevantes* (Kemp y Pearson, 2007).

Dependiendo de su naturaleza, los distintos esfuerzos eco-innovadores llevados a cabo por las empresas pueden clasificarse de distintas maneras. Para los efectos de este informe, las actividades eco-innovadoras serán clasificadas en eco-innovación en los productos o bien eco-innovación en los procesos (MINCIENCIA, 2021):

- a) **Eco-innovación en los productos:** Dice relación con el desarrollo de nuevos productos o servicios, o bien con mejoras de los ya existentes y que permiten reducir el impacto en el medio ambiente.
- b) **Eco-innovación en los procesos:** Dice relación con las innovaciones en lo que respecta a los procesos extractivos y productivos de la empresa en cuestión, sea mediante la generación de nuevos procesos o a través de la optimización de los procesos ya existentes, de tal manera de reducir el impacto en el ambiente.

Sin perjuicio de la naturaleza de la eco-innovación llevada a cabo por las empresas, lo relevante es que éstas deben estar dirigidas hacia la disminución del impacto ambiental derivado de las operaciones regulares de la organización. Asimismo, la eco-innovación juega un rol fundamental en el proceso de transición hacia una economía sustentable, tanto a nivel empresa, industria, mercado y/o economía. Mediante este tipo de prácticas, las empresas pueden asegurarse el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, al mismo tiempo que les permite obtener ventajas competitivas asociadas a la satisfacción de demandas incrementales de parte de la ciudadanía, por productos y servicios medioambientalmente amigables.

¿CUÁLES SON LOS DETERMINANTES DE LA ECO-INNOVACIÓN?

Los diversos estudios que han sido realizados en torno a esta temática han identificado una serie de factores que inciden en la adopción de prácticas eco-innovadoras por parte de las empresas. Muchos de ellos coinciden con los factores asociados a la innovación general, pero algunos se destacan en forma particular.

En general, los factores que aceleran la eco-innovación se pueden clasificar en cuatro categorías: i) factores tecnológicos (o del lado de la oferta); ii) factores de mercado (o del lado de la demanda); iii) factores regulatorios o de políticas públicas; y iv) factores específicos de la empresa (Rennings, 2000; Horbach, 2008; Liao y Liu, 2021).

A continuación, se entrega una lista de los distintos elementos que han demostrado tener un efecto acelerador de la eco-innovación a nivel empresarial. No obstante, es importante destacar que la mayor parte de los estudios corresponde a países desarrollados y al sector manufacturero.

1) Factores tecnológicos:

Relacionados con la oferta, usualmente asociados con las capacidades y los recursos internos de las empresas. Entre estos se incluyen:

- a) **Actividades de I+D:** Los esfuerzos de I+D son cruciales para la generación de nuevo conocimiento y de nuevas tecnologías en el mundo empresarial.
- b) **Actividades no asociadas a I+D:** Se refiere a la transferencia tecnológica mediante la incorporación de nuevas maquinarias, la adopción de nuevos softwares y la adquisición de patentes (Pagés, 2010; Sanni, 2018; Fernández *et al.*, 2021).
- c) **Desarrollo de redes y cooperación:** Relacionado con la colaboración con otras entidades empresariales, pero también con universidades o centros de conocimiento y con instituciones de investigación científica (De Marchi, 2012; del Río *et al.*, 2016; Zubeltzu-Jaka *et al.*, 2018).
- d) **Innovación organizacional:** Vinculada con la implementación de nuevas prácticas de negocios y nuevos métodos de organización del trabajo por parte de las empresas (Horbach, 2008; Horbach, 2016; Sanni, 2018).
- e) **Medidas de ahorro de costos:** Asociada a la adopción de tecnologías verdes o más limpias, lo que se traduce en una reducción de costos para la empresa (Horbach, 2008; Horbach *et al.*, 2012; Biscione *et al.*, 2021).
- f) **Experiencia pasada en innovación:** Vinculada con el hecho que empresas que hayan realizado esfuerzos innovadores en el pasado, tienen una mayor probabilidad de realizar actividades de eco-innovación (Horbach, 2008; De Marchi, 2012).

2) Factores de mercado:

Vinculados con la demanda que incentiva a las empresas a innovar. Entre ellos se reconocen:

- a) **Concientización y presión de los clientes:** Relacionado con el aumento en la demanda por más productos sustentables por parte de los consumidores (Horbach, 2008; Biscione *et al.*, 2021; Liao y Liu, 2021).

- b) **Participación de mercado y competitividad:** Asociada con un aumento en la participación de mercado por parte de una empresa y por consiguiente, en su grado de competitividad (Fernández *et al.*, 2021; Martínez-Azúa y Sama-Berrocal, 2022).
- c) **Conducta exportadora:** Relacionada con la manera en la que las empresas acceden a nuevos mercados y por lo mismo, aumentan sus ganancias (Pinget *et al.*, 2015; Peñasco *et al.*, 2017).

3) Factores regulatorios o de políticas públicas:

Están vinculados con el efecto que distintos arreglos a nivel institucional pueden tener sobre los ambientes corporativos, haciéndolos más conducentes a la eco-innovación. Es posible incluir:

- a) **Regulaciones medioambientales:** Asociadas con leyes y regulaciones que imponen mandatos a las empresas o que fomentan la protección medioambiental (Hojnik y Ruzzier, 2016).
- b) **Políticas públicas:** Vinculadas con diversas iniciativas institucionales para fomentar actitudes eco-innovadoras mediante herramientas tales como subsidios, descuentos impositivos y financiamiento público (Horbach, 2008; Peñasco *et al.*, 2017; Zubeltzu-Jaka *et al.*, 2018).

4) Factores específicos de las empresas:

Son aquellas características inherentes a cada organización, que pueden influenciar su propensión a adoptar actitudes o estrategias eco-innovadoras. Entre ellas se destacan:

- a) **Tamaño de la empresa:** Sin perjuicio del parámetro utilizado para evaluar el tamaño de las empresas, suele considerarse que a medida que el tamaño de las organizaciones aumenta, éstas manifiestan una mayor tendencia hacia la eco-innovación (Carrillo-Hermosilla *et al.*, 2009; Zubeltzu-Jaka *et al.*, 2018).
- b) **Edad o antigüedad de la empresa:** Si bien existen estudios al respecto, la relación entre esta característica organizacional y su tendencia en materias de eco-innovación es incierta (Zubeltzu-jaka *et al.*, 2018; Fernández *et al.*, 2021).

¿CUÁLES SON LOS OBSTÁCULOS O INHIBIDORES DE LA ECO-INNOVACIÓN?

En línea con lo establecido para los aceleradores de la eco-innovación, existe una serie de estudios que se han remitido a la revisión de algunos de los factores que inhiben u obstaculizan la adopción de conductas eco-innovadoras por parte de las empresas. Dentro de estos factores se encuentran:

1) Barreras financieras:

Dicen relación con la manera en la que algunos elementos financieros pueden incidir en las empresas y en la propensión de las mismas para la adopción de la eco-innovación, desincentivándola (Cuerva *et al.*, 2014; Aloise y Macke, 2017). Se reconocen principalmente:

- a) **Costos elevados:** Vinculados con los elevados costos asociados a los esfuerzos en materia de eco-innovación, los que pueden traducirse en efectos prohibitivos.
- b) **Falta de acceso a financiamiento:** Se relaciona con situaciones en las que las organizaciones enfrentan dificultades para obtener financiamiento de distintas fuentes.

2) Barreras de conocimiento:

Relacionadas con la manera en la que ciertas complejidades cognitivas o asociadas al conocimiento pueden traer para la adopción de iniciativas eco-innovadoras por parte de las empresas (Horbach *et al.*, 2013; Pellegrino, 2018). Entre ellas se pueden reconocer:

- a) **Vacios de conocimiento:** Vinculados con la carencia de información, experticia, y/o conocimiento técnico relacionado con las diversas prácticas eco-innovadoras.
- b) **Incertidumbre tecnológica:** Relacionada con sensaciones de incertidumbre en cuanto a los efectos, en lo que respecta a la posible efectividad y a la eficiencia, de la adopción de nuevas tecnologías.

3) Barreras de mercado:

Asociadas con ciertas características del mercado y de la industria respectiva, que de alguna manera u otra pueden traducirse en inhibidores de actitudes eco-innovadoras por parte de las empresas (Aloise y Macke, 2017; Pellegrino, 2018; Bitencourt *et al.*, 2020). Es posible considerar:

- a) **Competencia de mercado:** Relacionada con el grado de competitividad de un mercado determinado. En situaciones en las que un mercado determinado es altamente competitivo, es posible que la disponibilidad de recursos para esfuerzos de eco-innovación sea limitada, por lo que ésta se vería desincentivada.
- b) **Incertidumbre en la demanda:** Vinculada con el grado de certidumbre o incertidumbre de la demanda de productos y/o servicios sustentables y/o eco-innovadores en un mercado determinado. En caso de ser elevada, es posible que las empresas se vean desincentivadas de invertir en eco-innovación.

4) Barreras institucionales:

Dicen relación con el complejo arreglo institucional que estructura el desenvolvimiento y las operaciones de las empresas, así como la serie de consecuencias que éste puede traer para el funcionamiento de las mismas, algo especialmente relevante en caso de que existan instituciones específicas en materias medioambientales, de sustentabilidad y/o de eco-innovación. Entre ellas se reconocen:

- a) **Complejidad regulatoria:** Está vinculada con la manera en la que estructuras regulatorias excesivamente complejas, así como cambios en cuanto a la estructura regulatoria, pueden generar incertidumbre para las empresas, desincentivando los esfuerzos de eco-innovación.
- b) **Trabas institucionales y ausencia de apoyos:** Se relaciona con la manera en la que un entramado institucional puede carecer de instrumentos de apoyo o de incentivo a conductas eco-innovadoras, tanto a nivel de instituciones formales como en cuanto a políticas públicas, así como con la presencia de trabas institucionales a los procesos de eco-innovación.



ESTADO ACTUAL DE LA ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA EN CHILE

Para analizar el caso específico de Chile, hemos empleado los datos provenientes de la Encuesta Nacional de Innovación, basada en la Encuesta de Innovación Comunitaria de Eurostat y el Manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2018). Esta encuesta proporciona información sobre el comportamiento innovador de las empresas chilenas de los distintos sectores económicos, incluyendo el agrícola.

Específicamente, analizamos las últimas cuatro versiones, que cubren el periodo 2013-2020, y que se traduce en un total de 1,291 empresas del sector agrícola, de las cuales 215 empresas indicaron haber introducido alguna innovación tecnológica en producto y/o proceso. De estas últimas, se identificaron 128 empresas como eco-innovadoras. En la Tabla 1, se describen las empresas.

Tabla 1.

Características de empresas chilenas del sector agrícola. Muestra periodo 2013-2020.

	Empresas Innovadoras		Empresas no Innovadoras	TOTAL
	Eco innovación	Otra no-ecoinnovación		
N° total de empresas	128	87	1,076	1,291
N° empresas Pyme	82	69	878	1,029
Años de antigüedad promedio	22.1	20.6	21.3	21.3
N° empresas exportadoras	35	26	148	209
N° empresas en redes	31	14	116	161
N° empresas que hacen innovación organizacional	44	29	13	86
N° empresas con unidad formal I+D	18	5	16	39

La muestra de empresas agrícolas descritas en la Tabla 1 se caracteriza por los siguientes aspectos:

- **Tamaño:** El 80% de las empresas caen en la categoría de pequeñas y medianas empresas (Pymes). Si se toma en consideración solamente las empresas que indican haber desarrollado eco-innovación, esta proporción cae a 64%.
- **Edad:** La antigüedad promedio de las empresas estudiadas es de 21 años.
- **Comportamiento exportador:** Una pequeña proporción de las empresas estudiadas (16%) exporta sus productos. En el caso de las eco-innovadoras, el 29% de las empresas adopta conductas exportadoras.
- **Pertenencia a redes:** el 11% de las empresas que no son eco-innovadoras son parte de redes empresariales, mientras que el 21% de las empresas eco-innovadoras pertenecen a este tipo de grupos.
- **Innovación organizacional:** el 34% de las empresas eco-innovadoras han innovado en materias organizacionales, mientras que únicamente el 1% de las empresas no eco-innovadoras incurrió en este tipo de actividades.
- **Unidades o departamentos de I+D:** Una pequeña proporción de las empresas posee unidades formales de I+D (3%). El 14% de las empresas eco-innovadoras posee este tipo de departamentos.
- **Del total de empresas estudiadas, únicamente 56 de ellas (4,34%) han solicitado instrumentos para financiar las actividades de innovación. De estas empresas, 18 no realizaron actos de innovación. De las 38 empresas restantes, únicamente 24 desarrollaron actividades de eco-innovación (1,86% del total de empresas estudiadas).**
- **La gran mayoría de los instrumentos de financiamiento fueron solicitados a CORFO, seguida de FIA y luego otras fuentes de financiamiento, destacándose la CNR.**

A través de modelos estadísticos, hemos examinado los principales factores que llevan a las empresas agrícolas innovadoras a desarrollar eco-innovación. Así también, identificar los principales impulsores y barreras para la eco-innovación o la innovación general en comparación con la decisión de la empresa de no realizar ninguna innovación tecnológica en el sector agrícola.

Dentro de los principales aceleradores para la eco-innovación en la agricultura chilena, comparada con la innovación general, destacan:

- La adquisición de conocimiento externo (a través de patentes, licencias, o know-how) y el ahorro de costos, por el lado de la oferta.
- La penetración en nuevos mercados o el aumento en la participación actual y la expansión del rango de productos; por el lado de la demanda.
- El tamaño de las empresas, específicamente, las empresas de mayor tamaño tienden a ser más eco-innovadoras que sus contrapartes más pequeñas, lo que se podría explicar por una mayor disponibilidad de recursos y de capacidades técnicas.

Un resultado interesante es que ninguna de las variables asociadas a la regulación resultó ser estadísticamente significativa al momento de distinguir empresas eco-innovadoras de empresas que realizan otro tipo de innovación, lo que plantea importantes desafíos para las autoridades.

En cuanto a la decisión de realizar eco-innovación versus otra innovación o no innovar, la experiencia pasada y las expectativas de eco-innovar a futuro son importantes determinantes, al igual que el desarrollar innovación organizacional. No se encontró evidencia de importantes obstaculizadores de la eco-innovación, aunque el principal obstáculo a la innovación general es el relacionado a los costos.

ESTRATEGIAS PARA EL FOMENTO DE LA ECO-INNOVACIÓN EN CHILE

Teniendo en consideración los diversos argumentos y datos ya revisados, es relevante comenzar refiriéndose al rol del agua en la agroindustria chilena y a la manera en la que pueden incentivarse estrategias de eco-innovación en torno a este recurso. La Ley N°18.450 del año 1985 contempla una serie de mecanismos institucionales asociados al mejoramiento de los sistemas de riego y de drenaje, incluyendo el uso sostenible del agua. Entre ellos, se encuentran una serie de incentivos estatales asociados a la promoción seguridad hídrica, de la eficiencia en el uso de la misma, de la expansión de las áreas de irrigación y de una mejora de los sistemas y

procesos de irrigación, colaborando así con la seguridad alimentaria y facilitando la adaptación general al cambio climático, mediante la promoción del desarrollo rural sostenible y de la conservación de ecosistemas.

Todavía más, se destaca que aquellas iniciativas que involucren objetivos medioambientales, tales como el ahorro en el uso y el uso eficiente de agua, la reutilización de agua residual, la conservación de la biodiversidad, del suelo y de las fuentes de agua y soluciones basadas en la naturaleza, se verán premiadas. Por consiguiente, los instrumentos institucionales establecidos en esta ley pueden ser utilizados como una plataforma interesante para fomentar y acelerar la eco-innovación en el sector agrícola, mediante procesos de facilitación de información y capacitación a empresas de la agroindustria respecto de estas temáticas y las herramientas que permitirían enfrentarlas de mejor manera, así como de los potenciales beneficios derivados de mecanismos institucionales.

Siguiendo esta lógica, el hecho de que el segundo sector con un mayor porcentaje de innovaciones en los procesos productivos (33,8%) fuera el de la electricidad, el agua, el gas y los desechos (MINCIENCIA, 2021) se convierte en una oportunidad para impulsar iniciativas de eco-innovación asociadas al uso del agua.

A continuación, se propone una lista con una serie de posibles estrategias para fomentar el desarrollo de iniciativas eco-innovadoras en la industria agrícola en Chile. Se espera que, mediante la aplicación de este tipo de iniciativas, se empuje y acelere la adopción de conductas eco-innovadoras por parte de las empresas chilenas de la agroindustria.

1) Aumentar el acceso a financiamiento público:

Se sugiere aumentar la toma de conciencia, por parte de las empresas, de la disponibilidad de recursos financieros estatales de distinta naturaleza, asociados al incentivo de la eco-innovación. Asimismo, se sugiere simplificar los procesos de postulación a dichos fondos. Esta combinación permitiría eliminar barreras de conocimiento, barreras institucionales y barreras financieras, convirtiendo a la eco-innovación en una práctica mucho más accesible para las distintas empresas del rubro de la agricultura, sin perjuicio de sus características particulares.

De los resultados observados se hace indispensable identificar los motivos por los que las empresas agrícolas no acceden al financiamiento público disponible o no usan los incentivos tributarios para el desarrollo de innovación.

2) Apoyo a la pequeña y mediana empresa (Pymes):

Se propone el desarrollo de mecanismos específicos a este tipo de organizaciones, con miras a asistirles en la superación de las distintas barreras existentes para la eco-innovación. Se espera que la entrega de asesoría y apoyo personalizado ayude a empresas de menor tamaño a adoptar prácticas económicas sustentables, considerando que el análisis realizado muestra que las empresas de mayor tamaño tienen mayor probabilidad de eco-innovar.

3) Promover la expansión de mercado:

Se recomienda fomentar estrategias empresariales orientadas al desarrollo del mercado y no únicamente dirigidas al desarrollo de la organización en sí misma. Además, se recomienda la diversificación de la cartera de productos. El apoyar a las empresas en la expansión de su participación de mercado podría impulsar la eco-innovación mediante la creación de demanda de productos sustentables.

4) Enfocarse en actividades de innovación no correspondiente a I+D:

Se promueve reconocer e incentivar actividades no correspondientes a I+D, tales como la transferencia de tecnologías y conocimientos. Esta aproximación a la eco-innovación podría volverla más inclusiva, al hacerla más accesible a empresas con capacidades limitadas en cuanto a I+D y con recursos limitados.

5) Cambios regulatorios:

Se sugiere implementar cambios en las regulaciones, inclinándolas hacia los incentivos para la eco-innovación. Se espera que, mediante la racionalización de las regulaciones y la generación de lineamientos claros y consistentes, se genere un efecto de reducción en la incertidumbre y, por lo mismo, se incentive a las empresas a invertir en prácticas sustentables.

6) Mejora en la distribución del conocimiento y la colaboración:

Se propone facilitar los mecanismos para compartir el conocimiento asociado a la eco-innovación y fomentar la colaboración entre las diversas empresas, instituciones académicas, de investigación y cuerpos gubernamentales. Asimismo, se espera que la creación de plataformas de cooperación permita superar barreras de conocimiento y acelerar la eco-innovación.

7) Fortalecimiento del apoyo institucional:

Se recomienda desarrollar y fortalecer el entramado institucional asociado al apoyo y al fomento de la eco-innovación. La entrega de marcos institucionales robustos, que promuevan actitudes eco-innovadoras, podría generar un ambiente facilitador de prácticas sustentables, propenso para la adopción de este tipo de actitudes.

CONCLUSIONES

Los principales determinantes de la eco-innovación en empresas agrícolas chilenas son el ahorro de costos, la adquisición de conocimiento externo, los factores de mercado, y el tamaño de las empresas. Los factores regulatorios tienen un impacto limitado, destacándose la necesidad de una mejor distribución y accesibilidad a recursos públicos. Pese a que las empresas eco-innovadoras perciben estos esfuerzos como oportunidades para disminuir su esquema de costos, las limitantes financieras siguen siendo un obstáculo relevante para las actividades de innovación.

Por consiguiente, en cuanto a políticas públicas para incentivar de manera efectiva la eco-innovación, se vuelve esencial mejorar la accesibilidad a financiamiento público, apoyar a las Pymes, promover la expansión de mercado, poner el foco en innovación no correspondiente a I+D, generar cambios regulatorios, mejorar la manera en la que se comparte el conocimiento y la colaboración entre actores y fortalecer el apoyo institucional a las empresas. Asimismo, se sugiere fomentar futuras investigaciones que se centren en la utilización de encuestas detalladas que permitan recopi-

lar información asociada a conductas eco-innovadoras, investigando los desafíos y las oportunidades en materias de eco-innovación para los agricultores de pequeña escala, explorando además el impacto del cambio climático y del calentamiento global en las decisiones innovadoras e identificando la combinación óptima de instituciones y políticas públicas para fomentar la eco-innovación.

Mediante la realización de este tipo de esfuerzos, se espera que el Estado de Chile y la compleja red de *stakeholders* que se cierne bajo las empresas que componen la agroindustria, generen un entorno que fomente y facilite la adopción de estrategias de eco-innovación por parte de las empresas chilenas. De esta manera, es factible visualizar un escenario en el que las actividades extractivas sean realizadas con un menor impacto ambiental y de manera más eficiente, mitigando así los efectos perniciosos de la actividad económica para el medioambiente y amortiguando, hasta cierto punto, las consecuencias negativas derivadas del cambio climático y del calentamiento global.



REFERENCIAS

- Aloise, P. G., & Macke, J. 2017. Eco-innovations in developing countries: The case of Manaus Free Trade Zone (Brazil). *Journal of Cleaner Production*, 168, 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.212>
- Biscione, A., Caruso, R., & de Felice, A. 2021. Environmental innovation in European transition countries. *Applied Economics*, 53(5), 521-535. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1808185>
- Bitencourt, C. C., de Oliveira Santini, F., Zanandrea, G., Froehlich, C., & Ladeira, W. J. 2020. Empirical generalizations in eco-innovation: A meta-analytic approach. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118721>
- Blakeney, M. 2022. Agricultural innovation and sustainable development. *Sustainability*, 14(5), 2698. <https://doi.org/10.3390/su14052698>
- Calzadilla, A., Rehdanz, K., Betts, R., Falloon, P., Wiltshire, A., & Tol, R. S. J. 2013. Climate change impacts on global agriculture. *Climatic Change*, 120(1), 357-374. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0822-4>
- Carrillo-Hermosilla, P. R. del González, & T. Könnölä (Eds.). 2009. Eco-Innovation: When Sustainability and Competitiveness Shake Hands (pp. 28-50). London: Palgrave Macmillan UK.
- Cuerva, M. C., Triguero-Cano, Á., & Córcoles, D. 2014. Drivers of green and non-green innovation: Empirical evidence in Low-Tech SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 68, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>
- De Marchi, V. 2012. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 41(3), 614-623. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>

- Del Río, P., Peñasco, C., & Romero-Jordán, D. 2016. What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2158-2170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.009>
- Fernández, S., Torrecillas, C., & Labra, R. E. 2021. Drivers of eco-innovation in developing countries: The case of Chilean firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120902. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120902>
- Fernández, F. J., Vásquez-Lavin, F., Ponce, R. D., Garreaud, R., Hernández, F., Link, O., Hanemann, M. 2023. The economics impacts of long-run droughts: Challenges, gaps, and way forward. *Journal of Environmental Management*, 344, 118726. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118726>
- Figueroa, E. B., & Calfucura, E. T. 2003. Growth and green income: Evidence from mining in Chile. *Resources Policy*, 29(3), 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2004.08.003>
- Hojnik, J., & Ruzzier, M. 2016. What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.006>
- Horbach, J. 2008. Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37(1), 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>
- Horbach, J. 2016. Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.09.005>
- Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. 2012. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact—The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78, 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>

- Horbach, J., Oltra, V., & Belin, J. 2013. Determinants and specificities of eco-innovations compared to other innovations—An econometric analysis for the French and German industry based on the Community Innovation Survey. *Industry and Innovation*, 20(6), 523-543. <https://doi.org/10.1080/13662716.2013.833375>
- Kemp, R., & Pearson, P. 2007. Final report MEI project about measuring eco-innovation. Disponible en: <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>
- Liao, Z., & Liu, Y. 2021. What drives environmental innovation? A meta-analysis. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1852-1864. <https://doi.org/10.1002/bse.2720>
- Martínez-Azúa, B. C., & Sama-Berrocá, C. 2022. Objectives of and barriers to innovation: How do they influence the decision to innovate? *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 134. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030134>
- MINCIENCIA. 2021. Encuesta Nacional de Innovación (ENI) 2019-2020. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Chile. Disponible en: <https://api.observa.minciencia.gob.cl/api/datosabiertos/download/?uuid=563d9ee9-bf86-4cd0-986c-82fb6a3abade&filename=2019-2020-ENI-presentacion-de-resultados.pdf>
- Pagés, C. 2010. The Importance of Ideas: Innovation and Productivity in Latin America. In C. Pagés (Ed.), *The Age of Productivity: Transforming Economies from the Bottom Up* (pp. 223-255). New York: Palgrave Macmillan US.
- Pellegrino, G. 2018. Barriers to innovation in young and mature firms. *Journal of Evolutionary Economics*, 28(1), 181-206. <https://doi.org/10.1007/s00191-017-0538-0>

- Peñasco, C., del Río, P., & Romero-Jordán, D. 2017. Analysing the role of international drivers for eco-innovators. *Journal of International Management*, 23(1), 56-71. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2016.09.001>
- Pinget, A., Bocquet, R., & Mothe, C. 2015. Barriers to environmental innovation in SMEs: Empirical evidence from French firms. *Man@agement*, 18(2), 132-155. <https://doi.org/10.3917/mana.182.0132>
- Rennings, K. 2000. Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32(2), 319-332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)
- Sanni, M. 2018. Drivers of eco-innovation in the manufacturing sector of Nigeria. *Technological Forecasting and Social Change*, 131, 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.007>
- WIPO. 2023. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. World Intellectual Property Organization (WIPO). DOI:10.34667/tind.48220
- Zubeltzu-Jaka, E., Erauskin-Tolosa, A., & Heras-Saizarbitoria, I. 2018. Shedding light on the determinants of eco-innovation: A meta-analytic study. *Business Strategy and the Environment*, 27(7), 1093-1103. <https://doi.org/10.1002/bse.2054>



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
ANID/FONDAP/1523A0001



Universidad de Concepción



SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM



ECO-INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA CHILENO Y SUS DETERMINANTES



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

