

Análisis de cadenas agroalimentarias en Chile y oportunidades por el uso de tecnologías limpias por PYMES

Reporte Actividades 2,3, y 4



Este reporte fue preparado por IQonsulting y Carbon Trust



iQonsulting es una empresa privada de consultoría e inteligencia de mercado especializada en el negocio de productos del agro. La empresa fue fundada por Isabel Quiroz y comenzó sus operaciones en julio de 2008. Desde su inicio iQonsulting se centró en el trabajo de investigación y análisis generando indicadores, información y estudios a agentes públicos y privados. Actualmente los estudios incluyen áreas de Identificación de nichos de mercado, Proyección de mercado y Sustentabilidad.



Carbon Trust es una empresa privada sin fines de lucro, que funciona como socio independiente y asesor experto de organizaciones alrededor del mundo, apoyándolas en el uso más eficiente de los recursos naturales en sus decisiones diarias, sus procesos y sus operaciones. Tenemos más de 180 empleados que trabajan en todo el mundo desde nuestras oficinas en el Reino Unido, China, México y Sudáfrica.

Octubre 2018

Isabel Quiroz

Directora Ejecutiva, IQonsulting
Isabel@iqonsulting.com

Josefina Hernández

Analista, IQonsulting
Josefina@iqonsulting.com

Daniel Perdomo Rodríguez

Director Asociado, The Carbon Trust
Daniel.Perdomo-Rodriguez@carbontrust.com

Lisa Lafferty

Associate, The Carbon Trust
Lisa.Lafferty@carbontrust.com

Contenido

Contenido	3
1. Introducción y objetivos	4
2. Priorización de sectores.....	10
3. Identificación de los puntos críticos ambientales en las cadenas agrícolas priorizadas	18
4. Identificación de Tecnologías	32
5. Barreras que impiden la implementación de las tecnologías limpias en Chile	64
Anexo 1.....	72
Anexo 2.....	77
Anexo 3:.....	79
Anexo 4	87
Anexo 5	88
Anexo 6: Tablas de análisis de la facilidad de implementación de tecnologías no seleccionados.....	94
Anexo 7: Puntaje de Facilidad de Implementación	104
6. Bibliografía	105

INDICE DE FIGURAS, DIAGRAMAS Y TABLAS

Figura 1 Definición de PYME según ODEPA / SOFOFA.	5
Tabla 1 Indicadores ejercicio de priorización.....	10
Tabla 2 Ejercicio de priorización, comparación de indicadores claves por agro-cadenas	13
Tabla 3 Tecnologías bovino leche - producción primaria.....	33
Tabla 4 Tecnologías bovino leche y carne – Producción Primaria (cría de ganado)	34
Tabla 5 Tecnologías bovino-carne procesamiento	36
Tabla 6 Tecnologías Agro- cadenas (frutas, viñas, hortalizas y cultivos anuales)	36

1. Introducción y objetivos

Antecedentes y fundamento del proyecto

La comunidad global se reunió en la COP21 para firmar el Acuerdo de París. En dicho evento, se reconoció el desafío y las amenazas que el cambio climático ha generado, por lo que se trabajará conjuntamente en acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Como parte de este proceso, Chile presentó y ratificó su compromiso de reducir en un 30% su intensidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por Producto Interno Bruto (PIB) al año 2030, respecto al año 2007; y aumentar esta meta para reducir en 45% su intensidad de emisiones de GEI en la condición de apoyo internacional (Ministerio del Medio Ambiente, 2016)¹.

Chile es uno de los países más vulnerables al cambio climático (Ministerio del Medio Ambiente, 2016)², y ha experimentado un incremento de emisiones de GEI desde 1990. Entre 2010 y 2013 las emisiones crecieron 44% incluyendo absorciones del sector forestal, y 19% excluyéndolas. Las emisiones producidas por procesos agropecuarios representan el 13% de las emisiones del país (no incluyendo consumo energético) y son el segundo mayor emisor después del sector energético (Ministerio del Medio Ambiente, 2016)³.

Con respecto a la vulnerabilidad, se estima que el sector silvoagropecuario es uno de los más vulnerables frente los efectos del cambio climático. “Los cambios esperados en las temperaturas, precipitaciones y la alteración en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, tienen un impacto directo en la productividad y de manera indirecta en las dinámicas de empleo rural y de migración, entre otras” (Ministerio del Medio Ambiente, 2016)⁴.

En Chile, se han desarrollado planes, políticas, leyes, acciones, proyectos e iniciativas para combatir el cambio climático, incluyendo el sector agropecuario. Por ejemplo, algunas cadenas del sector han elaborado Acuerdos de Producción Limpia (APLs), que buscan mejorar las condiciones productivas y ambientales en términos de eficiencia energética e hídrica. Sin embargo, se ha observado baja incorporación de tecnologías del clima por las PYMES en el sector Agro-alimentario. Esta asistencia técnica, busca contribuir a las

¹ Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2016

² Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, 2017

³ Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2016. Es importante notar para este estudio que el 13% representa las emisiones producidas por procesos agropecuarios excluyendo consumo energético; es decir están producidas por la fermentación entérica y gestión del estiércol de la ganadería, la aplicación de urea, el encalado y emisiones de NO₂ por suelos gestionados, el cultivo de arroz, y por quema de biomasa. Así que este valor de 13% no representa el porcentaje (la participación) total de las emisiones producidas por la cadena de valor del sector agropecuario.

⁴ Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2016. Página 273.

acciones tomadas por Chile para enfrentar el cambio climático en las PYMES del sector agro-alimentario.

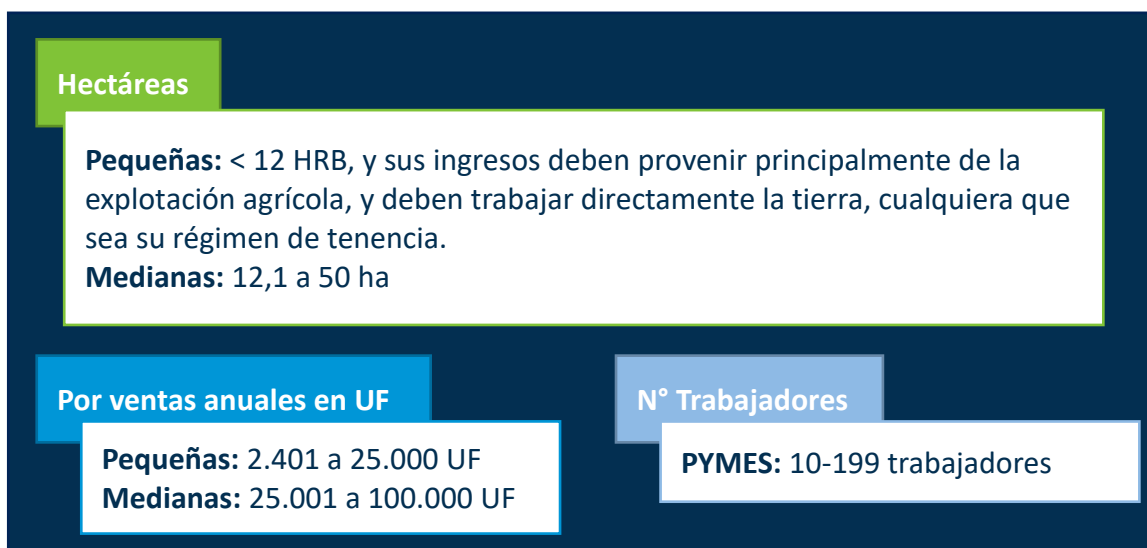
Objetivos del Proyecto

Con el fin de apoyar el logro de las metas de mitigación de Chile, este proyecto buscará soluciones para acelerar la adopción de tecnologías y comportamientos que reduzcan las emisiones de GEI en las cadenas agro-alimentarias y que ayuden a la adaptación del cambio climático. Se enfocará principalmente en soluciones dirigidas a pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Las PYMES enfrentan retos particulares para la adopción de tecnologías limpias y componen el 98,5% de todas las empresas chilenas. Una proporción importante de estas empresas se dedican a la producción y procesamiento de alimentos.

Se utilizará la definición de PYME sugerida por ODEPA: Que califica a las empresas del sector agrícola como PYME a aquellas empresas que tienen hasta 50 hectáreas de riego básico (HRB), y la definición de PYME sugerida por SOFOFA: Las cuales tienen ventas desde los 2.400 UF (\$65.498.592) hasta los 100.000 UF o \$2.729.108.000 anuales, considerando el valor de la UF al 1 de septiembre del 2018.

Figura 1 Definición de PYME según ODEPA / SOFOFA.



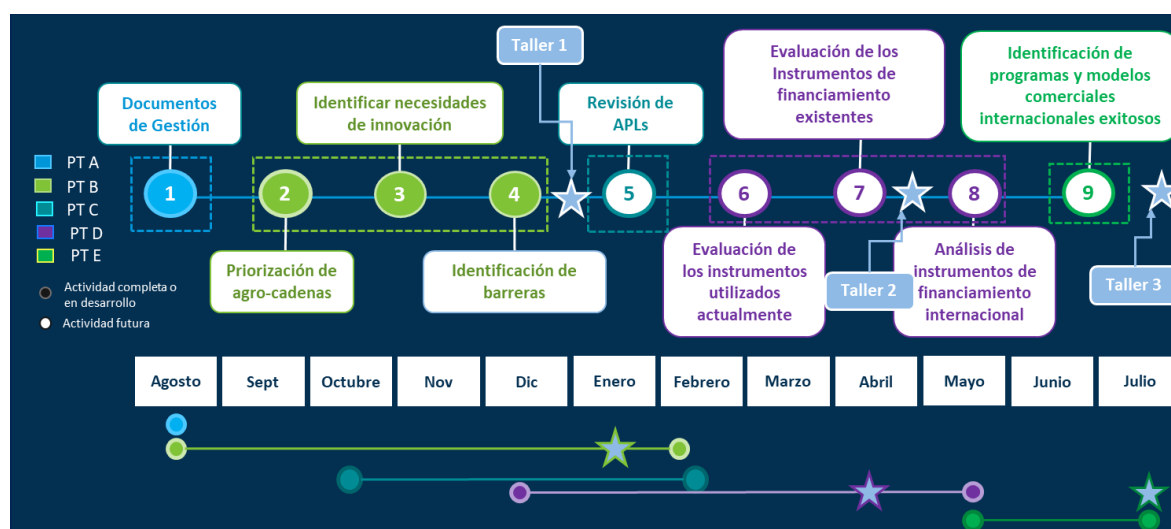
Objetivos del reporte

Para alcanzar el objetivo de esta asistencia técnica, se necesita hacer una serie de análisis y entender las barreras al uso de tecnologías del clima, con el objetivo de identificar soluciones que aborden las barreras y encontrar la mejor solución que esté alineada con

otras iniciativas del sector. El diagrama 1 resume todas las actividades y análisis que componen el proyecto.

El proyecto completo cuenta con nueve actividades en cinco paquetes de trabajo. Incluye un análisis macro de tecnologías del clima en las cadenas agroalimentarias y PYMES; una evaluación del impacto de los Acuerdos de Producción Limpia (APLs); un análisis de los instrumentos de financiamiento nacional e internacional para tecnologías limpias y disponibles a PYMES y finalmente, la síntesis de todo el análisis y las recomendaciones finales.

Diagrama 1 Plan de Actividades del proyecto



Este documento presenta un borrador con los resultados del trabajo que se ha llevado a cabo a la fecha relacionados con el primer paquete de trabajo, éstos son los siguientes:

- Análisis técnico, el cual busca priorizar las cadenas más relevantes para el estudio y asegurar que se enfoque en los sectores con una alta participación de PYMES,
- Identificación de los puntos críticos, para entender los procesos y cadenas que tienen más emisiones y más oportunidades para tener un alto impacto, incluyendo adaptación al cambio climático;
- Identificación de las tecnologías del clima que se podrían utilizar para reducir emisiones y sus co-beneficios, incluyendo beneficios en términos de adaptación al cambio climático y aumento de la competitividad.
- Identificación de las barreras que impiden que las PYMES implementen tecnologías de clima.

Contexto: resumen breve del sector silvoagropecuario en Chile

El sector silvoagropecuario de Chile ha enfrentado variados procesos de cambios, competencia y mejoramiento de los procesos productivos y comerciales en las últimas décadas. La apertura comercial de Chile al mundo ha traído consigo una gran cantidad de acuerdos comerciales con diferentes países y continentes, estimulando la expansión de la agricultura y la producción de alimentos, tanto para los mercados mundiales como para el mercado interno (ODEPA, 2015)⁵.

Así, el sector agroalimentario se ha ido constituyendo en uno de los pilares del desarrollo económico del país, y en muchos rubros contando ya con una importancia internacional.

Los principales sectores agropecuarios que se desarrollan actualmente en Chile son el sector frutícola, la agroindustria hortofrutícola, el sector vitivinícola, el sector lechero, el sector productor de carnes, el sector forestal y la industria de alimentos para salmones vinculada a insumos agrícolas.

Contribuyendo con un 3,05% del PIB nacional, el sector silvo-agropecuario es la duodécima actividad que más contribuye al PIB nacional, y cabe mencionar que su aporte se ha mantenido constante en el tiempo. Actualmente el sector silvo-agropecuario emplea al 9,1% del total de la fuerza laboral ocupada del país (ODEPA, 2017)⁶

Por otro lado, Chile concentra el 0,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del mundo, con 60 millones de toneladas de CO₂eq, según el 2º Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático (2016). A su vez, según el mismo informe las emisiones directas de CO₂eq del sector de producción primaria de cultivos y ganadería, corresponden a 14 millones de toneladas de CO₂eq aproximadamente.

Si se considera además, toda la cadena de procesos de las cadenas alimenticias, el sector silvoagropecuario se sitúa como el segundo emisor nacional, no obstante es el que ha registrado el menor incremento (Ministerio del Medio Ambiente, 2011)⁷. La mayor contribución de emisiones en la producción de cultivos se debe a la aplicación de nitrógeno como fertilizante de suelos y maquinarias, y en ganadería a la fermentación entérica y el manejo del estiércol. Sin embargo, también es importante mencionar que el sector silvo-agropecuario es el único sector que tiene la capacidad de absorber CO₂, mitigando así el efecto de las emisiones propias de la actividad, principalmente por el sector forestal, el cual es el principal capturador de carbono.

⁵ PANORAMA DE LA AGRICULTURA CHILENA, 2015.

⁶ Análisis Macrosectorial, Noviembre 2017.

⁷ 2da Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 2011.

Uno de los factores que contribuyen a las emisiones de GEI, es el consumo energético. El consumo de energía a nivel nacional ha aumentado en un 319% desde 1990 al 2013, pasando de un consumo nacional de 16.431 GWh a 68.866 GWh. Este aumento ha subido acorde con el crecimiento económico de Chile. Se estima que la agroindustria ocupa solo un 2% del total de energía ocupada en el país (La Tercera, 2017)⁸. El alto consumo energético se debe principalmente a los sistemas de bombeo y distribución de agua para riego y a todos los procesos de la agroindustria, como por ejemplo los sistemas de refrigeración. Sin embargo, en los últimos años, Chile ha confirmado su liderazgo en materia de energías renovables, posicionándose en el primer lugar entre los países de América Latina y el Caribe en inversión en energías renovables y en la lucha contra el cambio climático, según la última versión del New Energy Finance Climascope. La inversión en proyectos de energía renovable no convencional (ERNC) y de eficiencia energética en los procesos de las cadenas agroalimentarias se ha traducido en disminuciones de costos energéticos y reducción de emisiones de CO₂eq (Ministerio de Energía, 2017)⁹. Chile debe aprovechar sus ventajas en relieve y clima, ya que tiene una de las radiaciones solares más altas del mundo, fuertes vientos de norte a sur para desarrollar energía eólica, gran capacidad para desarrollar biogás, un recurso geotérmico a lo largo de la cordillera y un gran potencial de energía marina en las costas. Además de estos avances en ERNC, el sector agroindustrial, se ha orientado a impulsar el desarrollo de herramientas para el uso eficiente de la energía que permitan mejorar la productividad y competitividad del sector. (Chilealimentos & AChEE, 2012)¹⁰

Otra variable relevante en el sector agropecuario es la huella hídrica generada por la totalidad de las cadenas agroalimentarias, la cual no solo se produce en territorio nacional, sino que también en otros países, ya sea por la importación de insumos y materias primas, como por el posterior procesamiento de productos de exportación. El sector productivo conformado por las actividades agrícolas, ganaderas y forestales representan un 73% de las extracciones consuntivas de agua, lo que permite el riego de 1,1 millones de hectáreas que se localizan principalmente entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos (MOP, 2013)¹¹. Sin embargo, en los procesos agroalimentarios también se gasta bastante agua, como por el ejemplo en la producción de carne, y hay gran cantidad de residuos industriales líquidos (RILES), los que producen un impacto al medio ambiente, sobre todo a los cursos de aguas. Sin embargo, ya se están tomando medidas de control a través de la ley de riego y en forma paralela a través de la normativa de control de RILES de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). La primera es la Ley de Fomento al Riego y Drenaje N°18.450, que a través de la Comisión Nacional de Riego (CNR), se han

⁸ Recuperado de <http://www2.latercera.com/noticia/consumo-electrico-se-cuadruplico-en-20-anos/>.

⁹ Recuperado de <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>.

¹⁰ MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS ELABORADOS. 2012.

¹¹ Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, 2013.

implementado medidas para mejorar el abastecimiento de agua en superficies regadas en forma deficitaria, la calidad y la eficiencia de la aplicación del agua de riego y la habilitación suelos agrícolas de mal drenaje, mediante bonificación a los productores, según su superficie (Comisión Nacional de Riego, 2017)¹². En el caso de la normativa de control de RILES en los procesos industriales, se controlan las descargas de RILES, normando una cantidad máxima de contaminación en las aguas para ser devueltos a los cursos de aguas. (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2017)¹³. Es por esto que muchas empresas han debido cambiar su forma de producir, utilizando menos agua y en muchos casos reutilizándola.

A pesar del gran esfuerzo que se está haciendo para mejorar la situación ambiental en Chile, una importante proporción de las empresas PYMES de este sector, no han incorporado las mejores prácticas y tecnologías que permitan aminorar el impacto de sus procesos productivos, tanto en la liberación de GEI, como en la utilización de agua sin tecnologías de eficiencia y reciclaje, además de la gran cantidad de uso de energía para el funcionamiento de maquinaria e industria de procesamiento. No obstante, son visibles las intenciones y acciones actuales de recambio de sistemas de riego hacia aquellos más eficientes y uso del agua en el procesamiento de productos con mecanismos de reciclaje y conservación, como también, la alta incorporación de dispositivos de generación de ERNC que son generadas en las cadenas del agro actualmente, en la incorporación de paneles solares, torres eólicas y maquinaria de uso común en el agro, como hornos o secadores a base de energía renovable.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es realizar un diagnóstico del estado del arte en materia de incorporación de tecnologías del clima en las agrocadenas de las PYMEs de Chile, identificar y analizar las barreras a la inversión que presentan la actualización de estas tecnologías, y finalmente, identificar las soluciones y necesidades para acelerar la incorporación de tecnologías del clima en los puntos críticos de los procesos productivos.

¹² Recuperado de <http://www.cnr.gob.cl/Ley18450/Paginas/Introducci%C3%B3n.aspx?c=1>

¹³ Recuperado de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3854.html>.

2. Priorización de sectores

El primer paso de este estudio consistió en seleccionar las cadenas de valor relevantes para el proyecto. Para hacer esta selección se realizó un ejercicio de priorización, el cual permitió enfocar el estudio en las cadenas más relevantes en términos de los objetivos del proyecto. De esta manera se seleccionaron las cadenas de valor con alta participación de PYMES y los puntos críticos con altos registros de emisiones y/o uso de energía y/o uso de agua, con el fin de implementar tecnologías limpias en los sectores de la agroindustria nacional con mayor necesidad de mitigación de emisiones de GEI y adaptación al cambio climático. De esta forma y como se verá en la próxima sección, hay cadenas de valor del sector agroalimentario en Chile con emisiones de GEI significativas, pero con baja participación de PYMES y, por lo tanto, no relevantes para este estudio.

Esta priorización de cadenas permite enfocar los recursos del proyecto y entender los desafíos que presentan las empresas, las tecnologías disponibles para suplir sus necesidades medioambientales y las soluciones mejor adaptadas a cada cadena en específico.

Metodología

Para priorizar las agro-cadenas más relevantes a evaluar en el presente estudio, se efectuó un levantamiento de información secundaria, mediante revisión bibliográfica de estudios anteriores, en base a indicadores específicos. Se compararon valores de diferentes estudios tanto nacionales como internacionales, adecuando las cifras a la realidad de cada cadena en Chile. La Tabla 1 provee un listado de todos los indicadores recopilados y en verde indica los indicadores finalmente seleccionados para hacer el ejercicio de priorización.

Tabla 1 Indicadores ejercicio de priorización

Indicadores
Cantidad de APLs relacionados
Consumo de Agua (HH Millones m3/año)
Consumo energético (GJ al año)
Emisiones de GEI (Gg CO ₂ -eq al año)
Exportaciones (miles USD)
Exportaciones (Ton)
N° Productores
N° PYMES
N° Productores
Participación de PYMES en la cadena (%)
% Aporte PIB Nacional
% Superficie regada
Producción total (Miles Ton) (Millones de Plantas) (Millones de Litros)
Superficie (hectáreas)

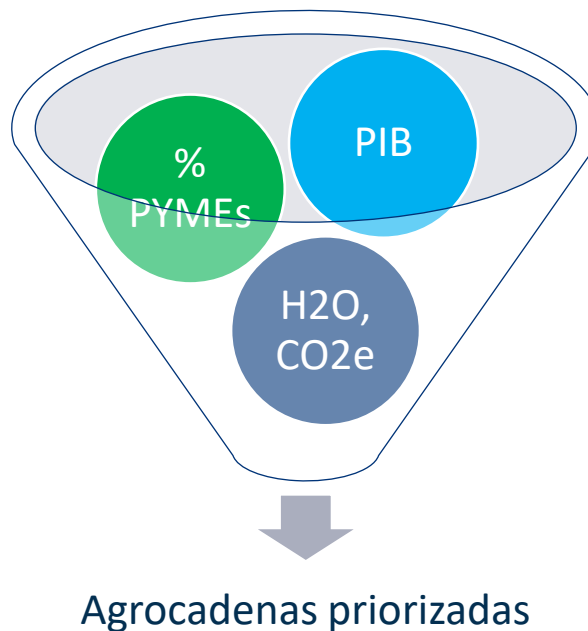
% Superficie regada

Es importante notar que se debió homogenizar la información para hacerla comparable. Los pasos de homogenización de información fueron los siguientes:

- **Primero, Homogenización de las unidades**, como por ejemplo, la conversión de kWh a GJ y TJ, kilogramos a toneladas, litros a m³, kg de CO₂eq a Gg de CO₂eq, entre otros. Así también, muchos de los indicadores estaban referidos a grupos de agrocadenas, por lo que fue necesario redistribuir el valor en base a la participación de la agrocadena para contar con información comparable. La distribución se realizó en base al uso de la tierra, o en base a la producción u otra variable incidente en el indicador que permitiera distribuir en forma lineal. Por ejemplo, se encontró el valor del gasto energético del sector agrícola y algunos factores de gasto por unidad de producto. Por lo tanto, según factores estimados de unidad de producto concordantes con los factores encontrados, se distribuyeron los valores desde el total nacional.

- **Segundo, Cálculo de la huella de carbono**. Se realizó un análisis “top down”, es decir, se identificó dónde hay más emisiones de GEI para cada cadena. En la siguiente etapa “Identificación de puntos críticos”, se estudió en más detalle las emisiones por procesos de la cadena. Es importante notar que la estimación de emisiones producidas por las cadenas bovino y leche proviene del inventario nacional de GEI y esta fuente mide las emisiones solo relacionados con el ganado y los suelos – no toma en cuenta el consumo energético en la producción primaria ni el procesamiento o transporte. En comparación, para las cadenas del agro se obtuvieron datos para todos los procesos de la cadena.

Diagrama 2 Criterios cadenas priorizadas

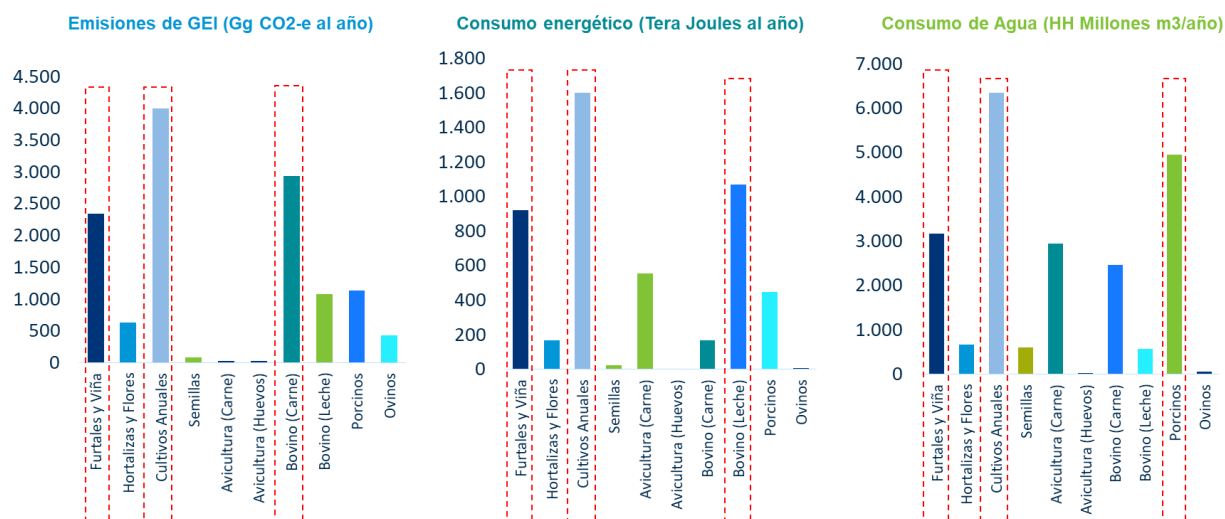


- **Tercero. Selección de indicadores.** Se seleccionaron los indicadores más relevantes para la elección de las agrocadenas a estudiar con el objetivo de identificar las cadenas que tienen un mayor impacto potencial. Éstos fueron: contribución al PIB, cantidad de PYMES de la agrocadena y factores de cambio climático de mitigación y adaptación: emisiones de GEI y huella hídrica¹⁴. También se consideró el nivel del gasto energético de la cadena ya que, para aquéllas que tienen un alto gasto, los ahorros energéticos son una motivación para incorporar tecnologías limpias que aumenten su rentabilidad al reducir sus costos de operación. A continuación, se muestran los resultados obtenidos, en base a los cuales se realizó la elección de las agrocadenas.

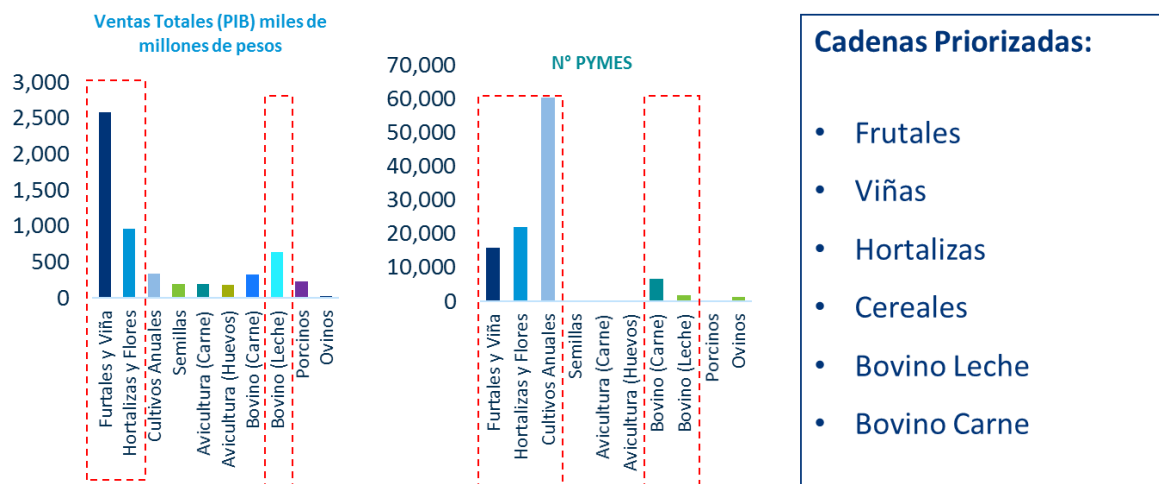
Resultados

Los gráficos a continuación muestran los resultados del análisis de los indicadores comparando las siguientes agro-cadenas: frutales y viñas, hortalizas y flores, cultivos anuales, semillas, avicultura (carne), avicultura (huevos), bovino (carne), bovino (leche), porcinos y ovinos.

Gráfico 1 Priorización de cadenas



¹⁴ La huella hídrica de una agrocadena es una indicación de que tan vulnerable es ésta al cambio climático. Aquellas agrocadenas que usan una cantidad significativa de agua por unidad producida, son más vulnerables y requerirán adaptarse al cambio climático. Entre más eficientes sean (menos agua requerida por unidad producida) más resilientes serán.



Se puede apreciar que las cadenas más importantes en impacto ambiental (emisiones GEI y huella hídrica) y consumo energético, son Frutales y Viñas y Cultivos anuales. En emisiones GEI también es relevante la cadena de Bovinos para producción de carne; en consumo energético es importante además la cadena de Bovinos para producción de leche, y por ultimo, en huella hídrica también es relevante la cadena de Porcinos. Sin embargo, si es que se analizan los indicadores de aporte al PIB y Número de PYMES, también toma importancia la cadena de Hortalizas. A su vez, la cadena de Porcinos tiene muy poca importancia en Numero de PYMES, por lo cual, esta cadena no se priorizó.

Para comparar los indicadores críticos de las cadenas se categorizaron y se evaluaron los datos con el fin de identificar las cadenas con un mayor impacto transversal a los indicadores críticos. Los datos se categorizaron como altos (rojo), medios (amarillo), o bajos (verde). La tabla 2 resume este análisis.

Tabla 2 Ejercicio de priorización, comparación de indicadores claves por agro-cadenas

Agro-Cadena	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ -e al año)	Nº PYMES	Ventas Totales (PIB) miles de millones de pesos	Consumo energético (Tera Joules al año)	Consumo de Agua (HH Millones m ³ /año)
Frutales y Viñas	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Hortalizas y Flores	Mediano	Alto	Alto	Bajo	Mediano
Cultivos Anuales	Alto	Alto	Mediano	Alto	Alto
Semillas	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Mediano
Avicultura (Carne)	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Avicultura (Huevos)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Bovino (Carne)	Alto	Alto	Mediano	Bajo	Alto
Bovino (Leche)	Alto	Alto	Alto	Alto	Mediano
Porcinos	Alto	Bajo	Mediano	Mediano	Alto
Ovinos	Mediano	Mediano	Bajo	Bajo	Bajo

Como se puede ver en la tabla 2 las cadenas: semillas, avicultura y porcinos, cuentan con un número bajo de PYMES relativo a los otros sectores y por lo tanto no fueron priorizadas para este estudio. La cadena de ovinos no fue priorizada debido al bajo impacto en PIB, y consumo de energía y agua relativo a los otros sectores.

Las cadenas priorizadas son aquellas que tienen un número significativo de PYMES y que a la vez tienen emisiones de GEI y consumos de agua altos o medianos.

Como resultado, las cadenas priorizadas son:

- Frutales
- Viñas
- Hortalizas
- Cultivos anuales
- Bovino Leche
- Bovino Carne

Cadenas Agroalimentarias en Chile

A continuación, se presenta el detalle de las cadenas de valor priorizadas. Para efectos de este estudio se agrupan los procedimientos en tres etapas: i) producción primaria (producción); ii) procesos; y iii) transporte (mercado)

Diagrama 3 Cadena de valor frutales

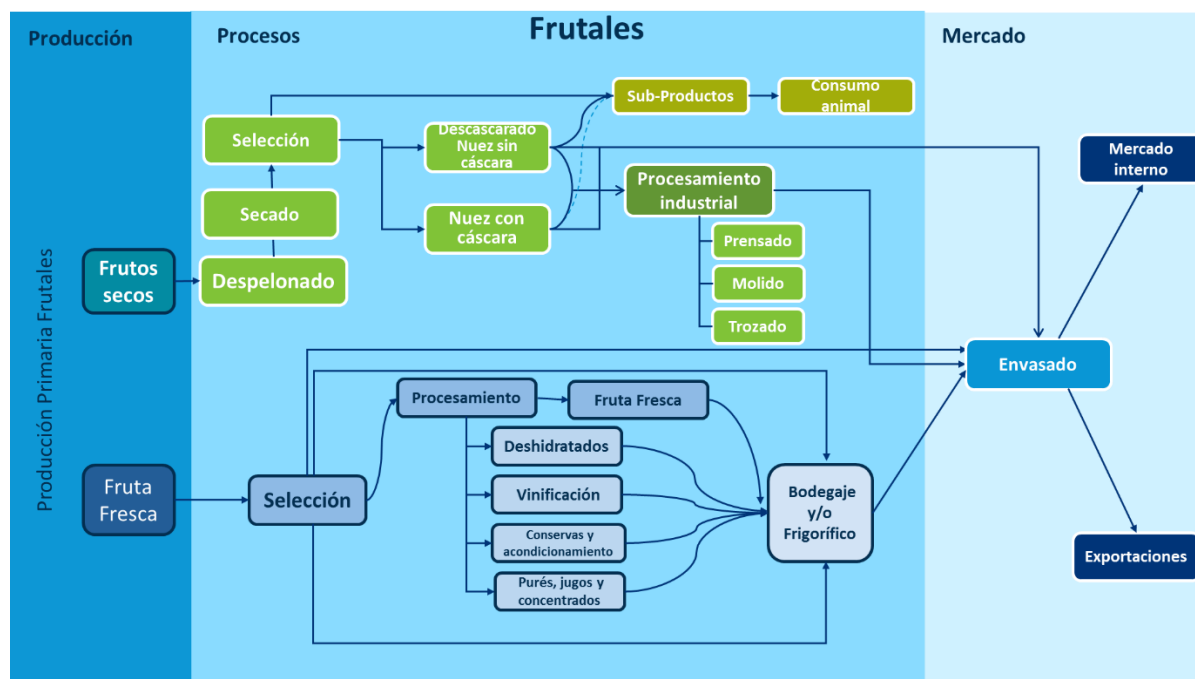


Diagrama 4 Cadena de producción viñas

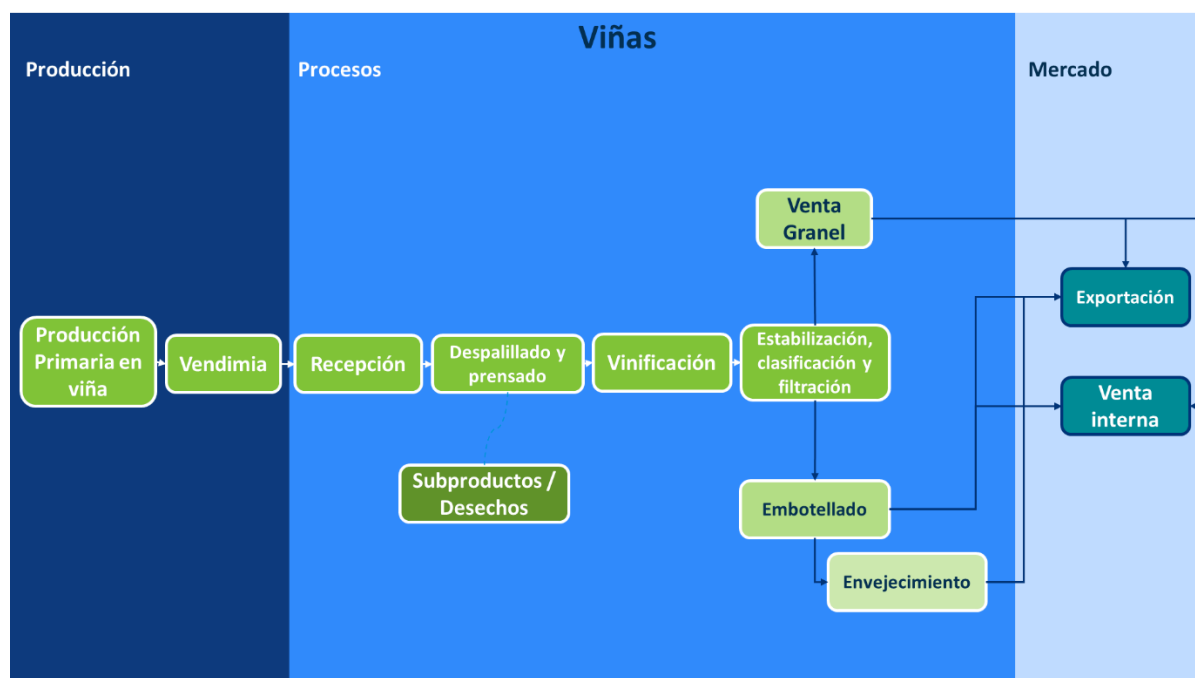


Diagrama 5 Cadena de valor hortalizas

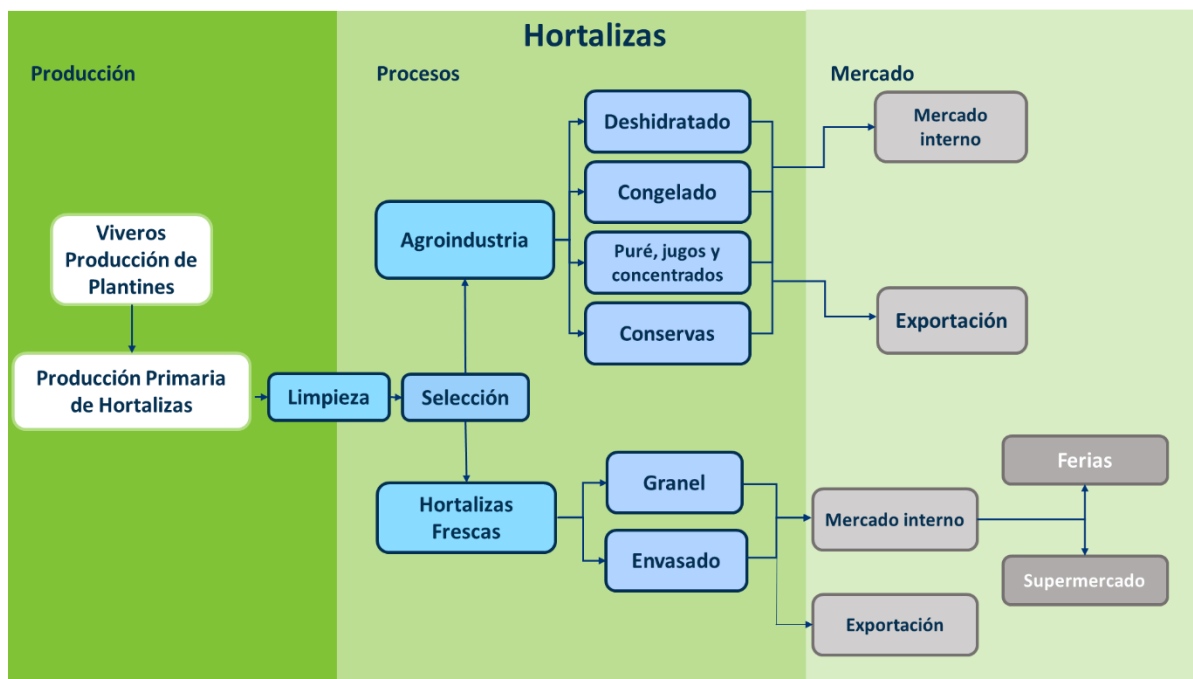


Diagrama 6 Cadena de valor cultivos anuales

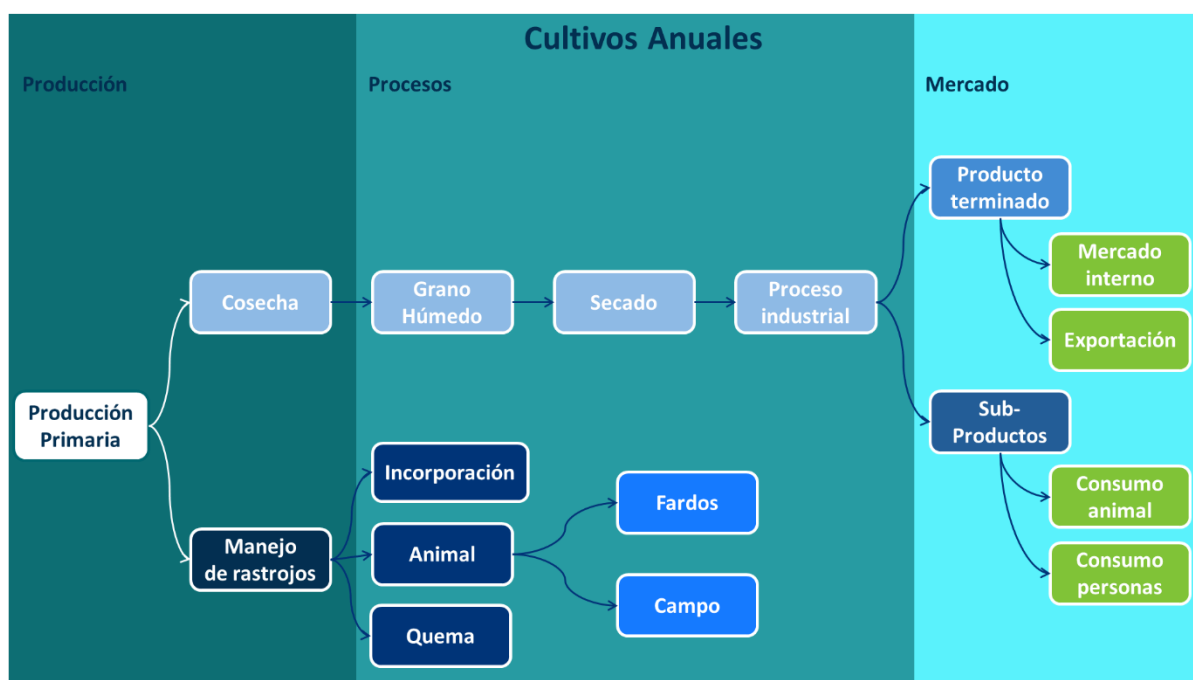


Diagrama 7 Cadena de valor bovinos leche

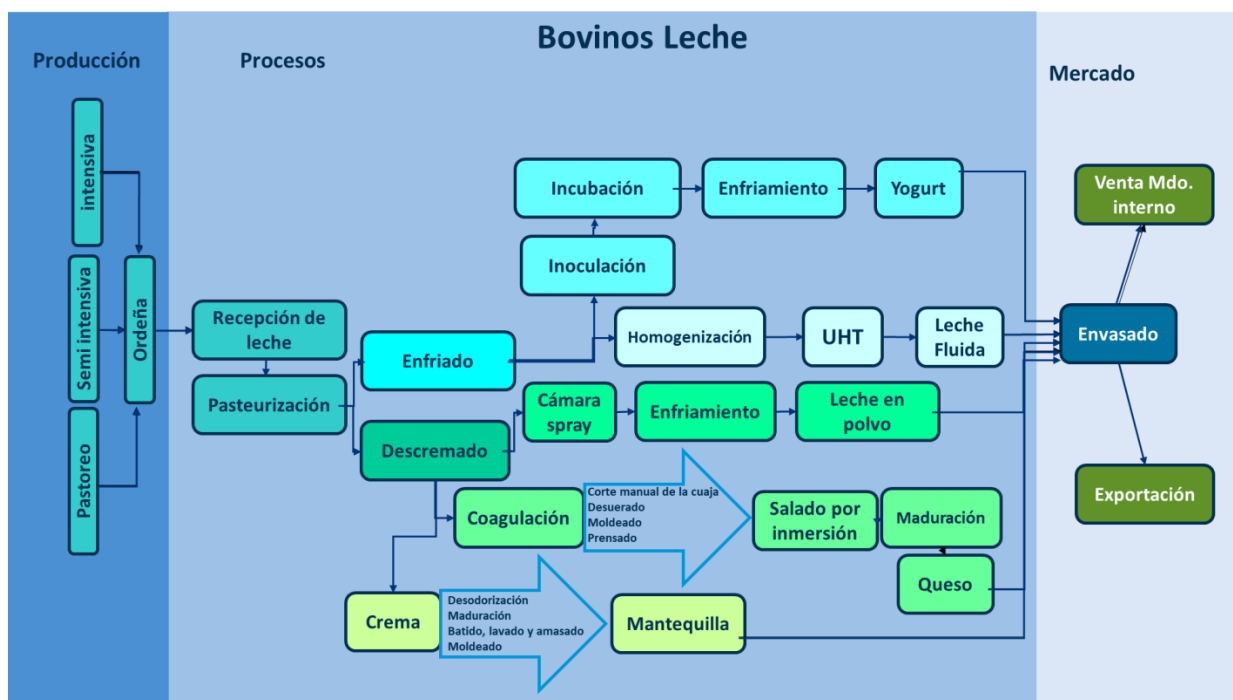
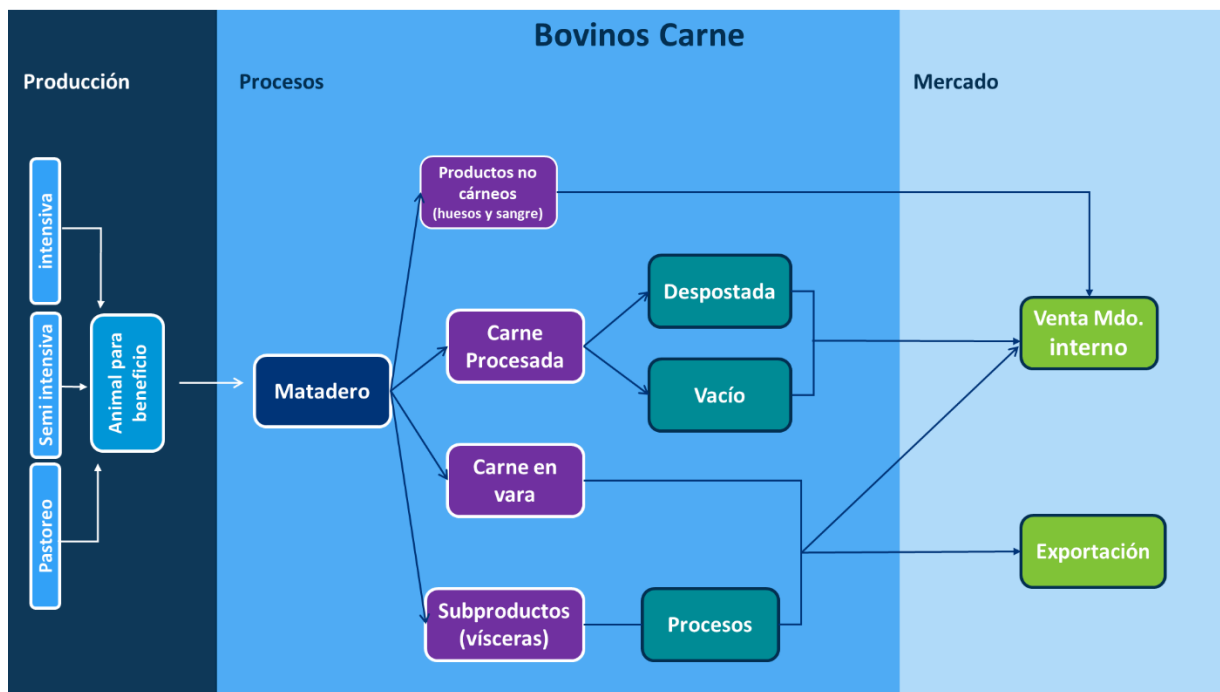


Diagrama 8 Cadena de valor bovinos carne



3. Identificación de los puntos críticos ambientales en las cadenas agrícolas priorizadas

En esta sección se identifican los puntos críticos en las etapas o procesos de las cadenas agroalimentarias, en las cuales se tiene impacto ambiental. Se comparan los valores de daño ambiental y la cantidad de PYMES por etapa. Esta clasificación servirá para enfocar el análisis en la incorporación de tecnologías del clima en aquellos procesos o manejos relevantes para el estudio.

Metodología

Para analizar los puntos críticos de las cadenas, se efectuó una segunda etapa de levantamiento de información secundaria de indicadores en emisiones de huella de carbono, gasto energético y huella hídrica, en las diferentes etapas dentro de las cadenas agroalimentarias. Las cadenas se dividieron en tres etapas principales: producción primaria, proceso y transporte. Posteriormente, se indagó en la etapa de procesos, encontrando para cada uno de los procesos específicos de cada cadena, sus respectivos valores de emisiones¹⁵ y consumo de agua. Para la etapa de transporte solo se calcularon las emisiones de huella de carbono por consumo de combustible, excluyendo la huella hídrica, ya que en este proceso no es relevante el consumo de agua.

En paralelo, se efectuaron entrevistas a actores claves de las cadenas, lo que permitió levantar sus consideraciones de cuán importante y cuán frecuente eran los manejos mencionados respecto a las emisiones de GEI; Huella hídrica; Consumo energético y Residuos. Cada uno de estos valores se encuentra en el anexo 1.

Para las entrevistas se consideraron participantes de instituciones estatales, como INDAP, ODEPA, FIA; a académicos de universidades, especialistas y asesores de las cadenas priorizadas, como también a agricultores y ganaderos con gran experiencia en sus cadenas de producción. Adicionalmente se realizó un taller en Santiago con actores claves,

¹⁵ Los valores de emisiones no incluyen absorción de carbono o secuestro de carbono de los cultivos siguiendo las prácticas estandarizadas internacionales. Para más información vea Anexo 2. No obstante lo anterior y debido a las discusiones que se generaron en el taller de expertos y en las entrevistas, los investigadores de este estudio reconocen que el sector agropecuario podría tener un papel importante para secuestrar el carbono, de hecho, aún hoy día se están explorando las mejores técnicas y prácticas para alcanzar un alto secuestro de carbono. Es importante notar estudios previos que concluyen que las emisiones netas, teniendo en cuenta la captura, para algunas de estas cadenas en Chile han sido emisiones netas positivas, es decir las emisiones no son compensadas por las capturas (PNUD; Gobierno de Chile, 2010).

incluyendo a algunos que habían sido entrevistados y otros especialistas, principalmente académicos y agricultores de cada cadena, con noción en temas ambientales, con el fin de validar y socializar los puntos críticos encontrados y analizados a partir de las entrevistas.

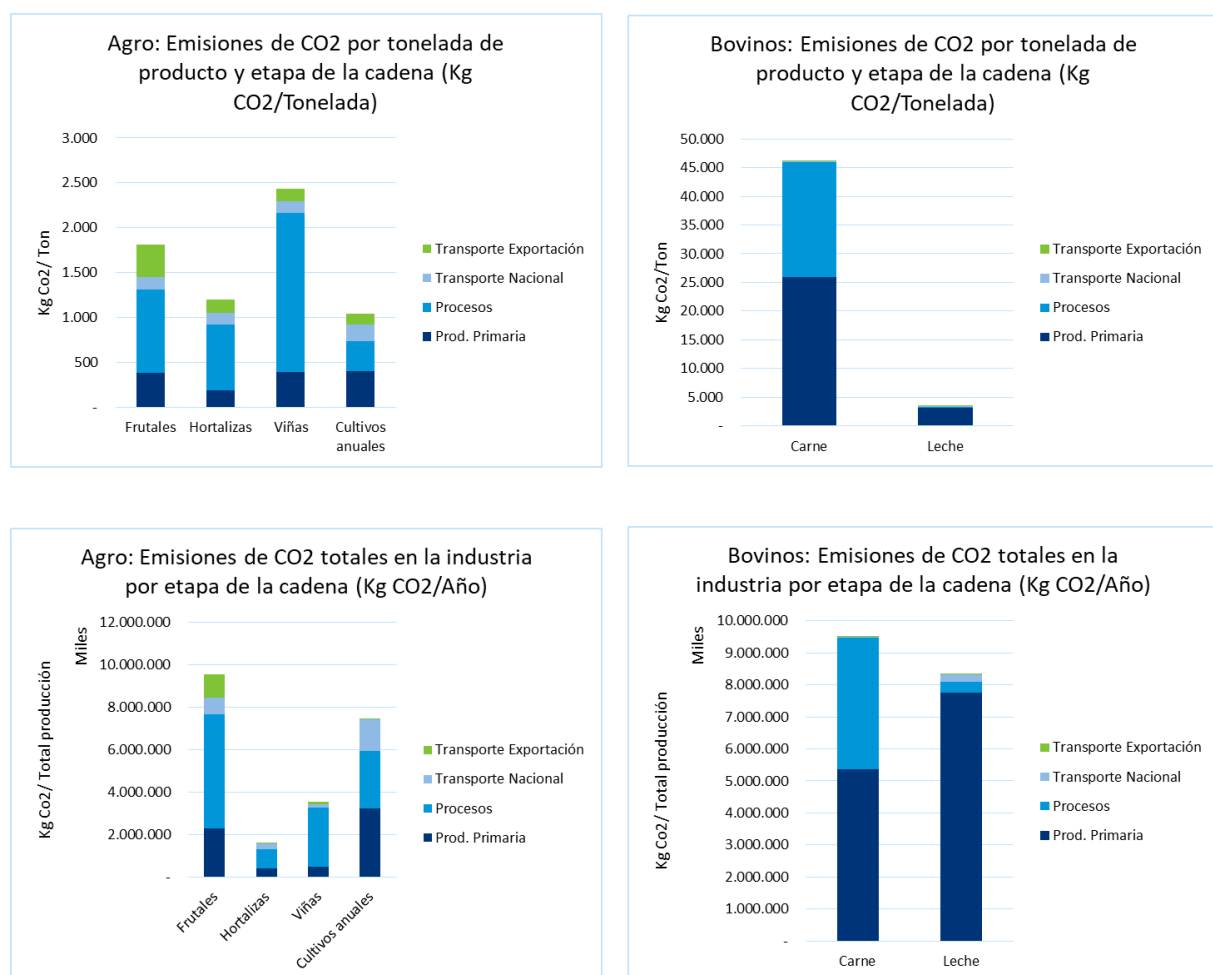
Resultados

1. Emisiones o daños ambientales por etapa de las cadenas:

A continuación, se presenta el resultado de los datos de indicadores ambientales por cada etapa de cada cadena, revisados de estudios anteriores. Estos resultados están dados en Emisiones-Gasto por Tonelada de producto, y en Emisiones-Gasto por Año para la cadena en Chile. (Consumo energético y consumo hídrico en anexo 1)

Huella de Carbono:

Gráfico 2 Huella de Carbono de las agro-cadenas por etapas



En las cadenas del agro, la mayor cantidad de emisiones de CO₂eq se concentran en la etapa de procesos, excepto en cultivos anuales, donde la producción primaria tiene mayor emisión, tanto en términos relativos como totales. Por otro lado, en la cadena de producción bovina para carne y la cadena de la producción bovina para leche, las emisiones de CO₂eq se concentran en la etapa de producción primaria. Desde un ángulo de emisiones por año, la producción de fruta es la cadena que refleja mayores emisiones de CO₂eq al año, seguido de producción bovina para carne.

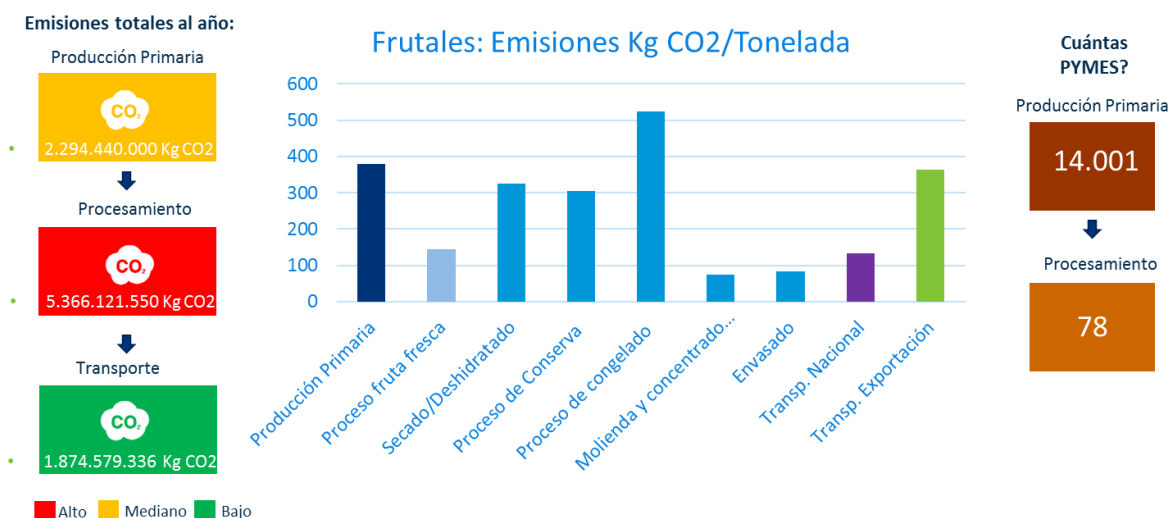
2. Puntos críticos segunda derivada:

A continuación, revisaremos las emisiones de huella de carbono de los puntos críticos- procesos de cada cadena priorizada por separado.

Cadena de Frutales:

A continuación, se presenta el gráfico de emisiones de CO₂eq del total de los frutales integrando los procesos de fruta fresca y fruta seca:

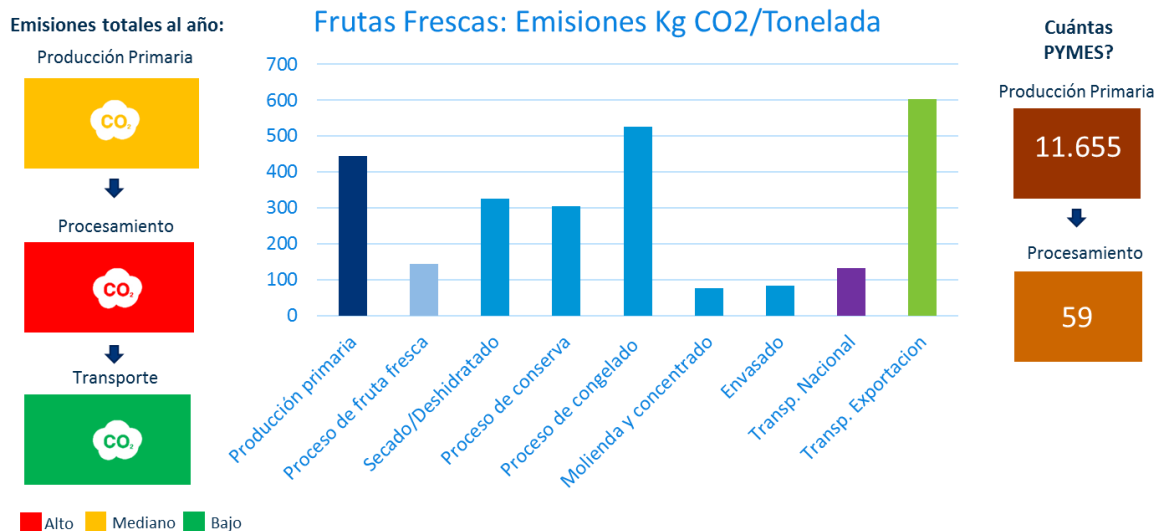
Gráfico 3 Huella de Carbono frutales, según proceso



Número de PYMES obtenido a partir de los catastros frutícolas de los años 2014, 2015 y 2016, tomando en cuenta solo los tramos de Pequeños / AFC y Medianos.

Fruta fresca:

Gráfico 4 Huella de Carbono fruta fresca, según proceso



En términos absolutos, la fruta fresca es la cadena del agro con mayor contribución en emisiones de CO₂eq, con un total de 9.535.141.886 kilogramos de CO₂eq al año. La etapa con mayor aporte es el procesamiento, seguido de producción primaria. Por otro lado, en la etapa de procesos, el proceso de congelado tiene gran relevancia en la huella de carbono si es que se considera la emisión por tonelada de fruta. Esto tiene relación directa con el consumo de energía de diferentes tipos y al uso de gases refrigerantes (Ministerio del Medio Ambiente, 2017)¹⁶. Lo sigue en importancia el proceso de secado/deshidratado, el cual es principalmente con combustión de leña; y en tercer lugar el proceso de conserva. La producción primaria de frutas frescas también presenta una huella de carbono relevante en kilogramos de CO₂eq por tonelada, dado principalmente por la combustión de fósiles para movilizar la maquinaria agrícola, el consumo eléctrico y la aplicación de fertilizantes de origen sintético (Martineaux, 2007).

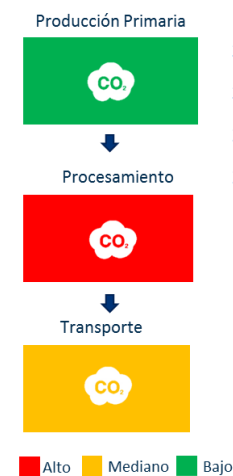
Las PYMES se concentran en la etapa de producción primaria en las frutas con 75.626 productores pequeños. En la etapa de procesamiento, hay un total de 196 empresas procesadoras de la agroindustria hortofrutícola, de la cual se estima que el 30% corresponde a PYMES de fruta fresca (ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA AGROINDUSTRIA, 2012). Por lo tanto, se puede concluir que en la etapa donde hay mayores emisiones de CO₂eq, hay una cantidad mínima de PYMES.

Fruta seca:

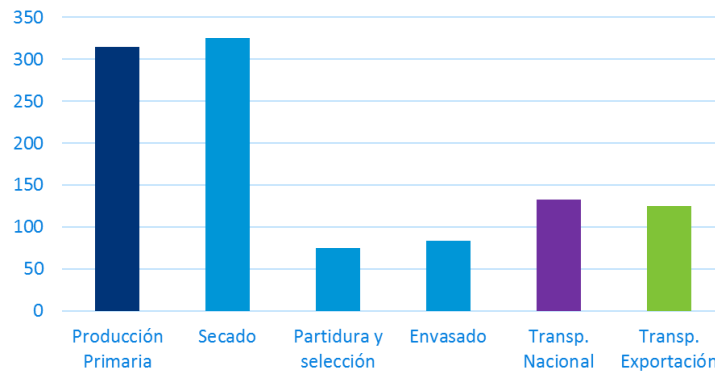
Gráfico 5 Huella de Carbono fruta seca, según proceso

¹⁶ Obtenido de <http://portal.mma.gob.cl/el-gas-refrigerante-que-dana-la-cap-a-de-ozono/>

Emisiones totales al año:



Frutas Secas: Emisiones Kg CO₂/Tonelada



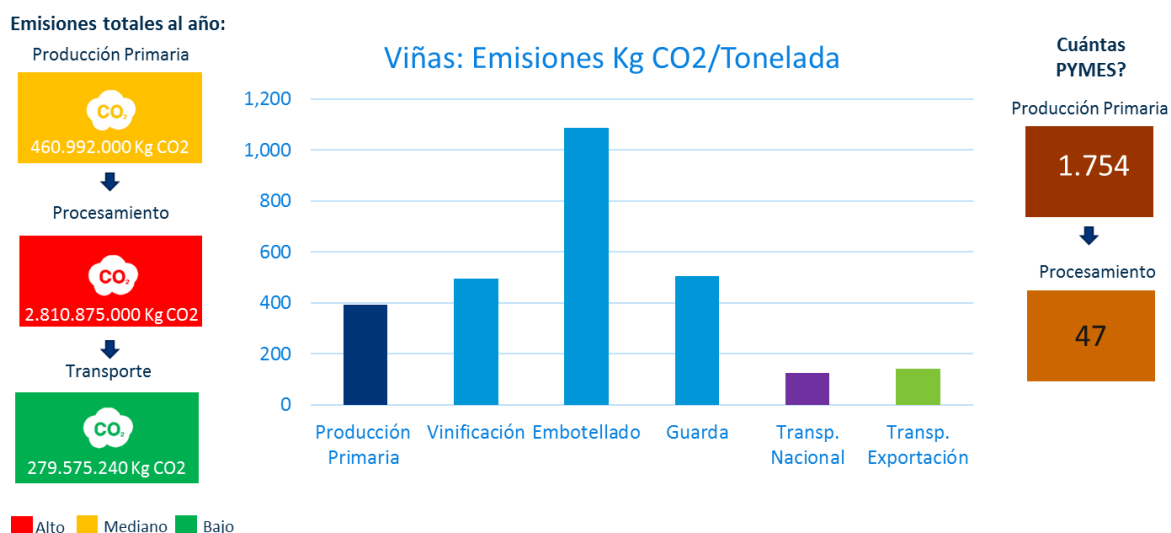
Cuántas PYMES?



En frutos secos el proceso de secado tiene gran relevancia en las emisiones de CO₂eq por tonelada, lo que debe estar asociado al proceso de combustión para el funcionamiento de los hornos de secado. Lo sigue en importancia las prácticas en producción primaria, principalmente por la utilización de insumos de origen sintético y maquinarias. Por otro lado, en la etapa de procesamiento, hay un total de 196 empresas procesadoras de la agroindustria hortofrutícola, de la cual se estima que el 10% corresponde a PYMES exclusivas de fruta seca (ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA AGROINDUSTRIA, 2012). Por lo tanto, al igual que en fruta fresca, se puede concluir que en la etapa donde hay mayores emisiones de CO₂eq, hay una cantidad mínima de PYMES.

Viñas:

Gráfico 3 Huella de Carbono viñas, según proceso



Para el número de PYMES se consideran una proporción del total de los productores igual a la que producción frutícola.

En términos absolutos, la cadena de vinos es la tercera en contribución en emisiones de CO₂eq, considerando solo las cadenas del agro, con un total de 3.551.442.440 kilogramos de CO₂eq al año. La etapa con mayor aporte es el procesamiento, seguido de la producción primaria. Así mismo, el proceso de embotellado es el que toma mayor relevancia en huella de carbono por tonelada, dentro de todos los procesos de la cadena de Viñas, con una emisión de 776 Kg de CO₂eq por tonelada de vino. Lo sigue en importancia el proceso de Guarda y Vinificación. Como se puede apreciar, la producción primaria no es tan relevante si se compara con las emisiones de la etapa de procesos, aunque presenta una emisión por tonelada relevante si se compara con el resto de las cadenas. A la vez, las PYMES están concentradas en la etapa de producción primaria, con una representación de 12.303 productores pequeños; y solo 47 procesadores PYMES en la etapa de procesamiento. Sin embargo, se estima que estas 47 PYMES en la etapa de procesamiento representan el 50% de las empresas totales de procesamiento.

Hortalizas:

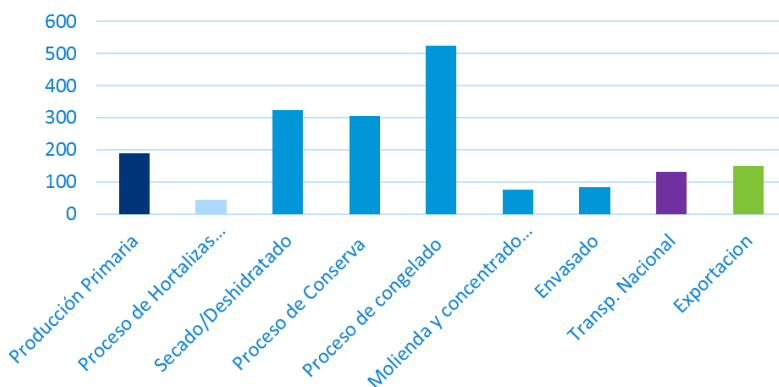
Gráfico 4 Huella de Carbono hortalizas, según proceso

Emisiones totales al año:



Alto Mediano Bajo

Hortalizas: Emisiones Kg CO₂/Tonelada



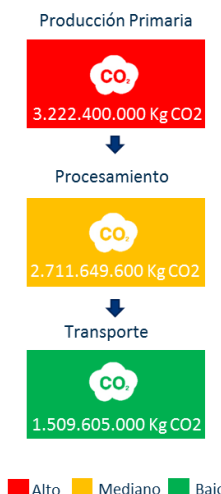
Para el número de PYMES se tomaron en cuenta la cantidad de explotaciones de 1 a 50 hectáreas. A partir de 1 hectárea de producción de hortalizas se pueden lograr ventas anuales de acordes a una pequeña empresa.

En términos absolutos, hortalizas es la cadena con menor contribución en emisiones de CO₂eq de las cadenas del agro estudiadas, con un total de 1.580.577.450 kilogramos de CO₂eq al año. Al igual que las demás cadenas ya mencionadas, concentra su aporte en la etapa de procesamiento, seguido de producción primaria y del mismo modo que en las demás cadenas ya revisadas, el proceso de congelado tiene la mayor contribución en huella de carbono por tonelada, seguido por el proceso de deshidratado y conservas. La producción primaria tiene menor relevancia en emisiones, tanto en términos relativos como absolutos, y es la cadena con menor impacto en esta etapa. Por otro lado, la cadena de Hortalizas, tiene el mayor número de PYMES en la etapa de procesos en comparación con todas las otras cadenas, calculadas en base a la misma premisa de las PYMES en frutales y considerando que el 70 % de las 196 empresas totales procesadoras de la agroindustria son PYMES procesadoras de hortalizas con un total de 137 PYMES procesadoras de hortalizas (ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA AGROINDUSTRIA, 2012). Además, tiene 75.626 PYMES en la etapa de producción primaria, indicando ser la segunda cadena con mayor número de PYMES en esta etapa.

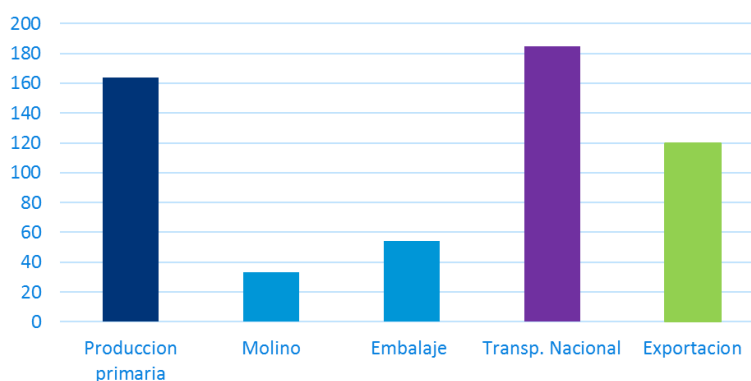
Cultivos Anuales:

Gráfico 5 Huella de Carbono cultivos anuales, según proceso

Emisiones totales al año:



Cultivos Anuales: Emisiones Kg CO₂/Tonelada

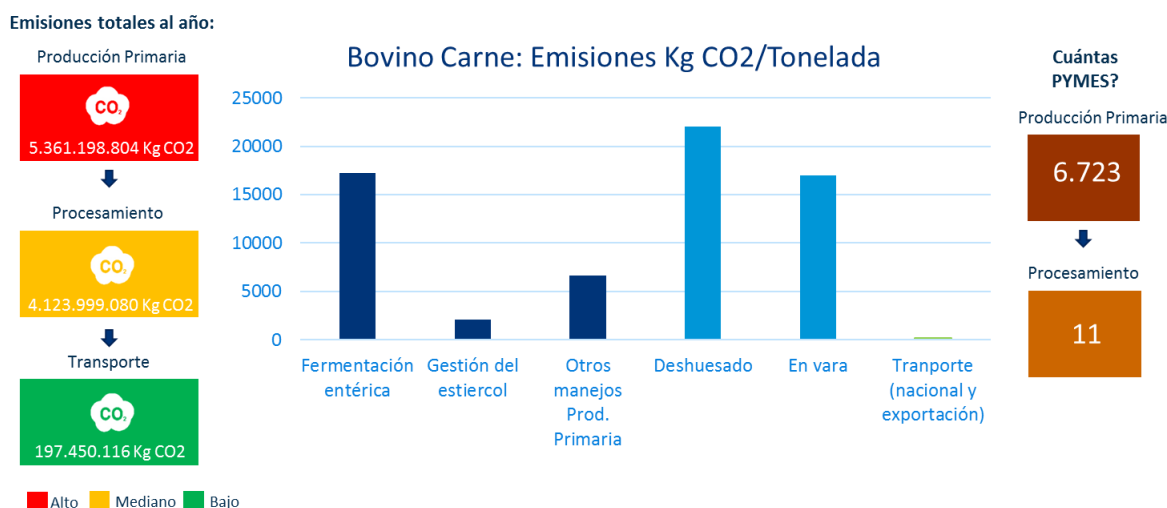


Para el número de PYMES se considera que son un 20% de las explotaciones de cereales nacionales, excluyendo a los productores perfil INDAP y grandes productores, basado en información proveniente de CONAMA 2009, Censo Agropecuario 2007 y Diagnóstico sectorial y propuesta de acuerdo de producción limpia: productores de maíz de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins 2013.

Las emisiones de CO₂eq de todos los procesos en la cadena de Cultivos Anuales son bastante inferiores a las emisiones de las demás cadenas agroalimentarias en términos relativos. Sin embargo, en términos totales, las emisiones de esta cadena toman gran relevancia, situándose como la segunda cadena, entre las cadenas agro, con más emisiones en la totalidad de su cadena productiva. Asimismo, la etapa de producción primaria alcanza el mayor valor de emisiones por etapa de cadenas del agro al año, seguida por el procesamiento. La etapa de producción primaria tiene un número bastante elevado en PYMES, por el contrario, el número de PYMES en el procesamiento de los cultivos anuales, son mínimas.

Bovino Carne:

Gráfico 6 Huella de Carbono bovino-carne, según proceso



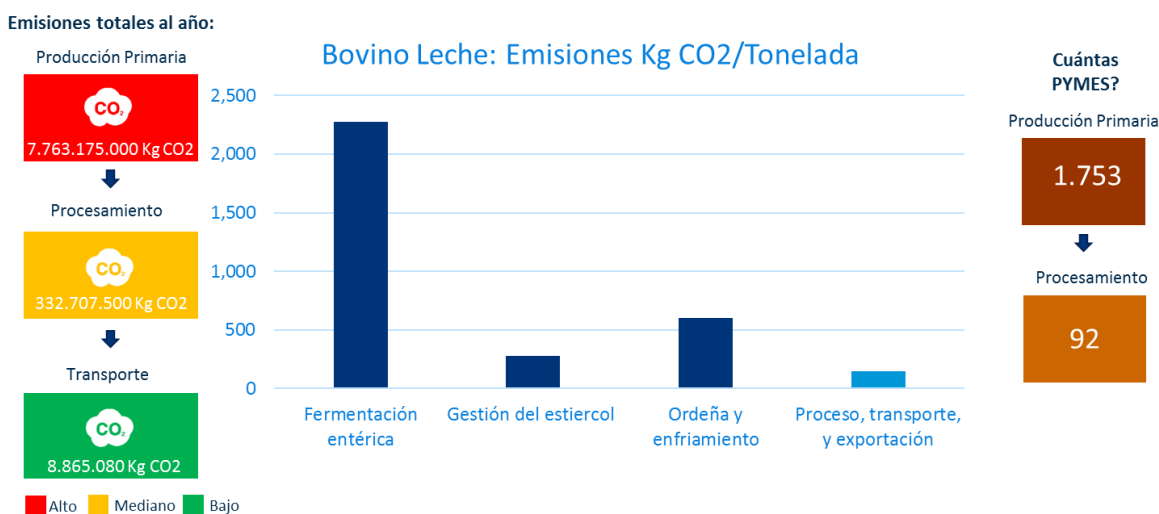
Para el número de PYMES se consideraron las explotaciones de todo Chile de 50 a 500 Vacas, Vaquillas, Terneras, Terneros, Novillos, Toros, Bueyes de la "Encuesta de ganado Bovino 2015, INE", sumando la cantidad total de cabezas de estos estratos y dividiendo por la media de cabezas.

La cadena de Bovinos para producción de Carne, es la segunda cadena en contribución de emisiones por año, sin embargo, en términos relativos, es por lejos la cadena que contribuye con la mayor huella de carbono por tonelada de producto. Así, la etapa de producción primaria es la que más contribuye a las emisiones en la cadena, con 26.000 Kg CO₂eq por tonelada, las que corresponden principalmente, a fermentación entérica de los bovinos. No obstante, el procesamiento de la carne emite un monto más elevado en huella de carbono por tonelada, si es que se compara con las demás cadenas. En el gráfico, las emisiones de la etapa proceso parecieran que son mayores a la etapa producción primaria, sin embargo, la producción primaria es mayor y esto se explica porque los procesos de deshuesado y en vara no son secuenciales —es decir, la carne no pasa por ambos procesos, pasa o por deshuesado o por en vara, más información ver gráfico 2.

Al igual que las cadenas del agro, las PYMES en producción primaria de carne son bastantes, y menos en la etapa de procesamiento, alcanzando un número de solo 11 PYMES de acuerdo a los registros de las empresas faenadoras del Servicio Agrícola y Ganadero del 2010.

Bovino Leche:

Gráfico 7 Huella de Carbono bovino-leche, según proceso



Para el número de Pymes se consideraron explotaciones de 50 a 500 vacas, ubicadas desde la Región de los de Valparaíso a la Región de los Lagos. Importante destacar que solo un 2% de los productores de leche del país, tienen ventas anuales mayores a los 100.000 UF (límite para la clasificación de PYME).

En términos absolutos, la cadena de bovinos para producción de leche es la cadena con la tercera mayor contribución a las emisiones, con un total de 8.326.552.580 kilogramos de CO₂eq al año. En términos relativos, es la segunda cadena estudiada con mayor aporte a la huella de carbono, siendo trece veces menor que la cadena de Bovino para producción de carne. Estas diferencias notables en emisiones relativas y absolutas, se deben principalmente a que los productos de las cadenas de bovinos (Carne y Leche), son difícilmente comparables. Un bovino produce muchísimas más toneladas de leche que de carne durante su vida.

En cuanto a su aporte relativo de emisiones, este está concentrado en la etapa de la producción primaria y al igual que las demás cadenas estudiadas, la mayor cantidad de PYMES se concentra en la producción primaria de leche. Su producción está concentrada en las regiones de Los Ríos y Los Lagos y la mayoría de las PYMES de la etapa de procesamiento de leche en estas regiones, corresponden a productores de quesos.

Por otro lado, existe una diferencia significativa en emisiones, si es que la producción de leche se sitúa en el centro-sur del Chile, donde la mayoría de las explotaciones son intensivas, lo que se traduce en que el alimento es escaso, por lo tanto confinado. Este tipo de alimento, diferente al de forrajes toscos, disminuye la función ruminal de bovinos y por consiguiente disminuye la emisión de GEI. No obstante, la mayor producción de

leche se encuentra concentrada en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, donde se utiliza el sistema de producción de pastoreo.

3. Apreciaciones de actores claves

Con el objetivo de explorar si existen diferencias entre los puntos críticos encontrados y la perspectiva de puntos críticos de expertos involucrados en el sector, se tomaron en cuenta las apreciaciones referentes al grado de importancia del daño ambiental en algunos manejos o procesos dentro de las cadenas estudiadas.

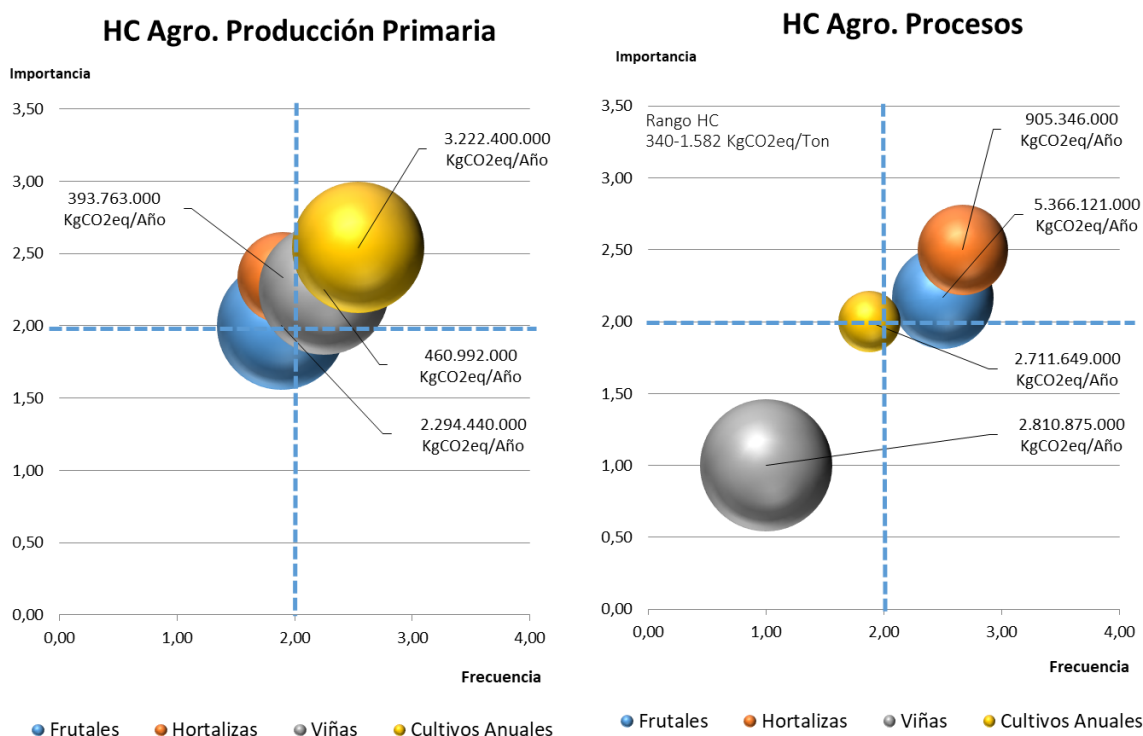
En los siguientes gráficos se comparan las cadenas en una escala de 1 a 3 en la importancia y frecuencia de los puntos críticos agrupados en las tres etapas de la cadena: Producción Primaria, Proceso y Transporte; separado en Huella de Carbono, Gasto energético, Huella hídrica y Residuos (Gasto energético, Huella hídrica y Residuos en anexo 1). El valor de Importancia, refleja la magnitud del daño ambiental, y el valor de Frecuencia refleja la periodicidad con que se practica el punto crítico. Además, el tamaño de las esferas indica el valor por tonelada del indicador, el que ha sido especificado en el gráfico en conjunto con el valor total de la cadena. Es importante considerar que las puntuaciones de frecuencia e importancia de los puntos críticos se obtuvieron mediante apreciaciones de actores claves entrevistados.

Se pueden apreciar en los gráficos, que el eje Y representa la Importancia y el eje X representa la Frecuencia. Estos gráficos se han dividido en 4 cuadrantes, con el fin de visualizar las cadenas que consideran de alta importancia y frecuencia para el ítem en análisis. Estas serán las que se ubiquen en el cuadrante superior derecho.

Otro aspecto a considerar, es que las cadenas se han agrupado en las relacionadas al agro y las correspondientes a bovinos. Ello porque las emisiones de los bovinos al ser mucho más altas que las emisiones del agro, alteran la escala de comparación asignada al tamaño de las esferas.

Huella de Carbono Agro:

Gráfico 8 Huella de carbono Agricultura - percepción actores

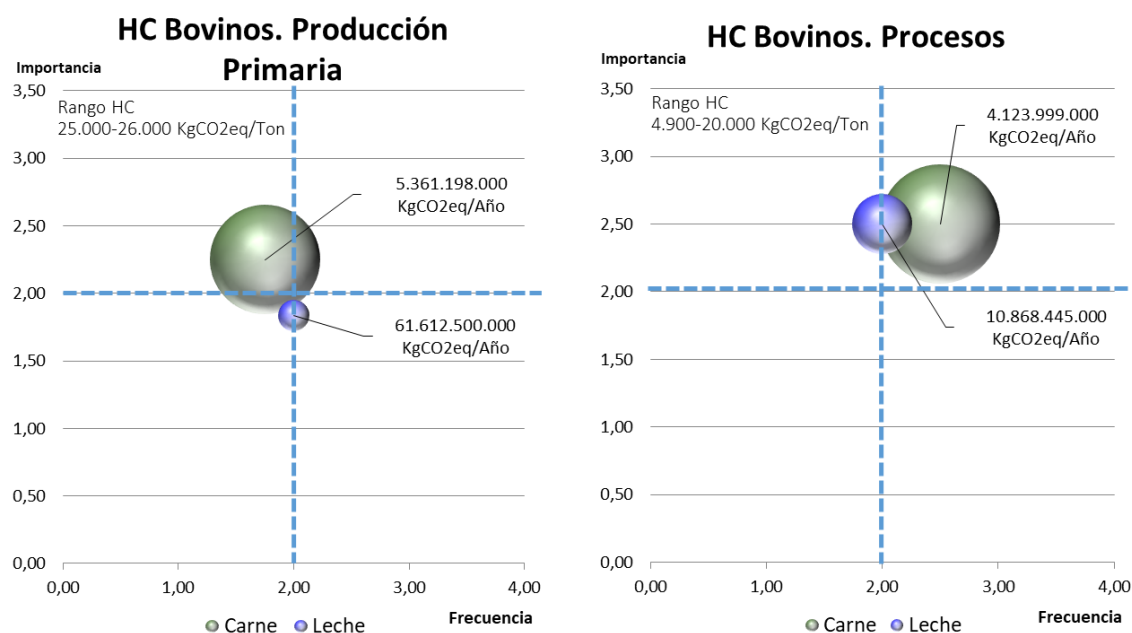


Según las opiniones de los entrevistados, los puntos críticos de las cadenas del agro son relevantes en huella de carbono, desde el momento en que le asignan importancia alta (>2) y alta frecuencia (>2) o cercano a este valor. Solamente se aleja en forma evidente la cadena de viñas en la etapa de procesos. Esto implica que los procesos de vinificación y guarda no muestran gran importancia, ni frecuencia en daños ambientales a los ojos de los actores de esta cadena. Sin embargo, es el proceso que tiene mayor emisión de CO₂eq por tonelada de producto, lo que se ve reflejado en el tamaño de esfera con unos 1.582 kg CO₂eq/Tonelada y 2.810.875 Kg CO₂eq/Año.

Por otro lado, si es que se analizan las emisiones de CO₂eq totales al año encontradas, la cadena y etapa que más impacta en huella de carbono es el procesamiento de frutales, seguido por la producción primaria de cereales, el proceso de vinos, proceso de cereales y producción primaria de frutales.

Huella de carbono Bovinos:

Gráfico 9 Huella de Carbono bovinos –percepción de actores



Las emisiones de CO₂eq en las cadenas de producción de carne y leche de bovinos, se valoriza con mayor importancia y frecuencia la etapa de procesamiento de carne de bovino. En la producción primaria, las apreciaciones no tomaron en cuenta las emisiones de CO₂eq por fermentación entérica y por manejo de estiércol, lo que se traduce en su baja puntuación por valorización de manejos, pese al alto valor en kg CO₂eq, tanto por tonelada, como por año de la etapa.

4. Identificación de Tecnologías

Chile es un país en desarrollo, el cual necesita definir planes de mitigación y adaptación al cambio climático, como la incorporación y recambio de tecnologías que se adecuen a esta necesidad global. Estas tecnologías deben limitar en lo posible el gasto de energías no renovables e insumos que contaminen al medio ambiente, y también, adaptarse a los efectos locales del cambio climático en la producción agropecuaria.

Es por esto que este capítulo pretende analizar las necesidades de innovación tecnológica, enfocándose principalmente en los puntos críticos de contaminación ambiental de las cadenas estudiadas para proponer tecnologías que permitan abordar las deficiencias identificadas.

La incorporación de tecnologías en las empresas corresponde a un proceso que les permite tanto dar cumplimiento a la normativa vigente pertinente, como a mejorar la eficiencia en sus procesos productivos, permitiéndoles aumentar la productividad, adaptarse al cambio climático y disminuir la generación de residuos. En base a esto, se priorizarán las tecnologías acordes a las necesidades de las PYMES.

Las actividades que muestran puntos críticos de huella de carbono, como se puede ver en la figura 2, se encuentran principalmente en el procesamiento en las cadenas del agro, sobre todo en el proceso de congelado y secado o deshidratado. Además, cabe mencionar que un punto crítico en gasto energético de la producción primaria se sitúa en los sistemas de riego tecnificado. En las cadenas de bovinos, los puntos críticos se encuentran principalmente en la producción primaria, sobre todo por el proceso de fermentación entérica y manejo de purines; y gasto energético en ordeña y enfriamiento de la leche. Sumado a esto, los puntos críticos de huella hídrica se encuentran principalmente en la producción primaria de las cadenas del agro y de bovinos.

Figura 2. Puntos críticos por factor ambiental

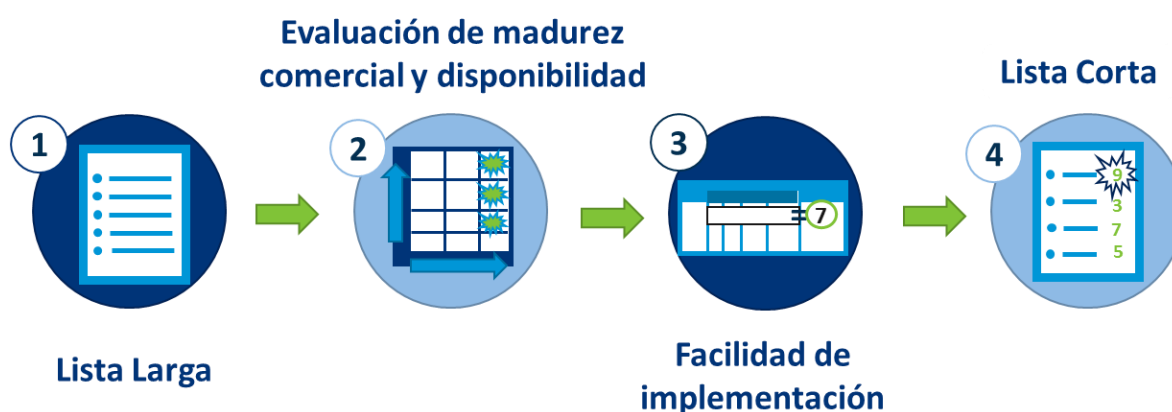


Metodología de Priorización de Tecnologías Limpias

Después de identificar los puntos críticos en huella de carbono y huella hídrica, se identificó una lista larga de 100 tecnologías y prácticas del sector agroalimentario enfocadas en la mitigación y adaptación al cambio climático en los puntos críticos¹⁷.

Partiendo de la lista larga de tecnologías y prácticas, se eliminaron las prácticas y tecnologías inmediatamente identificadas como menos viables (se puede consultar el listado de tecnologías no incluidas y la razón en el anexo 5). A continuación, se evaluó su madurez comercial y disponibilidad en Chile, para luego filtrar aquellas que se evaluarán más en detalle a nivel de facilidad de implementación en Chile para pasar finalmente a una lista corta, como se resume en la siguiente figura.

Figure 3. Proceso de priorizar las tecnologías y de filtrar de un listado de 100 tecnología y prácticas



Lista Larga

Aunque el enfoque de este proyecto son las tecnologías, es importante notar que hay muchas prácticas que también reducirían el impacto ambiental en el sector agroalimentario. Además, muchas de estas prácticas tienen un costo insignificante. A continuación se presenta la lista larga de tecnologías y prácticas limpias identificadas:

Bovino Leche – Producción Primaria

Tabla 3 Tecnologías bovino leche - producción primaria

No.	Enfoque	Tecnología o mejor práctica
1	Ordeña	Selección de la bomba de vacío adecuada para velocidad variable
2		Variador de velocidad (VSD)
3		Pre-enfriadores

¹⁷ Se utilizó el punto crítico del nivel alto de la cadena, por ejemplo, la producción primaria (es decir no de la segunda derivada, por ejemplo la limpieza) para enfocar la identificación de tecnologías. Una excepción es la cadena de producción de bovino de carne, porque no hay muchas tecnologías en la producción primaria (el punto crítico). En este caso, también se identificaron tecnologías de la etapa de procesamiento. Otra excepción es la cadena agro; que en general hay más soluciones técnicas y emisiones de GEI por el lado del procesamiento, pero hay más PYMES por la producción primaria.

4	Enfriamiento de la leche	Tanques de enfriamiento con expansión directa de alta eficiencia
5		Bombas de leche de velocidad variable
6		Compresores de espiral para el enfriamiento
7		Refrigerantes alternativos
8		Buen Mantenimiento
9	Calentamiento del agua: limpieza del sistema de ordeña	Unidad de recuperación de calor de refrigeración
10		Calentamiento del agua con energía solar
11		Caldera de Condensación
12		Caldera de Biomasa
13		Economizador
14		Productos de limpieza de uso eficiente de agua y su calentamiento
15		Eliminar pérdidas del sistema mediante mantenimiento y diseño
16	Bombeo de agua y efluentes	Selección de bomba y motores adecuados
17		Tamaño óptimo del diámetro de tuberías (costo inicial/costo funcionamiento)
18	Uso de energía	Digestión Anaeróbica y Biogás a partir de estiércol
19		Calor de biomasa y cogeneración
20		Energía Solar fotovoltaica
21		Microturbina eólica
22		Climatización geotérmica de baja entalpía
23		Energía Geotérmica de alta entalpía
24	Otras	Calefacción de la sala de ordeña por sistema de calefacción de conductos
25		Calefacción de la sala de ordeña para personas por calentador radiante
26		Sistemas de ventilación eficientes
27		Sistemas de iluminación eficientes

Las etapas de producción primaria (cría de ganado) de las cadenas bovino leche y bovino carne comparten tecnologías y mejores prácticas para reducir GEI las cuales han sido agrupadas en esta etapa de la cadena.

Bovino leche y carne – Producción Primaria (cría de ganado)

Tabla 4 Tecnologías bovino leche y carne – Producción Primaria (cría de ganado)

No.	Enfoque	Tecnología o mejor práctica
1	Gestión de pasturas	Manejo de Pasturas con leguminosas entre siembra
2		Recuperación y renovación de pasturas
3		Prácticas de Pastoreo mixto
4		Sistemas integrados de cultivos, ganadería y silvicultura
5		Alimentación en sistemas pastoriles naturales ¹⁸

¹⁸ Los rumiantes son los mayores emisores de metano debido a las características distintivas de su sistema digestivo. Sin embargo, la cantidad de metano producida y excretada por un animal depende principalmente de la cantidad y calidad del alimento consumido. En este sentido existe numerosa evidencia científica de que el tipo de dieta tiene un efecto sobre la producción de CH₄. Un aumento en el uso de concentrados en la dieta disminuye en gran medida la metanogénesis por unidad de alimento ingerido (Johnson y Johnson, 1995; Martin et al, 2010).

6	Producción de alimentos para ganado	Reducir uso de fertilizantes
7		Uso de químicos fijadores de nitrógeno para reducir pérdidas de N ₂ O
8		Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y dirección asistida para la aplicación precisa de fertilizantes
9		Tractores y maquinaria: Selección de la herramienta adecuada para el trabajo, correcto lastrado, velocidad, presión de los neumáticos y configuración del equipo.
10	Cría	Selección Genética hacia animales más eficientes, y con características bajas en producción de metano (heterosis)
11		Gestión Reproductiva: Optimización del desempeño reproductivo
12		Gestión de rebaños: Aumento de la Vida Productiva de los Animales
13		Gestión de rebaños: menor intervalo de parto, menor edad al primer parto para vaquillas, menor tasa de sacrificio
14		Gestión de rebaños: programas de cría y mejores prácticas
15	Alimentos y agua	Cambio de alimentación: alimentación de precisión
16		Cambio de alimentación: mejoras en la calidad del forraje
17		Cambio de alimentación: mejoras dietéticas y sustitutos
18		Cambio de alimentación: suplementos
19		Sistemas de bombeo fotovoltaico
20	Salud del animal	Tratamientos para mejorar la salud del animal
21		Compartir información mediante SMS sobre las mejores prácticas (ej. iCow)
22		Collares o Píldoras Inteligentes de control de salud (E-pill)
23	Gestión de estiércol	Deposición y aplicación de estiércol a suelos
		Aplicación con carros purineros
24		Biodigestores de procesos anaeróbicos y producción de biogás con estiércol
25		Control de Temperatura y aireación de estiércol
26		Instalación de recolección y almacenamiento de estiércol
27		Control con cubiertas en almacenamiento de estiércol
28	Modificación del rumen	Transferencia del microbioma de rumiantes que producen pocas cantidades de metano - Modificación del Rumen (dieta)
29		Vacunas que reducen la producción de metano en el rumen
30		Inhibidores de microorganismos del rumen productores de metano

En general, con una dieta rica en granos, altamente energética, el animal genera alta fermentación entérica y produce purines con alta capacidad de producir metano a través de procesos de fermentación anaeróbica. En cambio, con una dieta rica en fibra como son los forrajes utilizados en sistemas pastoriles, la capacidad de los purines de emitir metano puede disminuir hasta en un 50 %. Sin embargo, las dietas altamente energéticas tienen una elevada digestibilidad, con un consecuente menor volumen de excretas eliminado por el animal. (Hindrichsen et al., 2005)

Es importante destacar el tipo de manejo que se le dan a los purines. Cuando se manejan purines sólidos para su compostaje o se utilizan como fertilizantes orgánicos se desarrollan procesos de descomposición aeróbica con muy baja producción de metano. Por el contrario, los purines manejados con efluentes líquidos favorecen la proliferación de las bacterias productoras de metano. (Hindrichsen et al., 2005).

(Animut, 2005) (Hindrichsen, 2005) (Johnson, 1995) (Matin, 2010)

Bovino – Carne Procesamiento

El punto crítico para la cadena bovino-carne es la producción primaria donde las emisiones son significativas y participan bastantes PYMEs. Por otro lado, en la etapa de procesamiento hay más soluciones tecnológicas, pero es importante notar que hay un número muy limitado de PYMEs participando en esta etapa de la cadena. A continuación, se presentan las soluciones tecnológicas para la etapa de procesamiento.

Tabla 5 Tecnologías bovino-carne procesamiento

No	Tecnología
1	Variador de velocidad de ventiladores para optimización de refrigeración
2	Producción de Biogás
3	Calderas Energéticamente Eficientes
4	Automatización y sincronización de cintas transportadoras
5	Iluminación eficiente
6	Tecnologías de tratamiento alternativas para la conservación de la carne
7	Reducción de uso de energía gracias a enzimas (ej: biopreservación)
8	Refrigerantes alternativos

En las cadenas agro de frutas, viñas, cultivos anuales, y hortalizas la etapa de procesamiento genera significantes emisiones, pero con una participación de PYMEs menos significativa. En este caso, se optó por identificar tecnologías y mejores prácticas que abarcan las dos etapas, producción primaria y procesamiento, para garantizar una participación de PYMEs más significativa. Encontramos que los sectores de agro de frutas, viñas, cultivos anuales y hortalizas comparten casi todas las tecnologías y mejores prácticas y por lo tanto se presentarán agrupando estos sectores.

Agro-cadenas (frutas, viñas, hortalizas y cultivos anuales)

Tabla 6 Tecnologías Agro-cadenas (frutas, viñas, hortalizas y cultivos anuales)

No.	Enfoque	Tecnología	Fase de producción
1	Operaciones de campo	Uso Eficiente de Equipo de Campo (configuración maquinaria según los requerimientos)	Producción Primaria
2		Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y dirección automática	Producción Primaria
3	Secado y Deshidratado	Mantenimiento de secadores	Procesamiento
4		Túnel de secado Solar	Procesamiento
5		Uso de energía solar para calentar el aire de secado	Procesamiento
6		Secadores de Flujo Mixto	Procesamiento
7		Secadores verticales con flujo lateral	Procesamiento
8		Quemadores de gas radiativos	Procesamiento
9	Agua	Sistemas de bombeo fotovoltaico	Producción Primaria
10		Sistemas de riego por gravedad	Producción Primaria

11		Riego mecanizado de eficiencia de riego: goteo, aspersión, microaspersión, pivote	Producción Primaria
12		Automatización: programadores de riego	Producción Primaria
13		Boquillas de alta precisión de flujo	Producción Primaria
14		Sensores sensibles	Producción Primaria
15		Membranas de exudación	Producción Primaria
16		Herramientas informáticas para riego en momento óptimo	Producción Primaria
17		Sistemas de riego por gravedad	Producción Primaria
18	Agronomía	Mejores prácticas agronómicas que incrementen los rendimientos y generen mayores entradas de materia orgánica pueden conducir a un mayor almacenamiento de carbono en el suelo	Producción Primaria
19		Sistemas de cultivo menos intensivos	Producción Primaria
20		Proporcionar cobertura vegetativa temporal entre los cultivos agrícolas.	Producción Primaria
21		Labranza Reducida: Cambio de labranza convencional a su reducción o eliminación	Producción Primaria
22	Gestión Mejorada de Nutrientes	Reducción en la tasa de aplicación de fertilizante	Producción Primaria
23		Sincronización del Tiempo de Aplicación de Fertilizante según la demanda del cultivo	Producción Primaria
24		Optimización del área de aplicación de fertilizante	Producción Primaria
25		Fertilizantes con tasa de liberación lenta	Producción Primaria
26		Agricultura de precisión	Producción Primaria
27	Eficiencia Energética	Sistemas de iluminación eficientes	Ambos
28		Automatización y sincronización de cintas transportadoras	Procesamiento
29		Aislamiento correcto para almacenamiento en frío	Procesamiento
30		Ahorro de energía en el suministro de aire comprimido	Procesamiento
31		Motores y bombas eficientes en energía	Procesamiento
32		Optimización de calderas: tamaño, presión y temperatura adecuada del vapor, etc.	Procesamiento
33		Sistemas de Refrigeración Eficientes	Procesamiento
34		Intercambiador de calor en sistemas de recuperación de calor	Procesamiento
35		Refrigeración solar	Procesamiento
36		Cobertura aislante tipo SuperTherm	Procesamiento

37	Energía	Direccionamiento de luz solar	Procesamiento
38		Climatización geotérmica de baja entalpía	Procesamiento
39		Biodigestores	Procesamiento
40		Microturbina eólica	Procesamiento
41		Microturbina hidráulica	Procesamiento
42		Sistemas fotovoltaicos selectivos de longitud de onda (WSPV) para invernaderos	Producción Primaria
43		Energía Solar Fotovoltaica	Ambos
44		Energía Geotérmica de alta entalpía	Producción Primaria

Es importante mencionar que las tecnologías de riego por goteo, aspersión, microaspersión y pivote son antiguas y altamente introducidas en Chile. Sin embargo, los avances en estas tecnologías están precisamente en el mejoramiento de las partes y prácticas que las componen; y la automatización del proceso. Algunos de los aspectos son, asegurar las condiciones de limpieza del agua mediante filtro hidráulico de autolimpieza y operación automática, monitoreo de la humedad mediante sensores y membranas, monitoreo de las condiciones de desarrollo de las plantas por sensores; y otros, como activación de riego y boquillas más precisas con monitoreo automático de caudales y presión.



Diagnóstico de madurez comercial

Al tener una lista tan amplia de tecnologías y prácticas, se realizó una priorización de las tecnologías más adecuadas para los objetivos de este estudio. En consecuencia, como este estudio está enfocado en la implementación de tecnologías, se dejaron de lado las prácticas de gestión que aportan a la mitigación y adaptación al cambio climático. Sin embargo, se debe considerar que la incorporación de buenas prácticas es de todas formas la condición habilitante más importante para que la tecnología alcance su potencial y además, son las opciones más fáciles y de menor costo a implementar para reducir el impacto ambiental. Si es que estas prácticas no se incorporan al mismo tiempo que las tecnologías, se dificulta la optimización del paquete tecnológico productivo en el cual se va a intervenir. En Chile, algunos programas del gobierno siguen la modalidad de programas de extensionismo (estos incluyen acompañamiento técnico y mejores prácticas) que difieren de programas que solo transfieren la tecnología. Se puede ver el listado de estas prácticas y algunas tecnologías menos viables en el anexo 5.

Así mismo, se evaluaron las tecnologías del listado agrupándolas en tecnologías similares y se priorizaron las principales tecnologías con acción en los puntos críticos en huella de carbono y consumo hídrico, según su grado de disponibilidad en Chile, lo que se refiere a su grado de necesidad tecnológica, y a su grado de madurez comercial en la situación nacional.

En resumen, se busca evaluar qué tecnologías se pueden implementar en las PYMES y cuáles son las que lograrían mayor nivel de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

Metodología

Para evaluar la madurez comercial de las tecnologías y su nivel de disponibilidad en Chile se consensuó la percepción de distintos actores claves del ecosistema: gobierno, PYMES, proveedores tecnológicos, bancos, y juicio de expertos locales e internacionales. Se realizaron entrevistas (ver formato de las entrevistas y los resultados en el anexo 3) y se realizó un taller en Santiago donde participaron actores del gobierno, banco, PYMES y expertos locales.

Hemos categorizado las tecnologías en 12 categorías, según la madurez comercial y la disponibilidad de uso en Chile. Estas son:

1. Tecnología no disponible e incipiente (A,1)
2. Tecnología no disponible, pero podría tener una introducción comercial media (A,2)
3. Tecnología no disponible, pero podría tener una introducción comercial avanzada (A,3)
4. Disponible con necesidad de validar a las condiciones locales, y aún es una tecnología incipiente (B,1)
5. Disponible con necesidad de validar a las condiciones locales, y con una introducción comercial media (B,2)
6. Disponible con necesidad de validar a las condiciones locales, y con una introducción comercial avanzada (B,3)
7. Disponible con necesidad de fomentar su uso, y aún es una tecnología incipiente (C,1)
8. Disponible con necesidad de fomentar su uso y con una introducción comercial media (C,2)
9. Disponible con necesidad de fomentar su uso, y con una introducción comercial avanzada (C,3)
10. Disponible en Chile, pero aún la tecnología es incipiente (D,1)
11. Disponible en Chile y con una introducción comercial media (D,2)
12. Disponible en Chile y con una introducción comercial avanzada (D,3)

Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 7. Categorización de tecnologías según madurez comercial y disponibilidad en Chile

Situación de la tecnología en el país	Disponible sin limitaciones (D)		<ul style="list-style-type: none">• Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y autosteer• Secadores verticales de flujo lateral	<ul style="list-style-type: none">• Riego mecanizado 1era generación: Riego por goteo y aspersión, Programadores manuales, boquillas normales, Sistemas de riego por gravedad• Riego mecanizado 2da generación: Sensores de humedad y estaciones meteorológicas, Programadores semi-manuales• Sistemas de iluminación eficientes• Energía Solar Fotovoltaica• Variador de velocidad (VSD)• Sistemas de ventilación eficientes• Aplicación con carros purineros• Secadores de flujo mixto
	Disponible con necesidad de fomentar su uso (C)		<ul style="list-style-type: none">• Sistemas fotovoltaicos selectivos de longitud de onda (WSPV) para invernaderos• Tanques de enfriamiento con expansión directa altamente eficientes• Refrigeración solar	<ul style="list-style-type: none">• Tecnologías de secado solar• Calentamiento del agua con energía solar• Sistemas de bombeo fotovoltaico• Quemadores de gas radiativos• Agricultura de Precisión• Biodigestores y producción de biogás• Caldera de biomasa• Refrigerantes alternativos• Unidades de recuperación de calor de refrigeración• Intercambiador de calor en sistemas de recuperación de calor• Riego mecanizado 3era generación: Control de riego a distancia y alarmas, boquillas de alta precisión de flujo, membranas de exudación.• Pre-enfriadores• Cobertura aislante tipo SuperTherm• Calderas de Condensación• Compresores de espiral para el enfriamiento• Separadores de residuos sólidos y líquidos• Direccionamiento de luz Solar
	Disponible con necesidad de validar a las condiciones locales (B)			<ul style="list-style-type: none">• Micro turbina eólica• Micro turbina hidráulica• Climatización geotérmica de baja entalpía
	No disponible (A)	<ul style="list-style-type: none">•Energía geotérmica de alta entalpía•Uso de químicos fijadores de nitrógeno•Vacunas que reducen la producción de metano en el rumen•Inhibidores de microorganismos del rumen productores de metano•Tecnologías de Tratamientos de conservación de la carne alternativos•Reducción de uso de energía gracias a enzimas	<ul style="list-style-type: none">• Collares o Píldoras Inteligentes de control de salud (E-pill)	
		Incipiente (1)	Media (2)	Avanzada (3)
Madurez Comercial				

Al analizar la situación actual de las tecnologías limpias en Chile, encontramos que algunas tecnologías ya están operando en Chile hace varios años. Algunas de estas tecnologías enfocadas principalmente a la eficiencia energética son los sistemas de iluminación eficientes, automatización y sincronización de mecanismos de movimiento de los productos, variadores de velocidad (VSD) y variadores de frecuencia, tecnologías de pre-enfriadores y aislamiento correcto de almacenamiento en frío con diferentes materiales y por sobre todo el uso de la energía solar fotovoltaica, tanto para el funcionamiento de riego y plantas de proceso. Otra tecnología enfocada a la eficiencia hídrica que ya es empleada, es el riego mecanizado, ya sea por goteo, presurización, aspersión o microaspersión. Todas estas tecnologías aportan a la adaptación y mitigación al cambio climático y sin duda se ha podido notar un cambio significativo en la huella de carbono de estas prácticas a diferencia de sus antiguas formas de operar, sobre todo por las grandes empresas. Hay PYMES que han implementado algunas de estas tecnologías, pero también existen otras que no han implementado ninguna.

Por otro lado, hay tecnologías que sí son aplicables en Chile, pero aún están en forma muy incipiente. Paralelamente, hay otras tecnologías que sí están disponibles en Chile, pero que aún no son totalmente comerciales, y otras, necesitan incentivos o adaptación a al territorio chileno para poder ser totalmente operativas. Es clave notar que algunas tecnologías que aparentemente parecieran estar en Chile en la realidad física no lo están. Esto se debe a proveedores tecnológicos que tienen la representación de tecnologías pero que no tienen un stock de productos en Chile; es decir las tecnologías aparecen disponibles en su página web, pero probablemente solo las importarán una vez que tengan una demanda significativa en volumen. Por otro lado, en general las PYMES no compran tecnologías que desconocen y que no pueden verlas en campo en operación o en talleres demostrativos.

Hay un grupo de tecnologías que sí están disponibles en Chile, y se han comercializado en baja medida por grandes empresas, ya que por lo general son de altos costos y faltan incentivos para que pequeñas empresas puedan acceder a ellas, como por ejemplo los biodigestores o la agricultura de precisión.

A continuación se presenta la clasificación de tecnologías, correspondiente a la tabla anterior, más factibles de ser incorporadas por las empresas objetivo del presente estudio, en orden de factibilidad decreciente.

1. Disponible en Chile y con una introducción comercial avanzada (D,3)

Se trata de opciones que son comerciales, están ampliamente validadas y están disponibles en el mercado chileno. Están en algunas empresas chilenas y son reconocidas como opciones que permiten mejorar la eficiencia y rentabilidad de procesos productivos. En el caso específico de la “Energía Solar Fotovoltaica” y la “Energía Eólica”, es importante considerar que su aprovechamiento debería realizarse, solo después de haber implementado todas las acciones y prácticas que permitan realizar un uso más eficiente de la energía en los procesos productivos.

2. Disponible con necesidad de fomentar su uso, y con una introducción comercial avanzada (C,3)

Son tecnologías que están disponibles, con madurez comercial en Chile y que han sido validadas internacionalmente. Son opciones que permiten mejorar la eficiencia energética y disminuir las emisiones GEI, pero son pocas empresas las que las han incorporado, por lo que necesitan mayores incentivos para que PYMES puedan hacer uso de ellas. Son una interesante opción para este estudio.

3. Disponible con necesidad de validar las condiciones locales y con una introducción comercial avanzada (B,3)

Si bien se trata de tecnologías que se utilizan en forma masiva a nivel internacional, en la realidad nacional, su implementación por las PYMES puede ser más difícil en el corto plazo, ya que se necesitan ciertas condiciones habilitantes que no todas las PYMES tienen.

4. Tecnología no disponible, pero podría tener una introducción comercial avanzada (A,3)

Puede ser una interesante opción, que permita la difusión masiva de las mejores prácticas y opciones técnicas disponibles, para mejorar la eficiencia de los procesos productivos.

A continuación, se muestran dos tablas con las tecnologías priorizadas que hacen respuesta a los puntos críticos.

Tabla 8. Tecnologías Disponible en Chile y con una introducción comercial avanzada (D,3)

Puntos Críticos	Tecnologías (D,3)
Agro	
Producción Primaria	Sistemas de iluminación eficientes
	Energía Solar Fotovoltaica
	Energía eólica
Procesamiento	Energía Solar Fotovoltaica
	Energía eólica
	Variador de velocidad (VSD)
	Sistemas de iluminación eficientes
	Sistemas de ventilación eficientes
	Secadores de flujo mixto
Sector Bovino	
Producción Primaria	Sistemas de iluminación eficientes
	Energía Solar Fotovoltaica
	Variador de velocidad (VSD)
	Energía eólica
	Sistemas de ventilación eficientes
	Aplicación con carros purineros
Huella Hídrica	

Producción Primaria (Agro y Bovino)	Riego mecanizado 1era generación: Riego por goteo y aspersión, Programadores manuales, boquillas normales, Sistemas de riego por gravedad
	Riego mecanizado 2da generación: Sensores de humedad y estaciones meteorológicas, Programadores semi-manuales

En el caso específico de la “Energía Solar Fotovoltaica” y la “Energía Eólica”, es importante considerar que su aprovechamiento debería realizarse, solo después de haber implementado todas las acciones y prácticas que permitan realizar un uso más eficiente de la energía en los procesos productivos. Esto, porque en caso contrario, solamente se trata de un cambio de la fuente energética (total o parcial), pero no de la eficiencia con la cual se utiliza la energía en el proceso productivo de esa empresa.

Tabla 9 Disponible con necesidad de fomentar su uso y con una introducción comercial avanzada (C,3)

Puntos Críticos	Tecnologías (C,3)
Agro	
Producción Primaria	Caldera de biomasa
	Agricultura de precisión
	Sistemas de bombeo fotovoltaico
	Bioenergía a partir de residuos agrícolas
Procesamiento	Refrigerantes alternativos
	Tecnologías de secado solar
	Calentamiento de agua con energía solar
	Quemadores de gas radiativos
	Sistemas de recuperación de calor
	Aislamiento correcto de almacenamiento en frío
	Calderas de condensación
	Caldera de biomasa
Sector Bovino	
Producción Primaria	Biodigestores
	Sistemas de ventilación eficientes
	Biogás y digestión anaeróbica
	Pre-enfriadores
	Compresores de espiral para el enfriamiento
	Calentamiento de agua con energía solar
	Sistemas de recuperación de calor
	Calderas de condensación
	Aislamiento correcto de almacenamiento en frío
Huella Hídrica	

Producción Primaria (Agro y Bovino)	Riego mecanizado de 3era generación: control de riego a distancia y alarmas, boquillas de alta precisión de flujo, membranas de exudación
	Agricultura de precisión

En el caso específico de la “Caldera de biomasa” y “Biodigestores”, es importante considerar que su aprovechamiento debería realizarse, solo después de haber implementado todas las acciones y prácticas que permitan realizar un uso más eficiente de la energía en los procesos productivos. En relación a “biogás y digestión anaeróbica”, es importante considerar que la digestión anaeróbica es un proceso bioquímico, que produce biogás; el cual se realiza en un biodigestor. La necesidad de un incentivo para su implementación hace que sea más compleja su masificación en las empresas, en el corto plazo. También se debe considerar que en algunos casos, en función del impacto que genere su potencial operación, es necesaria la tramitación ambiental de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA), a forma de obtener la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que autorice su funcionamiento, proceso que tiene una duración variable, en función del tamaño e impacto que produzca la instalación en el territorio.

Identificación de programas públicos para acelerar la innovación de las tecnologías:

A continuación, se presenta un breve resumen los programas existentes en Chile que pueden apoyar la innovación de las tecnologías identificadas según su nivel de madurez comercial.

En la sección anterior se clasificó cada una de las tecnologías según su madurez comercial, ahora se presenta qué tipo de programa existente en Chile puede ayudar a progresar la madurez comercial de estas tecnologías.

Programas de fomento para tecnologías no disponibles

Las tecnologías que aún no se encuentran disponibles en Chile, podrían beneficiarse de programas de investigación académica, [Innova Chile](#) y centros de excelencia de CORFO.

Programas de fomento para tecnologías disponibles, pero con falta de desarrollo

Las tecnologías que se encuentran disponibles con necesidad de validar a las condiciones locales y/o con necesidad de fomentar su uso, se podrían beneficiar de programas como [“Start-up Chile”](#).

Programa de fomento para tecnologías disponibles

Las tecnologías que ya se encuentran disponible sin limitaciones se podrían potenciar con los programas de [“Desarrollo Competitivo CORFO”](#), [“Programas de Inversión y Financiamiento CORFO”](#) [“FOGAPE”](#) y el [“Fondo Verde del Clima”](#).



Facilidad de implementación: La implementación de medidas de mitigación y adaptación por PYMES

Los resultados de las entrevistas hechas como parte del análisis de la última sección mostraron que la gran mayoría de las tecnologías con un estado de madurez comercial son parte de la oferta de tecnologías de proveedores en Chile. Finalmente, hubo aproximadamente 40 tecnologías evaluadas como potenciales para un proyecto que impulse su uso por PYMES en el sector agroalimentario. Esto nos lleva a las siguientes preguntas: ¿Cómo se podrían implementar estas tecnologías en las PYMES? y si ¿Habría un orden de implementación en cada tecnología?

En la publicación “a proposed Energy Hierarchy”, se identificaron 4 pasos en el proceso de mejoramiento de la eficiencia energética en las empresas y podría servir de ejemplo en la introducción de otro tipo de tecnologías en las PYMES. Estos pasos se describen a continuación (Wolfe, 2005).

Jerarquización de Pasos en el Proceso de Avanzar en la Eficiencia de Energía

El orden de pasos en el proceso de mejoramiento de la eficiencia energética ofrece un marco para la priorización de proyectos con otras tecnologías limpias a nivel de organización. La jerarquía presenta una priorización de cuatro pasos en base a la



Figura 4. Jerarquización de Pasos en el Proceso de Avanzar en la Eficiencia de Energía

rentabilidad y facilidad de implementación de distintos tipos de proyectos.

-**Primer paso:** Minimizar residuos energéticos. Consiste en implementar cambios que no tengan costos, por ejemplo, el cambio de comportamiento de empleados para apagar las luces.

- **Segundo Paso:** Implementación hacia mayor eficiencia energética. Por ejemplo, el recambio de iluminación con luces LED.

- **Tercer Paso:** Implementación de fuentes de energías renovables.

-**Cuarto Paso:** Implementación de

“offsets” para reducir las emisiones de GEI asociados al gasto energético de la organización.

Es muy común ver organizaciones que prefieren implementar la energía renovable por ser una tecnología nueva, visible, que representa la innovación y no hay preocupación de implementar en primera instancia medidas de eficiencia energética, o medidas que no tienen costo. Además, la eficiencia energética es un buen caso de negocio y es clave para alcanzar los compromisos del Acuerdo de París.

Cabe notar que otro marco para la priorización de tecnologías son las curvas de costo de abatimiento o reducción marginal (MAC curves en inglés). Las curvas MAC son un punto de partida acerca de la rentabilidad de la inversión el cual es un

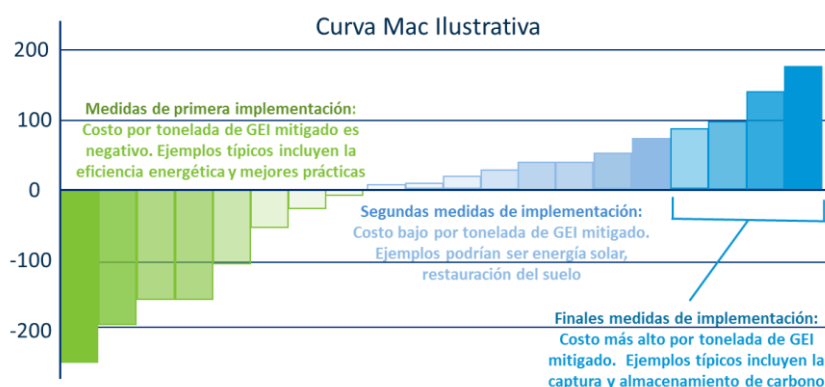


Figura 5. Curva MAC Ilustrativa (no basado en datos)

Fuente: elaborado por Carbon Trust, 07.07.2018

componente que se incluye en la metodología “jerarquización de las tecnologías” que se explica en la siguiente sección. Cualquier tecnología que está debajo del eje X produce más ahorros energéticos que el costo de la tecnología, mientras las tecnologías encima del eje X tienen costos no recuperados por los ahorros energéticos. Las curvas MAC son distintas para países diferentes. Sin embargo, en general y conforme con la jerarquía, las Curvas MAC muestran que la eficiencia energética es más rentable que los renovables.

Como este proyecto se enfoca en las tecnologías, se obviará el primer paso descrito en la jerarquización del proceso de mayor eficiencia de energía: las medidas sin costo. No obstante, las mejores prácticas identificadas y otras medidas sin costo para mitigar el cambio climático, fueron presentadas en las tablas de la primera sección del reporte para reconocer su importancia. Esta sección en tanto, solo se enfoca en tecnologías.

Cabe notar que la jerarquía en la energía se aplica a medidas de mitigación del cambio climático. Por esto, se consideran las tecnologías de adaptación aparte.

Metodología: Aplicación de la jerarquización en la eficiencia energética

Se aplicó una versión adaptada de la jerarquía en la energía, que se llama “facilidad de implementación” al listado de tecnologías identificadas en este análisis. El listado de 27 tecnologías de C3 y D3 de la Tabla 7 contiene una gran variedad de tecnologías en términos de casos de negocios y su facilidad de implementación, por lo que se considera que este análisis refleja estas diferencias. **Error! Reference source not found.**

Conforme con la idea fundamental de la jerarquía en la energía, se categorizó cualitativamente las tecnologías por la facilidad de implementación. Para ello se consideraron los siguientes aspectos:

- **Sencillez de implementación:** ¿es una tecnología sencilla de implementar técnicamente?
Orientación Racional: *tecnologías menos complicadas tienen menos barreras para la implementación. Típicamente las PYMES no han implementado medidas de mitigación y se recomienda empezar con las tecnologías más básicas y menos complicadas.*
- **Nivel de versatilidad de la tecnología:** ¿el sistema o la tecnología tiene que ser muy personalizado o adaptado a la situación específica o de calidad del predio?
Orientación Racional: *Es más difícil evaluar el caso de negocio para tecnologías que tienen que ser más adaptadas a los recursos o ambiente del predio, que para todo un sector. El nivel de individualización también puede significar más barreras a la implementación que otras tecnologías.*
- **Consideración financiera de la tecnología:** ¿Es rentable la tecnología? ¿Tiene un periodo de recuperación corto o mediano?
Orientación Racional: *la rentabilidad es una consideración muy importante como se vio tanto en el marco de curvas MAC como en la jerarquización del mejoramiento energético. Idealmente, primero se implementan solo acciones que resulten en ahorros energéticos y luego aquellas que tienen una recuperación menor a 5 años. Cabe destacar que cada tecnología, solo se evaluó de una forma cualitativa, es decir, no se recopiló información de precios de cada tecnología, esta información se levantó en base a percepciones.*
- **Impacto de mitigación:** ¿Tiene esta tecnología impacto significativo de reducir emisiones de GEI?
Orientación Racional: *La gran mayoría de las tecnologías identificadas sí tienen un impacto relevante para este estudio. Sin embargo, durante la etapa de identificación, se observaron algunas tecnologías que solo tienen impacto significativo en ciertos casos. Por ejemplo, la bomba de leche de velocidad variable tiene mucho más sentido en regiones con una escasez de agua o baja presión de agua. Mientras este estudio aborda la escasez de agua de Chile por las tecnologías de riego identificados, el sector lácteo está situado en el sur del país con mayor disponibilidad de recursos hídricos.*

Resultados: Aplicación de la Jerarquización en la eficiencia energética

En esta sección se presentan los resultados de la aplicación del método de jerarquización en la eficiencia energética por cada tipo de tecnología, con posibles soluciones

tecnológicas para disminuir las emisiones de GEI, huella hídrica y gasto energético. Algunas tecnologías son más difíciles de implementar por PYMES, ya sea por las características del predio, consideraciones culturales, inversión inicial, tiempo para la implementación y nivel de individualización de la tecnología.

Considerando la jerarquización en la eficiencia energética, se efectuó una recopilación de información de cada una de las tecnologías y se priorizaron según su facilidad de implementación para cada una de las necesidades tecnológicas. Después se fijó un puntaje para el rendimiento de cada tecnología en función de la sencillez de implementación, nivel de versatilidad, y consideración financiera (no incluyó impacto de mitigación dado que se considera que todas las tecnologías en esta etapa de priorización tienen un rendimiento suficiente). Finalmente, se priorizaron las tecnologías finales que tuvieran un puntaje alto. Se puede ver una imagen del ejercicio de puntaje en el anexo 7.

En la siguiente sección se presentan las tecnologías que tuvieron un alto puntaje. Se pueden encontrar las tablas de las otras tecnologías estudiadas en el anexo 6.

Tecnologías de generación de energía

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas
- Usos: Energía en forma de calor y electricidad para el funcionamiento de procesos tanto en la etapa productiva como en la etapa de procesos de las cadenas.

1. Energía Solar Fotovoltaica y Energía Solar Térmica

Tabla 10. Descripción Energía Solar Fotovoltaica y solar térmica (se incluye en Descripción Tecnología y Consideración financiera)

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según como capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de	Fácil. Pese a que existen kits del tipo "hágalo usted mismo", el uso de estos equipos por parte de las empresas requiere de conocimiento	Media. Pese a que los equipos para la producción de energía son estándar, se requiere de una instalación especial que se complementa con	La rentabilidad está directamente ligada al nivel de radiación solar, lo que significa que la rentabilidad puede variar mucho en un país como Chile con tanta diversidad climática. Además, el caso de negocio dependerá de las otras opciones: combustible versus electricidad. Gran inversión, pero gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el costo de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron los primeros paneles. A su vez la eficiencia y el costo medio de generación	El desarrollo de tecnologías solares limpias supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independiente de importaciones. Aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación,	En esta área Chile tiene el potencial más alto del mundo, debido a que el desierto de Atacama tiene los sectores con más alta radiación en el planeta. En la cordillera de Domeyko, por ejemplo, una cadena montañosa con elevaciones de hasta 5.000 metros, la radiación anual llega a los 310 Watts por metro cuadrado (puede llegar a los 325-330 W/m ²), e incluso cuando hay nubes ofrece un promedio de más de 300 W/m ² , según un estudio realizado por investigadores de la U. de Chile en 2015. Al mediodía se pueden superar los 1.000 W/m ² en algunas zonas de Calama. Eso ha	El uso de equipamiento de producción de energía eléctrica fotovoltaica es ampliamente conocido por las empresas. No hay restricciones culturales a su uso, sólo consideraciones del

paneles fotovoltaicos y colectores solares térmicos para recolectar la energía. En la actualidad, la energía fotovoltaica genera el 7% de la electricidad del país y representa el 44% de la producción de energías limpias. Para más información respecto al calentamiento del agua mediante energía solar (calentadores térmicos) favor de ver la tabla de calentamiento del agua con energía solar debajo.	técnico para la etapa de instalación.	el sistema actual eléctrico de cada empresa.	eléctrica ya es competitivo con las energías no renovables en un creciente número de regiones geográficas. Otras tecnologías solares, como la energía solar termoeléctrica, están reduciendo sus costes también de forma considerable. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados como inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ser ampliamente difundidas.	disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles.	ayudado a que el desarrollo de la energía solar en Chile haya sido tan rápido, aunque no sea el país que más produce en el mundo. Chile pasó de 11 megavatios en 2013 a 850 en 2015. El tiempo de implementación puede durar hasta 3 años.	tipo "costo-beneficio".
---	---------------------------------------	--	--	--	--	-------------------------

(International Energy Agency, 2011), (El periodico de la energía, 2014), (La Tercera, 2017)

Producción de bioenergía a partir de residuos agrícolas

- Cadenas: Bovino para producción de leche y carne y todas las cadenas del agro.
- Usos: Reutilización de materia orgánica y purines para la generación de calor, energía y fertilizante.

1. Biodigestores

Otra tecnología para obtención de energía de forma indirecta, son los biodigestores, de los cuales, además de obtener energía en forma de biogás, se obtiene biofertilizante.

Tabla 12. Descripción Biodigestores

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Un biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita materia orgánica como; desechos vegetales y frutales (excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano (biogás) y un subproducto líquido (biol), el cual es el	Medio. No es tan fácil de implementar, se requiere de capacitación técnica y para la implementación de biodigestores grandes se debe tramitar una RCA.	Alto, existen distintos tipos de biodigestores, para diferentes objetivos. Ej biodigestores para purines: (A) biodigestores de mezcla completa, (B) biodigestores de flujo pistón, o	Medio. Depende del tipo de biodigestor según el objetivo de la incorporación de residuos. Si es para producción de biogás es más caro. Sin embargo, se han incorporado sistemas medianos	Este tipo de tecnología tiene un gran potencial para el cuidado del ambiente ya que disminuye la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas y además se produce una fuente de energía relativamente limpia. Una de las características más importantes de la biodigestión es que disminuye el potencial contaminante de los excrementos de origen animal, disminuyendo la Demanda Química	En la actualidad convive la instalación de biodigestores tubulares familiares, fabricados en plástico de invernadero, con biodigestores productivos fabricados en geomembranas de PVC o polietileno, de mucha mayor durabilidad y en mayores tamaños. En Chile el abanico de tecnologías de biodigestores aún está en desarrollo, para lograr una consolidación del sector. En el sur de Chile, sus condiciones climáticas frías y nubladas, lo diferencian de la región andina en el norte, donde a pesar del frío, se desarrolló la calefacción solar pasiva que aprovecha la radiación solar, incluso en invierno, para subir la temperatura a los biodigestores. Por ello se necesitan diseños y estrategias locales para acondicionar térmicamente los biodigestores a	En algunos países europeos los biodigestores son un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales. Sin embargo, en Chile, aunque hay bastante interés por incorporarla, aun es una tecnología difícil de implementar ya que es bastante cara si es que el objetivo de implementarla es producir biogás. Sin embargo, modelos de biodigestores sencillos (domo fijo o tubulares, etc.) son los que cuentan con un mayor número de instalaciones en el mundo, y cubren una amplia gama de productores, desde el nivel familiar/doméstico hasta el de medianos productores. Se caracterizan por su sencillez y por no necesitar motores que agiten o recirculen el

<p>resultado de este proceso. Este residuo tiene un alto grado de concentración de nutrientes (Nitrógeno, fósforo y potasio) y materia orgánica, que pueden ser utilizados como fertilizantes. El biogás es una forma de energía renovable, que al quemarlo se puede utilizar para calentar y producir electricidad que se puede usar para diferentes procesos dentro de los campos.</p>		<p>bien, (C) biodigestores convencionales (laguna cubierta, pre-fabricados o tubulares).</p>	<p>en Chile enfocados a saneamiento ambiental que han tenido retorno de la inversión de 5 años y que les permite además ahorrar costos.</p>	<p>de Oxígeno DQO y la Demanda Biológica de Oxígeno DBO hasta en un 90% (dependiendo de las condiciones de diseño y operación). Los digestores de biogás eficientes evitan entre el 60 y el 80% de las emisiones de CH₄ que se producirían a partir del estiércol.</p>	<p>los inviernos fríos, lluviosos y nublados, como es la construcción de cubiertas aislantes de adobe. Sin embargo, sin aplicar aislantes, la productividad de biogás y digestato será más baja y lenta, pero el Sistema no dejará de funcionar y seguirá siendo un aporte en épocas cálidas. Una consideración importante, es el grado de exigencia técnica que tiene esta tecnología. Un ejemplo de esto fue el mal manejo técnico de los biodigestores en la comuna de Freirina por parte de Agrosúper, generando graves problemas de contaminación de olores en las comunidades de la Región de Atacama. El tiempo estimado para implementar esta tecnología va a depender del tipo y finalidad del biodigestor, tamaño y la tramitación de la RCA lo que puede variar entre 3 meses a 1 año.</p>	<p>estiércol dentro, así como prescindir de sistemas de calefacción activos, ya que normalmente se hacen a escala familiar. Por otro lado, los proyectos que han fallado en esta materia son aquellos que no han logrado contar con un equipo humano que pueda estar a cargo de la operación, mantenimiento y seguimiento adecuados. Los proyectos de biogás de escala pequeña o familiar campesina tienen su atractivo en los impactos asociados a mejoras en la calidad de vida y mitigaciones de efectos ambientales o sociales. El biogás permite diversificar la matriz energética de la región, mejorar los valores de eficiencia energética, contribuye a la gestión sustentable de residuos, provee independencia energética y reduce la presión sobre el bosque nativo al permitir dejar de usar leña como principal combustible, como ocurre hoy en muchas lecherías del sur de Chile.</p>
--	--	--	---	---	---	--

(Antonio Carlos López Pérez, 2014), (Ministerio de Energía, 2018), (Pérez Medel, 2010) (ONUDI, 2017)

2. Calderas de biomasa

Tabla 11. Descripción Calderas de biomasa

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
<p>Las calderas de biomasa aprovechan los recursos orgánicos para generar energía limpia. Se puede sustituir cualquier caldera por una caldera de biomasa. Las calderas de biomasa necesitan un silo para el almacenaje del biocombustible situado próximo a la caldera. Desde el mismo, un alimentador de tornillo sin fin o de succión, lo lleva a la caldera, donde se realiza la combustión. Existen calderas de biomasa que queman pellet y otras que funcionan con varios tipos de residuos, las denominadas “policombustibles”.</p>	Fácil.	Alto.	<p>Mediano. Aunque los precios de las calderas de pellet son algo superiores a los de la instalación de calderas de gas o de gasoil, existen una serie de consideraciones a medio y a largo plazo que pueden hacer que recuperemos la inversión en muy poco tiempo. Tiene un periodo de recuperación entre 5 y 7 años.</p>	<p>En la combustión de la biomasa se considera que las emisiones tienen el balance neutro de CO₂. La biomasa es un combustible de origen biológico, con un coste económico inferior al de cualquier tipo de energía de origen fósil y que en función de su gestión puede llegar a ser respetuosa con el medio ambiente.</p>	<p>El combustible debe almacenarse con una inclinación de unos 45° para su correcta inserción en la caldera. Como norma general, las cámaras de combustión tienen un rango de temperatura de trabajo óptimo situado entre los 600 y 900°C. Por debajo de esa temperatura los in-quemados y CO aumentan de forma muy patente. Y en el caso contrario, por encima de esa temperatura, se disparan los niveles de NO_x por oxidación del nitrógeno del aire, y también provocan la necesidad de usar materiales más resistentes y costosos en la construcción de las cámaras. La temperatura de la llama depende de la humedad, densidad y poder calorífico del material a quemar, que provoca que esta sea mucho más elevada o mucho más baja. El calor generado durante esta combustión (en este caso de combustible natural) es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. Para optimizar el funcionamiento de la caldera de biomasa, podemos instalar un acumulador (depende de la utilización la caldera y del fabricante), que almacenará el calor de una forma similar a un sistema de energía solar.</p>	<p>Tecnología de fácil implementación y adaptación, no tiene barreras culturales importantes a su utilización.</p>

(Hildebrandt Gruppe, 2015), (El Blog de la Energía Sostenible, 2013), (Grupo Biosan, 2018)

Manejo de Purines

Existen otros mecanismos, además de los biodigestores, menos complejos para el manejo de purines.

- Cadenas: Bovino para producción de leche y carne.
- Usos: Reutilización de purines como fertilizante.

1. Aplicación con carros purineros

Tabla 12. Descripción Aplicación con carros purineros

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
<p>Se aplican los purines con carros purineros a los potreros. Esta medida ayuda en la fertilización de los campos y a reducir o sustituir el uso de fertilizantes químicos.</p> <p>Esta tecnología está empaquetada en la forma de un carro que se conecta al tractor. Este carro contiene un contenedor donde se almacenan los purines y un sistema de aspersión de los mismos al predio. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 1 mes.</p>	Fácil. En Chile 80% de los productores utiliza esta técnica.	Baja.	Alta. Los costos de la inversión, el transporte y distribución en el campo, se compensan con el ahorro en fertilizante.	La incorporación de estiércol en los pastizales es una medida que mitiga las emisiones de carbono. Sin embargo, hay que considerar que se gasta bastante petróleo para hacer funcionar los carros purineros.	<p>Para maximizar sus beneficios, se requiere considerar varios aspectos, tales como:</p> <p>-La mayoría de los problemas por aplicaciones de purines se deben a inadecuadas prácticas de manejo; por ejemplo, altas dosis, equipos mal calibrados y aplicaciones en épocas de baja demanda por los cultivos (invierno). Si bien en general el riesgo de contaminación es difícil de eliminar, puede ser drásticamente reducido trabajando con buenas prácticas ganaderas, tales como una adecuada estimación de la capacidad de almacenamiento de pozos, un cálculo de los requerimientos de nutrientes por los cultivos, una apropiada época de aplicación y una distribución en un área adecuada, evitando concentraciones excesivas de nutrientes y escurrimiento.</p> <p>-En la mayoría de los países europeos las recomendaciones de dosis de aplicación de residuos orgánicos se basan en su aporte de nitrógeno total/ha/año. Por ejemplo, en el Reino Unido el código de buenas prácticas agrícolas para la protección del agua señala que la dosis no debe exceder los 250 kg N/ha/año. La restricción es aún mayor para áreas sensibles a este nutriente, denominadas "zonas vulnerables al nitrato", en donde no se puede sobrepasar los 170 kg N/ha/año.</p> <p>Esto es independiente del tipo de residuo orgánico a utilizar. En Holanda las cantidades máximas</p>	<p>Esta tecnología y manejo cultural no representan cambios, ni desafíos muy grandes para los productores. Debido a las características de su uso, es un implemento ideal para considerar la compra asociativa o comunitaria por parte de pequeños ganaderos.</p> <p>Sin embargo, cabe destacar que en Chile no existe una normativa o legislación que regule la aplicación a suelos agrícolas o forestales de purines o lodos de la industria. A la fecha hay una ley que regula el uso de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.</p>

					<p>se regulan por el aporte de fósforo al suelo.</p> <p>Un alto uso de residuos orgánicos aumenta el riesgo de pérdidas de nitrógeno al ambiente. La comparación en laboratorio de distintas dosis de residuos orgánicos ha comprobado que las tasas de desnitrificación crecen significativamente al aumentar las cantidades utilizadas.</p> <p>-En aplicaciones de superficie sobre praderas o cultivos establecidos, otro factor importante es la carga de materia seca por unidad de área. Según estudios, los rendimientos de praderas se pueden ver afectados si las dosis son mayores a 4 toneladas de materia seca de purín por hectárea, debido a un daño físico de las plantas por “encostramiento” del purín. En aplicaciones primaverales la literatura señala que se puede esperar reducciones en el rendimiento de hasta un 20% por este efecto.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

(Sargent, 2018), (Tecnoland, s.f.)

Tecnologías de eficiencia energética

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas
- Usos: Mecanismos de uso y generación de energía óptima, generando ahorros y menores emisiones de GEI.

1. Sistemas de iluminación eficientes - LED

Tabla 13. Descripción Sistemas de iluminación eficientes - LED

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Optimización de los sistemas de iluminación para satisfacer las demandas. Reemplazo de las lámparas tradicionales con iluminación fluorescente o LED de bajo consumo y el apagado de las mismas cuando no se utilizan pueden generar ahorros de energía considerables. Los sensores de "Time switches" o "Dawn to Dusk" se pueden usar también para garantizar que las luces solo se enciendan durante las horas de oscuridad. La iluminación es solo una pequeña proporción del uso total de energía, pero esta medida ayudará al ahorro inmediato y a un bajo costo.	Fácil.	Alto	Alto.	Alto.	Este tipo de tecnologías es ampliamente conocido por las empresas de todos los tamaños, las cuales han ido ajustando su iluminación a este tipo de nuevos dispositivos. Incluye sistemas que consumen menos electricidad, pero al mismo tiempo duran más. Por lo mismo, han sido utilizadas como ejemplo en el desarrollo de la economía Circular, en la cual empresas como Phillips, da el servicio de iluminación, dejando de lado el modelo tradicional de negocios en los cuales vendía las ampolletas. El tiempo de implementación es de aproximadamente 1 mes.	Tecnología de fácil implementación y adaptación, no tiene barreras culturales importantes a su utilización.

(EMB, 2018), (El País, 2017)

2. Sistemas de ventilación eficientes

Tabla 14. Descripción Sistemas de ventilación eficientes

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
La ventilación permite la entrada constante de aire fresco y la salida de aire caliente y húmedo. Esta tecnología aplica principalmente para producción ganadera estabulada. La ventilación efectiva es necesaria para eliminar la humedad y los gases de las viviendas de los animales para evitar enfermedades, así como para minimizar el riesgo de estrés por calor durante los meses de verano. Elegir sistemas de ventilación de alta eficiencia puede reducir el uso de electricidad en la. Esto incluye seleccionar clasificaciones de eficiencia del ventilador que	Medio.	Medio.	Alto.	Bajo.	La ventilación tiene por objeto: aportar oxígeno al interior de la nave, eliminar CO ₂ , polvo y otros gases, eliminar vapor de agua producido por la respiración y las heces y controlar la temperatura del alojamiento. Evitar el derroche de energía a través de la ventilación pasa obligatoriamente por ajustar correctamente los caudales mínimos de renovación. La tensión de los caudales mínimos de los reguladores debe ajustarse a valores superiores a 70 voltios. De esta forma se evita el recalentamiento del motor y se mejora la eficiencia de la energía consumida. El tiempo de implementación es de aproximadamente 1 mes.	Esta tecnología no presenta dificultades culturales para su implementación. La dificultad es principalmente técnica y de diseño, previa a la construcción de la infraestructura. En este contexto, la principal dificultad radica en la integración de los elementos arquitectónicos y de eficiencia en la ventilación, previo a la construcción.

normalmente tienen un sello de calificación certificado.						
--	--	--	--	--	--	--

(Razas porcina, 2018)

3. Variador de velocidad (VSD)

Tabla 15. Descripción Variador de velocidad (VSD)

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
El variador de velocidad (VSD) es un controlador de velocidad electrónico que varía el voltaje suministrado al motor para optimizar la demanda de vacío, optimizando así la entrada de electricidad al motor. Por ejemplo, durante la ordeña, el requisito de vacío es menor que durante la limpieza. Esta tecnología tiene una variedad de co-beneficios que incluyen una mayor vida útil de la bomba, niveles de ruido reducidos y mantenimiento estable del vacío. También se puede utilizar un variador de velocidad en otros procesos agropecuarios. La implementación de un VSD podría dar beneficios económicos y ambientales cuando se utiliza un motor o una bomba y cuando la demanda varía durante su uso.	Fácil.	Baja.	Alta. El ahorro de energía y dinero de la instalación de un VSD varía de una granja a otra, según el tamaño y el tipo de bomba de vacío. En algunas granjas lecheras, el ahorro sustancial de energía ha hecho que el período de amortización en el costo instalado del VSD sea tan corto como tres años. La recuperación rápida hace de VSD una de las mejores inversiones que puede hacer un productor de productos lácteos.	Un VSD con bombas de vacío de tamaño adecuado puede producir hasta un 80% de ahorro de energía en comparación con las bombas de vacío tradicionales de gran tamaño.	Esta tecnología no es compatible con todas las bombas de vacío. Sin embargo, el vacío estable que se consigue en las unidades de ordeño evita que las bacterias accedan a los pezones de las vacas. Un VSD reacciona rápidamente y mantiene un nivel estable igual o mejor que los sistemas convencionales. El tiempo de implementación es de aproximadamente 2 meses.	Esta tecnología no presenta dificultad en la adaptación al cambio por parte de los productores. Se necesita una persona capacitada para la instalación y posteriormente el manejo es simple e intuitivo.

(Phipps, 1997), (EcuRed, 2018), (Sims, 2015), (Carbon Trust, 2010)

Tecnologías de eficiencia energética en sistemas de calefacción y enfriamiento

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas
- Usos: Mecanismos de uso óptimo de energía en sistemas de calefacción, refrigeración y enfriamiento.

1. Unidades de recuperación de calor de refrigeración

Tabla 16. Descripción Unidades de recuperación de calor de refrigeración

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Utilización de la energía de los sistemas, liberada en forma de calor. Las leyes de la termodinámica afirman que un 95% de esta energía se convierte en calor y se emite a la atmósfera a través del calor disipado por los motores y sistemas de refrigeración, el cual se pierde en su mayor parte. Se puede direccionar este calor para que se transfiera al agua, lo que aumenta la temperatura hasta el nivel requerido por múltiples aplicaciones, como lavado, procesos de producción o calefacción. Por ejemplo, durante el proceso de enfriamiento de la leche, el calor se expulsa como desecho a través del condensador del sistema de refrigeración. Este puede recuperarse pasando el gas de refrigeración caliente a través de un intercambiador de calor sumergido en el tanque de calentamiento de agua. Se pueden lograr temperaturas del agua de hasta 50 °C mediante esta técnica.	Fácil.	Alto.	Alto. Bajo costo de inversión. Una unidad de recuperación de calor de refrigeración puede recuperar del 20% al 60% de la energía térmica que se captura al enfriar la leche para su almacenamiento. Ahorro considerable.	Emisiones más bajas de CO ₂ .	El sistema de calentamiento de agua debe configurarse cuidadosamente para que la recuperación de calor brinde el máximo beneficio sin comprometer la operación del sistema de enfriamiento de la leche. Cabe destacar que existe una interacción importante entre un sistema de recuperación de calor y un pre-enfriador, ya que estos sistemas compiten entre sí. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Esta tecnología requiere conocimiento técnico para el diseño e instalación de los equipos. En la etapa de operación no se requieren cambios importantes en la forma de realizar las operaciones, por lo cual las barreras culturales a su utilización son bajas.

(KhanAcademy, 2018) (Serlac, 2018), (Sims, 2015), (Morrisons, 2010)

2. Economizador

Tabla 17. Descripción Economizador

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Un economizador es un intercambiador de calor que recicla calor perdido para hacer más eficiente el sistema. En este caso se puede utilizar con una caldera en todas las cadenas, y en las cadenas bovinos y viñas en particular. Hay dos tipos de economizador: 1) Un economizador de gases de chimenea recupera calor sensible para precalentar agua y de esta manera aumenta	Mediano.	Mediano. La instalación involucra: <ul style="list-style-type: none"> • Montaje de la unidad en la sección de la chimenea • Desviar las tuberías de agua de alimentación hacia y desde la unidad 	Alto. Con frecuencia el periodo de recuperación es menos de 2 años. Este depende de los costos de instalación específicos al sitio, cuantas horas opera la maquinaria, los costos del	Un economizador puede generar ahorros energéticos y ahorros de emisiones de GEI rápido.	Se recomienda revisar cuidadosamente las consideraciones técnicas y financieras antes de tomar la decisión de compra. Es clave que se instale el tamaño correcto de economizador; si se transfiere demasiado calor al agua podría exceder temperaturas de operación aceptables para el sistema. Se	Esta tecnología no presenta dificultades culturales para su implementación. La dificultad es principalmente técnica.

la eficiencia térmica neta de la caldera por 3 puntos. 2) Un Economizador de condensación recupera tanto calor sensible como calor latente de la chimenea de una caldera para también precalentar el agua. Típicamente se puede mejorar la eficiencia neta de la caldera por 9 puntos. Típicamente se considera que es más viable instalar un economizador en una caldera de gas.		<ul style="list-style-type: none"> Cableado de los interruptores de límite de amortiguador de derivación (si es necesario) Montaje de termómetros de agua y gases de combustión (para establecer el rendimiento) 	combustible, entre otros.		recomienda contactar a un instalador que se especialice en calderas para evaluar la viabilidad de la instalación.	
--	--	--	---------------------------	--	---	--

(Carbon Trust, 2012) (Schiffhauer, s.f.) (Queens Printer and Controller of HMSO, 2013) (Queens Printer and Controller of HMSO, 2013)
(McKinney, 2018)

3. Calentamiento del agua con energía solar

Tabla 18. Descripción Calentamiento del agua con energía solar

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
El calentamiento térmico mediante paneles solares puede precalentar el agua antes de que entre en el tanque principal para el calentamiento final, colaborando en gran medida con la energía finalmente requerida para alcanzar la temperatura deseada. Si es que se necesita agua caliente durante todo el año, el calentamiento solar puede contribuir significativamente a la energía para el calentamiento del agua.	Fácil.	Medio. Se debe adaptar el nuevo equipo a la red de agua de la construcción.	Alto. En algunos casos como en bovino leche el periodo de recuperación de la inversión puede ser menor a 1 año (Ashden, 2015) caso en Costa Rica	Impacta indirectamente a través de una disminución en el requerimiento de energía para calentar el agua.	Estos sistemas, pese a que vienen empaquetados (tipo "kit"), deben instalarse como complemento al sistema tradicional que ya está instalado, por lo cual se requieren realizar cambios mayores a la red de flujo de agua del lugar. Posterior a eso, la operación y mantenimiento son sencillos. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Tecnología con gran difusión y conocimiento por parte de las empresas. Una vez resuelta la comparación entre los costos de inversión y los beneficios obtenidos, no deberían existir barreras a su implementación, siendo además de fácil operación.

(ITCA FEPADE, 2017) , (Ashden, 2015)

4. Pre-enfriadores

Tabla 19. Descripción Pre-enfriadores

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Esta tecnología solo pertenece a la cadena bovino leche. El preenfriamiento es una tecnología de conservación de energía utilizada para enfriar la leche cruda mientras se bombea a los tanques de almacenamiento. Utiliza un fluido de enfriamiento intermedio, generalmente agua fría, que fluye congruente o en contra de la dirección del flujo de leche. El calor de la leche se transfiere al fluido refrigerante al disminuir la temperatura de la leche en unos 40 °C y un ahorro de energía de alrededor del 60%. Cuando el agua proviene de un suministro de red o pozo, se puede utilizar para pre-enfriar la leche a través de un intercambiador de calor de placas.	Media.	Media.	Maximizar el enfriamiento en el tanque puede reducir significativamente el consumo de energía y por lo tanto los costos. Un enfriador de placas de tamaño adecuado tiene el potencial de ahorrar 30-40% de los costos de	Gran ahorro en consumo de energía, lo que se traduce en la reducción de las emisiones de GEI.	Se debe tener cuidado para establecer el flujo de agua correcto, el número de placas en el intercambiador y el tiempo de los flujos de leche y agua. El agua de preenfriamiento debe almacenarse y usarse para bebederos de ganado y para el lavado a fin de	El uso de este tipo de tecnología requiere de un entrenamiento previo por parte de los ganaderos. En este sentido, se requiere de esfuerzos de extensión rural para su masificación.

Generalmente dos volúmenes de agua para un volumen de leche (2:1) proporcionará un enfriamiento óptimo y contribuirá con un 40% del proceso de enfriamiento de la leche.			enfriamiento de la leche.		minimizar el desperdicio. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	
--	--	--	---------------------------	--	--	--

(P. Sanford, 2003) (Prezi, 2014), (Sims, 2015)

Tecnologías de secado y deshidratado

- Cadenas: Frutales, Hortalizas y Cereales
- Usos: Deshidratado de fruta y hortalizas frescas y secado de frutos de naturaleza seca y cereales.

1. Tecnologías de secado solar

1.1 Túnel de secado Solar

Tabla 20. Descripción Túnel de secado Solar

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Túnel tipo invernadero que concentra el calor del sol para la deshidratación y secado de fruta u hortalizas. El túnel cuenta con una cinta transportadora para hacer la carga y descarga automatizada de fruta y con ventiladores programados mediante un temporizador.	Fácil.	Baja.	Los costos de operación con casi un tercio más bajos que el secado en cancha. Hay costos de inversión, pero si es que se usa arto se recupera rápido.	No se necesita combustible, dado que la energía para producir calor proviene del sol y la energía de los ventiladores también puede provenir de paneles solares.	Gracias a la radiación que existe en Chile, y sobre todo en la zona central, no es necesario implementar grandes inversiones para captar energía. Por otro lado, en invierno no hay mucha fruta que procesar. Un túnel de estos es capaz de procesar aproximadamente entre 400 – 600 kilos/día/fresco. Se pueden programar los ventiladores y la temperatura según el grado de calor y humedad que necesita cada fruta en el proceso. Los túneles se pueden trasladar fácilmente de terreno. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 6 meses.	Este sistema no altera ni cambia de manera importante el sistema de trabajo de los pequeños empresarios dedicados al secado de productos agrícolas. En este contexto, esta tecnología cuenta con bajas barreras para su implementación por parte de los empresarios, siendo la única limitante el costo de la inversión, el cual podría ser resuelto a través de la cooperación o asociatividad en el caso de empresas que no tengan el volumen suficiente para aprovechar las economías de escala.

(Valdés, 2017)

1.2 Uso de energía solar para calentar el aire de secado

Tabla 21. Descripción Uso de energía solar para calentar el aire de secado

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		

Doble techo sobre el galpón de secado, que genera una cámara laberinto que es capaz de acumular aire caliente durante el día, el cual puede ser introducido al quemador por una salida que pasa por debajo de los depósitos de secado, permitiendo que el aire fluya a través de la fruta fresca o nueces para secarlos.	Media.	Medio.	Se calcula que la sustitución energética es cercana al 90%, por lo que los costos operacionales disminuyen considerablemente.	Reduce el consumo de combustible. Además, el calor aportado por el sol es seco, a diferencia de medios con gas o petróleo, que aportan humedad en el proceso de secado.	Se recomienda su uso en operaciones pequeñas o medianas, cuya capacidad no supere las 20 toneladas por día. Para operaciones de mayor tamaño, este sistema se hace menos factible, debido a que se requeriría de una gran superficie de techos. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 1 año.	Esta tecnología requiere un mayor nivel de adaptación a la situación específica de cada empresario. Por esta razón, se hace más difícil su implementación a nivel de empresa. Todo lo que signifique un mayor esfuerzo y conocimiento por parte del empresario, tendrá barreras de entrada en su implementación. Esta tecnología si logra transformarse en un pack o kit de fácil instalación, podrá eliminar parte importante de la dificultad para su implementación.
--	--------	--------	---	---	--	---

(El Mercurio, 2018)

2. Quemadores de gas radiativos

Tabla 22. Descripción Quemadores de gas radiativos

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Es una propuesta de reformulación de los quemadores de hornos tradicionales usando superficies porosas. Éstas, denominadas técnicamente como Medios Porosos Inertes (MPI), permiten el libre tránsito de diferentes combustibles. Durante la combustión, estos gases se transforman en pequeñas llamas que son encerradas en un sólido estable y resistente, llamado Carbonato de Sílice, el cual es capaz de irradiar bien el calor y tolera altas temperaturas, permitiendo así el secado y deshidratado. Por tanto, este proyecto propone cambiar hornos que utilizan leña o petróleo por un quemador MPI a gas altamente eficiente y con bajas emisiones contaminantes siendo, por lo tanto, una innovación tecnológica que permite a la industria reducir costos y cuidar el medio ambiente.	Fácil.	Baja.	Inversión baja y ahorro en combustible	Reducción de emisiones. Utiliza de forma eficiente el gas como forma de combustible. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 3 meses.	Esta tecnología fue desarrollada por la Universidad Federico Santa María (USM) de Valparaíso. Se puede complementar con energías de secado solar, aumentando los tiempos y capacidades de secado. De día se utiliza un secado solar, y de noche se sigue con el proceso usando esta tecnología. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 3 meses.	El modelo de negocio de esta tecnología está enfocado en que las empresas de gas (Gasco, Abastible, Lipigas) puedan realizar la inversión inicial y los productores o procesadores paguen a través del consumo de gas de dicha instalación con un contrato a comodato.

(QUEMPIN, 2017)

Tecnologías Aplicables a la Agricultura de Precisión

Agricultura de precisión: La agricultura de precisión es un término agronómico que define la gestión de parcelas agrícolas sobre la base de la observación, la medida y la actuación frente a la variabilidad inter e intra cultivo. Requiere un conjunto de tecnologías formado por el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores e imagen tanto satelital como aerotransportada, junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. La información recolectada puede ser empleada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar la cantidad adecuada de fertilizantes o de otros insumos necesarios, y predecir con más exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos. (Agroquívir, 2018)

1. Análisis multi-espectral y telemetría - Utilizada en agricultura de precisión

Tabla 23. Descripción Análisis multi-espectral y telemetría - Utilizada en agricultura de precisión

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Una imagen multi-espectral es la que captura datos de imágenes dentro de rangos de longitud de onda específicos a través del espectro electromagnético. Estas imágenes entregan información por telemetría mediante la observación del estado de los cultivos mediante un sensor activo de reflectancia absoluta, que emite y captura la reflectancia de la luz en los espectros del Infrarrojo cercano y Rojo, para el desarrollo de Índices de Vegetación (NDVI, SAVI, PCD, RVI, entre otros). Esta tecnología sirve para monitorear pequeños cambios en zonas del espectro electromagnético que reflejan las plantas y que son invisibles para el ojo humano, proporcionando información de gran utilidad para el control del crecimiento de cultivos, la prevención de plagas, la estimación de la cantidad y calidad de fertilizantes, etc.	Media. Si bien la implementación es relativamente fácil (si se tienen los instrumentos para realizar), estas tecnologías son costosas y requieren de profesionales con la formación adecuada para interpretar y ajustar la gestión a los resultados obtenidos.	Alto.	Alto. La reducción de las cantidades de nitrógeno aportadas es significativa, lo que acostumbra a generar un mejor rendimiento. Por tanto, el retorno de la inversión se alcanza en varios niveles: ahorro en la compra de los productos fitosanitarios y de los abonos, y mejor valorización de las cosechas.	El segundo efecto positivo, a mayor escala, de estas aportaciones dirigidas, de forma geográfica, temporal y cuantitativa, hace referencia al medio ambiente. En efecto, aportar la dosis correcta en el lugar idóneo y en el momento óptimo sólo puede beneficiar al cultivo, al suelo y a las capas freáticas, y, de este modo, a todo el ciclo agrícola. Por tanto, la agricultura de precisión se ha convertido en uno de los pilares de la agricultura sostenible, ya que es respetuosa con los cultivos, las tierras y los agricultores.	Esta tecnología exige una gran profesionalización de los agricultores que la utilizan. Si el agricultor no es capaz de entrar a los detalles técnicos, los costos aumentarán y no serán compensados con mejoras en rendimientos ni en ahorros. Requiere de una serie de condiciones habilitantes (como apoyo en terreno y sectorización del terreno en unidades homogéneas, técnicos capacitados e infraestructura de tecnología de apoyo) que permiten que sea exitosa, las cuales son condición indispensable para su implementación	La agricultura de precisión es uno de los pilares de la agricultura sostenible, ya que pretende garantizar una producción perenne de alimentación, respetando los límites ecológicos, económicos y sociales que garantizan el mantenimiento en el tiempo de esta producción. Sin embargo, la cultura imperante en gran parte de la agricultura no ha incorporado esta tecnología disponible desde hace años, ni tampoco cuenta con el conocimiento para capturar los beneficios en caso que realizara las inversiones.

(AgroPrecisión, 2018),(R.A. Schowengerdt, 2007)

Tecnologías de eficiencia en riego

1. Tecnologías de 2da y 3era generación en riego

1.1 Sistemas de riego por gravedad

Tabla 24. Descripción Sistemas de riego por gravedad

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
La característica principal del riego por gravedad es la forma de distribuir el agua en el suelo. Al avanzar el agua sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el perfil del suelo, gracias a la fuerza de gravedad.	Fácil	Alto	Alto.	El empleo de energía gravitatoria conlleva necesidades energéticas escasas o nulas, pero requiere mayor consumo de agua y se pueden provocar pérdidas de nutrientes por lixiviación y pérdidas de suelo por erosión.	El agua puede llegar al campo por medio de cualquier sistema de distribución (tuberías (normalmente a baja presión), red de canales y acequias) donde el agua circula por gravedad. Dentro del sistema de riego la red principal tiene el cometido de transporte. En sistemas de acequias, el gasto conducido por gravedad es desviado mediante compuertas y partidores, manuales o automáticos hacia una red de distribución cuyos ramales de último orden constituyen la red terciaria, en el entorno inmediato a los cuadrantes dentro de la parcela. Existen varias técnicas que se pueden integrar, que permiten incrementar la eficiencia en la aplicación de la lámina de riego, como son: Micronivelación previa a la siembra en el terreno, Surcos en curvas de nivel para uniformar la pendiente y disminuir el potencial de erosión hídrica, Uso de acequias niveladas, Riego por surcos mejorados, Riego sistema californiano.	Requerimientos elevados de mano de obra. Este es el sistema de riego más utilizado. No presenta barreras culturales a su implementación.

(MAPAMA, 2018)

1.2 Automatización: programadores de riego

Tabla 25. Descripción Automatización: programadores de riego

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Los programadores de riego permiten conectarse al sistema de riego y programarlo según los requerimientos específicos.	Fácil	Bajo	Alta rentabilidad, ya se optimiza el uso del agua.	Se optimiza el uso del agua.	Hay gran variedad de programadores. Algunos tienen detección de caudal y gestión del agua. Existen aplicaciones que permiten conectarse de forma remota a los programadores de riego.	El uso de estos dispositivos no presenta barreras culturales. Su uso está vinculado al uso de sistemas de riego presurizado.

2. Tecnologías de riego tecnificado, 1ra generación

2.1 Goteo

Tabla 26. Descripción Riego por Goteo

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
El riego por goteo consiste en un conjunto de tubos interconectados con pequeños orificios que se sitúan al pie de las plantas y por donde el agua va cayendo según la velocidad programada, abriendo o cerrando las válvulas de los agujeros. Estos goteros, permiten controlar el flujo de forma uniforme, en rangos de presiones, para los cuales fueron diseñados, esto permite que la tasa de precipitación sea homogénea en todo el sector de riego y se logre así una alta eficiencia en el riego. Las líneas de goteros, son la parte final de la red de distribución de agua, hay otros componentes “aguas arriba”, como tuberías de PVC, válvulas eléctricas, bombas para dar presión.	Fácil	Media.	Alta. Se recupera la inversión rápidamente. 90% eficiencia en el uso del agua.	Gracias a este método, el agua no se desperdicia al entrar en contacto directo con las raíces, evitando así que se infiltre o se evapore. Además, es una opción muy económica y que ayuda al medioambiente.	Suele ir acompañado de un pequeño programador que gestiona la duración y el momento del riego. Su instalación es bastante sencilla, sólo se debe acoplar dicho programador en la toma de agua principal y desplegar los diferentes tubos por el cultivo.	La rentabilidad del cultivo y la disponibilidad de agua, determinan la motivación a usar esta tecnología. No tiene barreras culturales importantes a su utilización.

(Twenergy, 2015)

2.2 2.2 Aspersión y microaspersión

Tabla 27. Descripción por Aspersión y Microaspersión

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
El riego por aspersión es un sistema compuesto por tuberías y aspersores, que funcionan como lluvia localizada . Así mismo, cuenta con elementos de control como, por ejemplo, una válvula reguladora , que sirve para limitar el caudal que llega a los aspersores y regular la presión de riego. En el riego por microaspersión el agua se distribuye en forma de lluvia fina sobre un diámetro no mayor de 6 metros.	Media.	Media.	Rentable. 75% eficiencia	Aumenta la eficiencia del uso del agua, generando ahorros en su distribución.	Entre los tipos que existen, destacan los aspersores estacionarios (los convencionales) y los móviles (por ejemplo, los ramales desplazables). Además, existe la microaspersión, en la que el agua es proyectada al terreno en forma de lluvia muy fina,	La rentabilidad del cultivo y la disponibilidad de agua, determinan la motivación a usar esta tecnología. No tiene barreras culturales importantes a su utilización.

(MAPAMA, 2018)



Tecnologías Priorizadas por Cadena

A continuación se presentan los resultados de priorización de tecnologías por cada cadena, según el análisis de jerarquía de energía.

Tecnologías aplicables a todas las cadenas		
<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de iluminación eficiente• Sistemas de ventilación eficientes• Variador de Velocidad• Calentamiento del agua con energía solar• Biodigestores y producción de biogás• Calderas de biomasa• Energía solar fotovoltaica• Economizadores	Tecnologías aplicables a las cadenas bovinas	
	<ul style="list-style-type: none">• Aplicación con carros purineros	Tecnologías aplicables a la cadena bovino lechero
		<ul style="list-style-type: none">• Pre-enfriadores• Unidades de recuperación de calor de refrigeración
	Tecnologías aplicables a las cadenas agro	
	<ul style="list-style-type: none">• Riego por goteo• Aspersión y microaspersión• Sistemas de riego por gravedad• Automatización: programadores de riego• Análisis multi-espectral y telemetría - Utilizada en agricultura de precisión	Tecnologías aplicables a las cadenas Frutales, Hortalizas, y Cereales
		<ul style="list-style-type: none">• Quemadores de gas radiativos• Túnel de secado Solar• Uso de energía solar para el secado del aire

5. Barreras que impiden la implementación de las tecnologías limpias en Chile

En Chile, una parte importante de las grandes empresas están vinculadas o tienen como su principal foco, el comercio internacional. Esta relación con agentes externos las ha hecho permeables a exigencias internacionales, como la producción limpia, el cuidado por el medio ambiente y por las comunidades locales, entre otras. Esta preocupación se ha visto reflejada en la incorporación de un set de nuevas tecnologías que disminuyen el impacto de las operaciones de las empresas en el entorno, disminuyendo elementos tales como, la cantidad de agua requerida en los procesos, el requerimiento y el tipo de energía utilizada, la emisión de contaminantes, etc.

Sin embargo, un grupo mayoritario de empresas del país no ha sufrido las mismas exigencias por mercados internacionales o locales para usar estas tecnologías, por lo que no han incorporado estas prácticas y equipamientos en sus operaciones, generando un alto impacto negativo en sus respectivos entornos. Pese a que el uso de estas tecnologías puede significar una disminución en las emisiones o “huella” de las empresas, y que incluso, los costos de producción pueden disminuir, existen factores que evitan que las pequeñas y medianas empresas utilicen estas nuevas tecnologías.

Es clave conocer en profundidad estos factores limitantes o barreras (y su combinación), con el fin de proponer tácticas y estrategias que las eviten o resuelvan, permitiendo un uso masivo de estas tecnologías en el país.

Este capítulo tiene como objetivo identificar las principales barreras que impiden en Chile que las tecnologías limpias sean incorporadas en las pequeñas y medianas empresas. Aunque cada industria tiene elementos particulares que la hacen única y las barreras tienen un impacto diferente en cada una de ellas, será realizada una agrupación y priorización de los factores limitantes comunes, ejercicio que puede ayudar en la comprensión de las mismas y la generación de propuestas para su mejora.

Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos del capítulo, las etapas ejecutadas fueron las siguientes:

- i. Identificación y agrupación de las barreras o factores limitantes para la implementación de las tecnologías limpias. En esta etapa, fueron identificadas y enumeradas las posibles barreras que afectan en Chile a la implementación de las tecnologías limpias. Asimismo, se utilizó un criterio para agrupar las barreras en grupos conceptuales que faciliten la comprensión y la generación de propuestas (en los capítulos posteriores).

- ii. Análisis y evaluación de las barreras de acuerdo a su nivel de relevancia en las diferentes industrias del país. A través de una serie de entrevistas y talleres con expertos, fue posible evaluar la real importancia que tiene cada una de las barreras, como factores limitantes a la inversión y uso de las tecnologías limpias. Dicha evaluación consistió en la valoración numérica de la frecuencia con la que estas barreras se presentan en la realidad y también la importancia de las mismas percibida por las empresas. En cada uno de los talleres fueron presentadas las barreras a los participantes, quienes valorizaron su nivel de relevancia en Chile. Lo mismo sucedió con las entrevistas, las cuales permitieron discutir y profundizar en los principales factores que limitan la implementación de estas tecnologías en las pequeñas y medianas empresas.
- iii. Priorización de las barreras para la focalización de esfuerzos. Con esta información anterior, fue posible identificar que existen barreras que son de gran relevancia para las empresas y que al mismo tiempo se presentan frecuentemente, diferenciándolas de otras, en las cuales no suceden a menudo y tampoco son tan importantes. En este sentido, fue posible llegar a un diagrama tipo Pareto, el cual identifica los espacios donde se requiere de acción más decidida para fomentar la incorporación de tecnologías limpias en las empresas del país.

Resultados

i. Identificación de los factores limitantes

Para la identificación de las barreras, se utilizó conocimiento previo de la entidad consultora, la cual se resume en la tabla siguiente y se establece que los factores que limitan la incorporación de tecnologías limpias en los países pueden ser clasificadas en 4 grandes grupos:

- *Recursos financieros*, o la dificultad de contar con los recursos necesarios para invertir, operar o transformar a través de tecnología las operaciones de las empresas.
- *Compromiso*, o el nivel de importancia que le da la cultura imperante del sector privado o público a un programa de fomento al uso de las tecnologías limpias.
- *Conocimiento*, o el nivel de familiaridad que tengan los actores con la existencia, facilidad de uso, o actores involucrados en la implementación de las tecnologías limpias en sus respectivas circunstancias.

- *Técnica*, o el nivel de habilidad para evaluar, instalar y mantener equipos tecnológicos, o capacidades locales para asesorar y/o gestionar prácticas de producción limpia exitosamente.

Adicionalmente, se utilizó un segundo filtro para clasificar los factores limitantes, que fue la descripción de los actores. Es así como, el sector productivo (en particular pequeñas y medianas empresas), los proveedores de equipos, de servicios, de auditoría, el sector público y los gremios, juegan roles diversos y complementarios, a los cuales les impactan las barreras de manera diferenciada.

Por último, es importante destacar que este listado fue presentado a los expertos nacionales, siendo validado por los mismos. El resumen de las barreras identificadas es el siguiente:

Tabla 49. Barreras o factores limitantes a la implementación de tecnologías limpias

Actores	Financiero	Compromiso	Conocimiento	Técnicas
PYMES	1 Altos costos por transacción individual	16 Falta de compromiso a la reducción de impacto ambiental	29 Falta capacitación en gestión eficiente de los recursos	40 PYMES perciben altos costos por transacción de equipos en forma individual
	2 Productores prefieren retornos de inversión a corto plazo que a largo plazo	17 Si no lo exige el mercado no se hace	30 Desconocimiento de las tecnologías del clima existentes y sus ventajas	41 Falta de conocimientos para evaluar la viabilidad técnica de los proyectos de tecnologías del clima
	3 Desconocimiento de líneas de crédito existentes para tecnologías del clima		31 Falta de conocimientos para evaluar la viabilidad financiera de los proyectos de tecnologías del clima y de tecnologías limpias de baja inversión	42 Falta de técnicas que permitan presentar proyectos bien formulados para acceder a fondos
	4 Percepción de costos de capital altos para estas tecnologías		32 Desconfianza en los auditores/asesores y en los ahorros estimados de las soluciones tecnológicas existentes	
	5 Baja confianza en los ahorros estimados y desconocimiento del retorno a la inversión		33 Falta de traspaso de información de empresas grandes a pequeñas	
	6 Bancos no les facilitan créditos a pequeños productores o tasas de interés resultan muy altas			
	7 Baja cultura accediendo a créditos financieros			
	8 Volatilidad del tipo de cambio			
	9 Desconocimiento o problemas con capitalizar la inversión			
	10 Faltan programas e instrumentos del estado que apoyen financieramente a PYMES de forma exitosa			
Proveedores de equipos	11 Proveedores de equipos no tienen la capacidad para financiar los proyectos		34 Falta proveedores de equipos adaptados a la realidad nacional y a la realidad de pequeños productores/procesadores	43 Poca existencia de proveedores de equipos de tecnologías del clima
	12 Pocos recursos para invertir en campañas de mercadeo y difusión para ofrecer las tecnologías del clima		35 Falta de promoción y disseminación de facilidades de pago existentes	44 Baja existencia de proveedores que ofrecen garantías técnicas y disponibilidad de repuestos
	13 Falta de conocimiento de cuales PYMES tienen capital o acceso a créditos		36 PYMES tienen baja confianza en la calidad de proveedores de equipos	
			37 Desconocimiento de los clientes potenciales	
			38 Ausencia de flujo constante de clientes atractivos	
Proveedores de servicios (instaladores y auditores)	14 PYMES ubicadas en zonas remotas tienen altos costos de transacción individual		39 PYMES desconocen cuáles son los instaladores y auditores de alta calidad o no tienen el capital para contratarlos.	45 Poca existencia de auditores e instaladores
	15 PYMES tienen limitado capital disponible para la gestión			46 Pocos proveedores de servicios de alta calidad certificados
				47 PYMES tienen baja confianza en la calidad técnica de los instaladores y auditores
Gobierno		18 Requerimiento de acciones, más que tanto estudio		
		19 Se debe crear más instancias de colaboración publico-privadas (además de los APL)		
		20 Requiere alta coordinación de múltiples actores relevantes del programa		
		21 Falta de políticas de regulación		
		22 Falta de políticas públicas que incentiven las tecnologías limpias		
		23 Pérdida o deficiente rol de instituciones del estado		
		24 Se debe mejorar sistema para postulación a fondos para PYMES. Dificultad en postulaciones por requerimiento de demasiados documentos.		
		25 Se requiere mayor capacitación para que el mercado local que exija mayor inocuidad, calidad, etc.		
Gremios		26 APLs no son llevados a la implementación por falta de coordinación y recursos		
		27 Falta asociatividad y líder potente		
		28 Liderazgo débil		

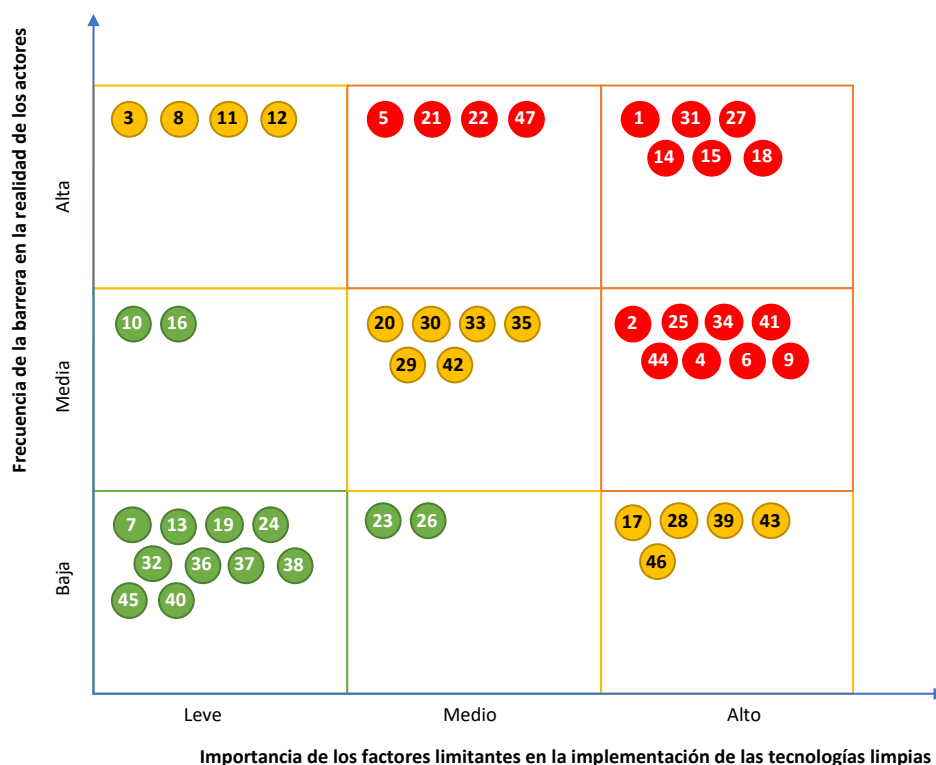
ii. Evaluación de los factores limitantes para la realidad nacional

Para poder estimar cuáles de las barreras identificadas son un factor crítico en la realidad chilena en la implementación de tecnologías limpias por parte de los pequeños y medianos empresarios, se realizaron 2 talleres de validación y 36 entrevistas, detalle que se encuentra en los Anexos 1 y 2 respectivamente. Estas actividades tuvieron como objetivo que los participantes y expertos pudieran evaluar cada una de las barreras en dos dimensiones:

- **Importancia:** los expertos analizaron cada una de las barreras y definieron en una escala de 1 al 3, considerando que la variable tiene un leve, medio o alto impacto en la industria.
- **Frecuencia:** los expertos adicionalmente tuvieron que valorizar en una escala de 1 al 3, la frecuencia con la que se observa la barrera en la industria, considerando las clasificaciones baja, media y alta.

Con los resultados de dichas valoraciones en sus niveles de importancia y de frecuencia en la industria nacional fue posible mapear cada una de las barreras, identificando (en color rojo) los factores críticos más importantes que deben resolverse para que la industria adopte las tecnologías limpias. La evaluación completa se encuentra en el Anexo 3.

Gráfico 13. Evaluación de los factores críticos (nº) y su importancia para la industria chilena



iii. Priorización de los factores críticos

Al considerar las evaluaciones obtenidas de las barreras, se puede identificar que los principales factores críticos en Chile para la adopción de tecnologías limpias por parte de las pequeñas y medianas empresas son los siguientes (ordenadas de mayor importancia a menor importancia):

Situación crítica (alta importancia y alta frecuencia)

Altos costos por transacciones individuales: ésta barrera de tipo financiero, afecta a las PYMES por dos vías: instituciones financieras y proveedores. Ambas instituciones, al momento de trabajar con este segmento perciben altos costos de transacción. Por eso, prefieren trabajar con clientes más grandes con los cuales realizan menos transacciones de más altos montos. Por el lado de los proveedores la percepción de altos costos por transacción individual se aumenta en zonas remotas.

Limitado capital disponible para la gestión energética. es igualmente una barrera de tipo financiero por la cual los proveedores de estas tecnologías limpias no se enfocan en vender a las PYMES de las cadenas priorizadas. Esto se entiende por los estrechos márgenes con los que operan las PYMES, generando un limitado acceso al capital para invertir en éste tipo de tecnologías y su mantenimiento. Por esta situación, los proveedores de servicios se concentran principalmente en entregar soluciones a empresas grandes, las cuales tienen un acceso a capital suficiente para contratar sus servicios.

Requerimiento de acciones concretas: es considerada una barrera que proviene del gobierno al no tomar acciones para fomentar la implementación de estas tecnologías, lo cual afecta a las PYMES por temas de desconocimiento y falta de apoyo. En este contexto, los expertos y personas entrevistadas coinciden en la necesidad de generar más políticas e incentivos concretos que promuevan y faciliten la incorporación de tecnologías del clima en las empresas.

Insuficiente asociatividad y liderazgo: esta barrera de tipo compromiso se origina con los gremios que han tenido dificultades para agrupar y generar cooperación entre sus miembros, como una manera de disminuir los costos para hacer pruebas, difusión e inversión de estas tecnologías entre los empresarios. El volumen necesario para hacer atractivas muchas de estas tecnologías se podrían resolver a través de esfuerzos comunitarios, los cuales se contraponen a la cultura local.

Falta de conocimientos para evaluar la viabilidad financiera de los proyectos de tecnologías del clima y de tecnologías limpias de baja inversión: esta barrera del conocimiento está vinculada principalmente a las PYMES, las cuales no conocen en detalle las tecnologías -es clave las demostraciones tecnológicas en campo- que podrían disminuir

sus emisiones o costos de operación, ni tampoco conocen empresas proveedoras o expertos que puedan orientar mejoras en sus operaciones.

Situación grave (alta importancia y frecuencia media / importancia media y alta frecuencia)

Desconocimiento de los beneficios versus los costos de las inversiones en tecnologías limpias: esta barrera afecta a las PYMES principalmente en el área financiera y abarca; la preferencia por retornos de corto plazo, percepción de costos de capital altos para tecnologías limpias y baja confianza en ahorros estimados de la tecnología en las operaciones de las empresas.

Bajo acceso a créditos a condiciones favorables a las PYMES para invertir en tecnologías limpias: también relacionado a los aspectos financieros, esta barrera dificulta el acceso a capital debido a que la tasa que se ofrece para las PYMES es generalmente mucho más alta que el promedio en el mercado lo cual afecta la posibilidad de poder invertir en las tecnologías.

Faltan políticas que regulen o incentiven las tecnologías limpias: esta barrera de compromiso significa que aún se requieren de más incentivos para la implementación de tecnologías sostenibles por parte del sector público. En este mismo grupo, es posible incluir la necesidad de capacitación al mercado que el sector público podría brindar, utilizando los instrumentos de transferencia tecnológica disponibles en instituciones tipo CORFO, INDAP, INIA, etc.

Faltan proveedores de equipos adaptados a la realidad local: Esta barrera del conocimiento impacta principalmente a los proveedores de las tecnologías, impidiendo que los equipos puedan ser probados y puestos en exhibición, con el fin que las empresas locales disminuyan sus aprensiones a invertir en estos dispositivos.

Bajo desarrollo de los proveedores de equipos y servicios: En ambos casos, estas barreras técnicas impiden que las empresas puedan contar con asesoría experta, garantías, repuestos o la confianza en los profesionales instaladores o que realizan mantención de los equipos. Estos elementos son fundamentales para mejorar la confianza y la percepción del riesgo que habilite para la inversión, y al mismo tiempo, permita que los equipos y tecnología rinda el máximo su potencial, generando los ahorros y beneficios prometidos.

Existe otro grupo importante de barreras, que fueron evaluadas con menor nivel de relevancia por los expertos nacionales, pero que eventualmente pueden aumentar su importancia relativa, al ir resolviéndose estos factores críticos y graves.

Conclusiones

La implementación de tecnologías limpias es una oportunidad para el planeta y para las empresas, a través de una mejora en su competitividad. Sin embargo, un grupo muy importante de pequeñas y medianas empresas en Chile no utiliza estas tecnologías disponibles y no aprovecha sus beneficios, debido a que existen barreras que dificultan la adopción exitosa de estos avances. Por esta razón se hace muy relevante conocer dichas barreras y priorizar su impacto negativo, con el fin de proponer políticas y acciones concretas que puedan resolverlas o limitarlas.

Utilizando como base un listado de barreras identificadas en otros territorios por Carbon Trust, se realizó una validación y evaluación de las mismas a nivel nacional, considerando la opinión de expertos y agentes relacionados de la industria. En dicho ejercicio, fue posible identificar aquellos factores que limitaban de manera importante la adopción de estas tecnologías y al mismo tiempo identificar la frecuencia con la que dicha barrera era observada en la industria. Utilizando ambos criterios fue posible filtrar y definir un listado de las barreras más importantes en Chile.

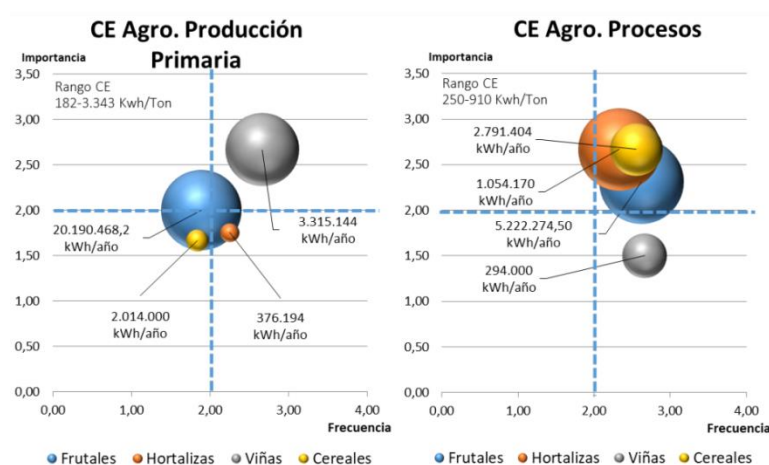
Agrupando los resultados, es posible sintetizar que las grandes barreras existentes en la industria nacional para la adopción de tecnologías limpias en Chile son las siguientes:

- PYMEs desconocen las tecnologías o como evaluar la viabilidad financiera de las tecnologías y desconfían de su desempeño y soporte técnico
- PYMES no tienen confianza en los ahorros estimados de las tecnologías y tienen una percepción que haya alto costo de capital y retornos a largo plazo mientras los bancos no les facilitan créditos o a tasa de interés muy altas
- Falta de cooperación empresarial y gremial para resolver los problemas de escala.
- Limitado capital para la gestión energética e instrumentos de financiamiento desajustados a los beneficios y/o ahorros generados por las tecnologías.
- Falta de compromiso y acciones concretas por parte del sector público.
- Falta de desarrollo de los proveedores de equipos, repuestos y asesorías.
- Falta de conciencia del cambio climático.

Anexo 1

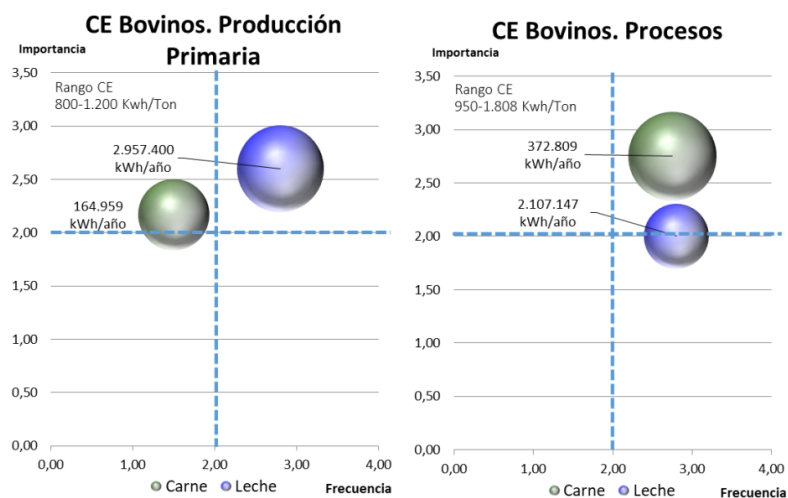
Apreciaciones de actores claves

Consumo energético:



Se puede ver que la puntuación de las apreciaciones de mayor gasto energético se concentra en las etapas de proceso de las cadenas, exceptuando a viñas, la cual se valoriza con una alta frecuencia, pero baja importancia de consumo energético en los manejos. Esto concuerda con la realidad, ya que el proceso de vinificación tiene el menor gasto energético al año, con 294.000 kWh/año, y un gasto por tonelada de 250 kWh.

En la etapa de producción primaria se ve una apreciación media en importancia y frecuencia de consumo energético en hortalizas, frutales y cereales y una apreciación de consumo energético alto en viñas. La cadena con menor gasto energético por tonelada en la producción primaria es hortalizas, con 182 kWh/tonelada.

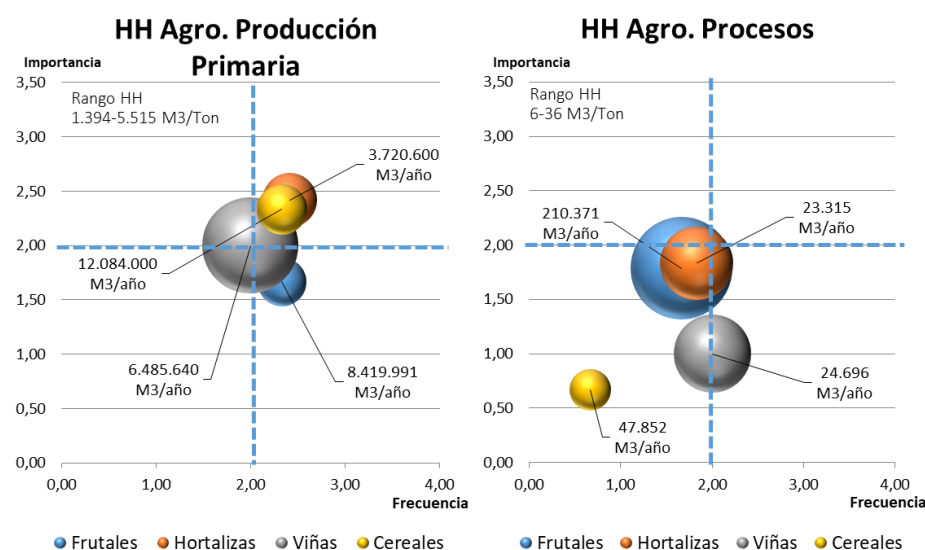


En producción primaria de bovinos, se observa una apreciación de mayor gasto energético en producción de leche. Esto concuerda con la realidad, donde la producción de leche tiene un gasto energético de 400 kWh más por tonelada, lo que puede estar relacionado al proceso de ordeña. Asimismo, cuando el consumo energético por tonelada es calculado por la producción anual, el gasto energético en producción primaria de leche supera bastante al gastado en producción primaria de carne.

En la etapa de procesos, las apreciaciones de frecuencia están cargadas a la producción de carne, lo que concuerda en el gasto energético por tonelada, el cual en producción de carne es 1.808 kWh y en producción de leche es 950. Sin embargo, al comparar estos dos tipos de producción en su consumo energético al año, el proceso de producción de leche alcanza un valor bastante mayor, relacionado a la cantidad de toneladas producidas.

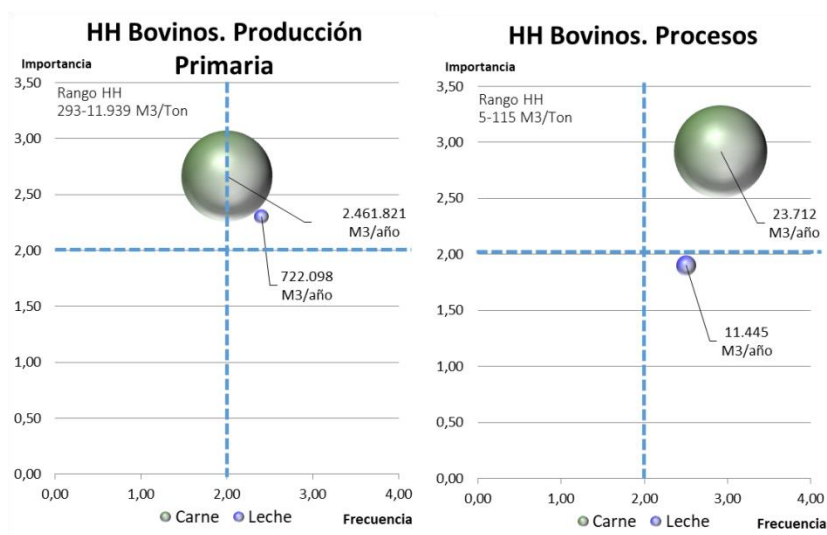
Huella hídrica:

Se distingue una mayor apreciación de gasto hídrico en la etapa de producción primaria de las cadenas del agro que en la etapa de procesos, en base al riego utilizado en los



cultivos y concordante con la realidad. La cadena con mayor gasto hídrico por tonelada es viñas, con 5.515 m³/tonelada, mientras que la cadena con mayor gasto hídrico al año es cereales con 12.084.000 m³/toneladas al año. En tanto, en la etapa de procesos, la cadena de cereales se valoriza con una baja puntuación en importancia y frecuencia.

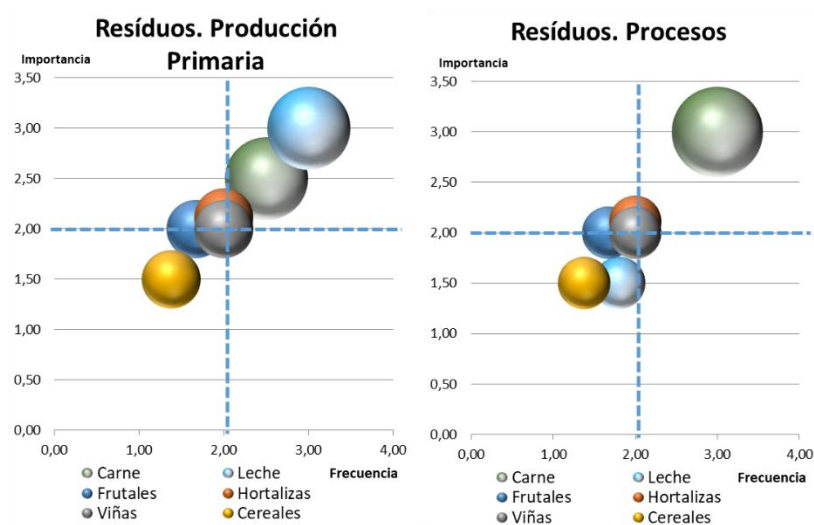
Esto concuerda con el bajo gasto hídrico por tonelada procesada, de solo 6 m³. Se identifica el mayor gasto hídrico de procesos en frutales, lo que concuerda a medias con las apreciaciones de los actores.



En producción primaria de bovinos, se distingue una mayor apreciación en Importancia de gasto hídrico en producción de carne, sin embargo en frecuencia de gasto hídrico tiene mayor valoración la producción de leche. Esto concuerda con la realidad, en los valores de huella hídrica por tonelada y por año.

En la etapa de procesos, el procesamiento de carne tiene mayor valoración que el procesamiento de leche, tanto en frecuencia como en importancia, lo que también se ve reflejado en la realidad total y relativa de huella hídrica.

Residuos:

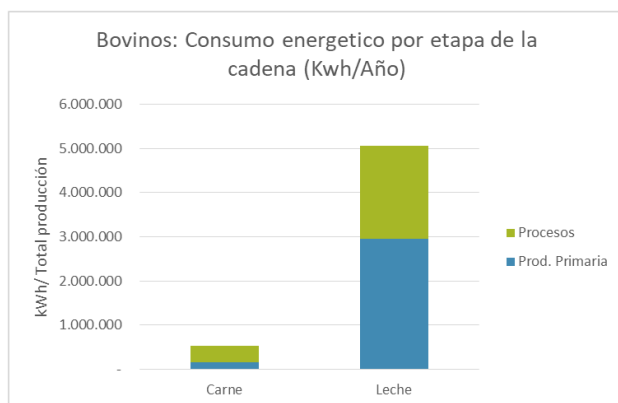
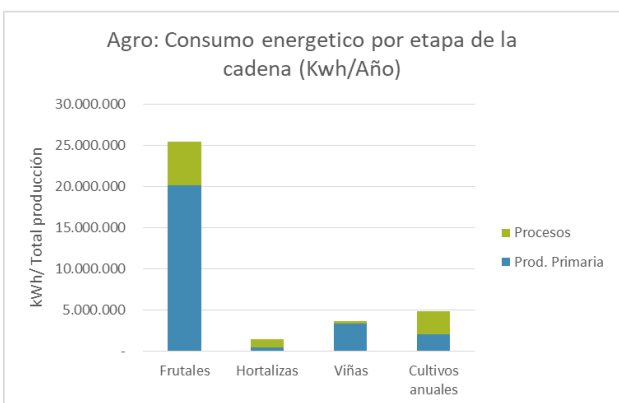
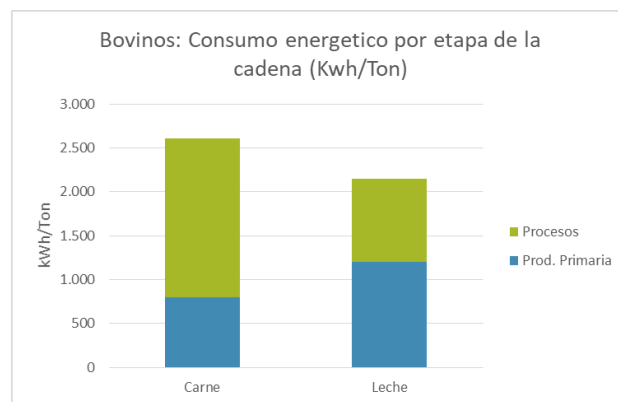
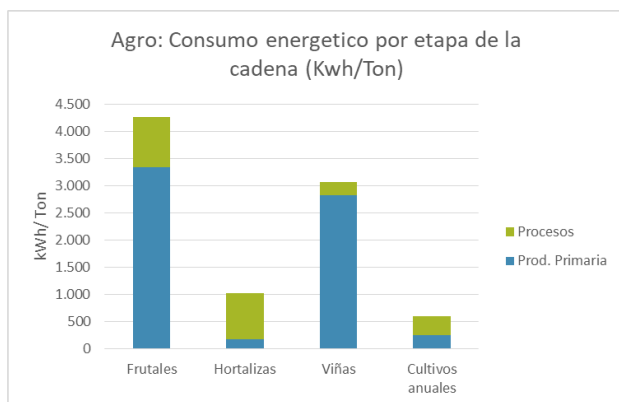


En el indicador de daño ambiental en cadenas del agro por residuos (RISES, RIGES, RILES), se aprecia una valoración media a alta en todas las cadenas, tanto en la etapa de producción primaria como en la etapa de procesos, exceptuando la cadena de cereales, la

cual tiene baja valoración en las dos etapas, y la cadena de leche que presenta una valoración baja de importancia en la etapa de procesos.

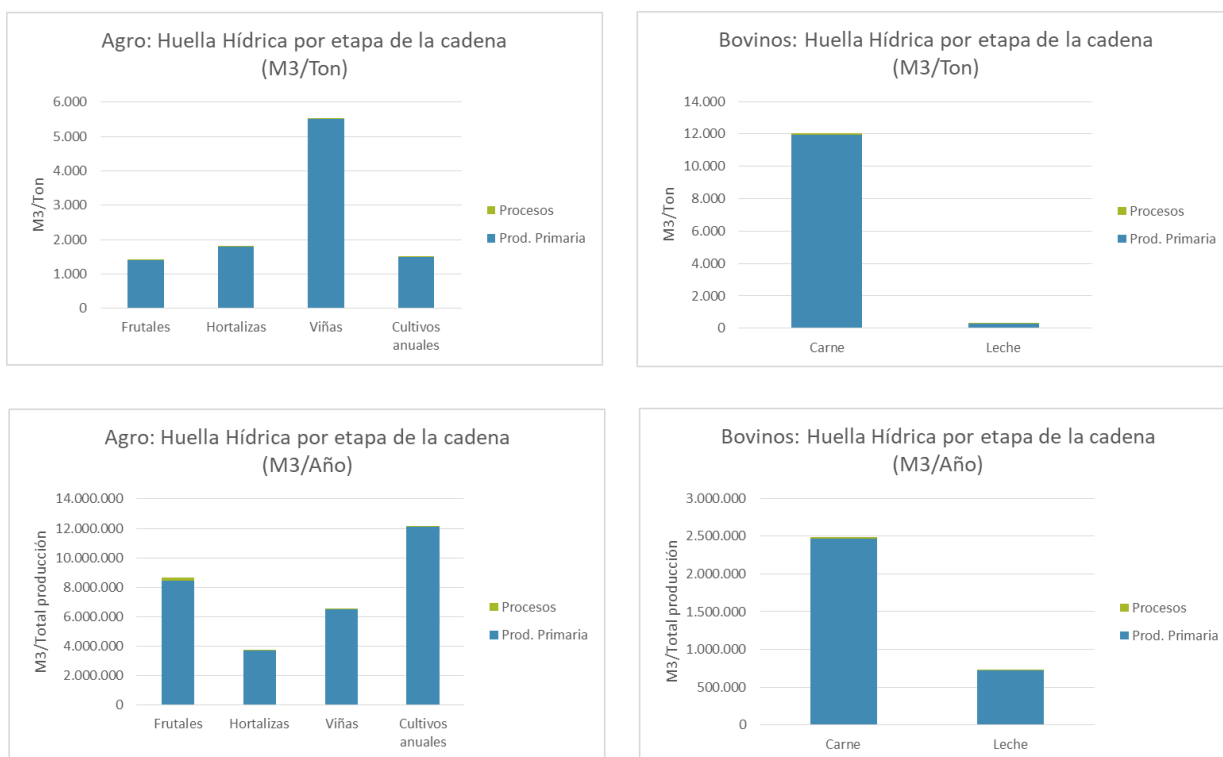
Emisiones o gastos ambientales por etapa de las cadenas:

Gasto energético:



En producción primaria las cadenas con mayor consumo energético son Frutales y Viñas, ya que la mayor parte de las hectáreas cultivadas presentan riego tecnificado. En la etapa de procesos se observa un mayor gasto de las cadenas de frutales y hortalizas por tonelada, puesto que estas presentan procesos con alto requerimiento energético. Al comparar estas cadenas por valores totales al año, se observa que la cadena de frutales presenta el mayor gasto energético tanto en la producción primaria como en la etapa de procesos. En las cadenas de producción de bovinos se observa un equilibrio de gasto energético entre las diferentes etapas y cadenas, aunque en la cadena de leche se observa mayor gasto en la producción primaria, debido principalmente al proceso de ordeña.

Huella Hídrica:



Es visible que el mayor gasto hídrico está dado en la producción primaria de todas las cadenas agroalimentarias analizadas, tanto del agro como del sector de producción de bovinos. En producción primaria podemos observar que la cadena con mayor consumo de agua por tonelada es la cadena de Bovinos para carne. La segunda cadena con mayor gasto es la cadena de viñas y ésta utiliza la mitad de la cantidad de agua por tonelada que la cadena de bovinos de carne. Si es que nos centramos en los valores totales, la cadena con mayor huella hídrica es Cultivos anuales, seguida de la cadena de Frutales, Viñas, Hortalizas, Carnes y por último Bovino de Leche.

Anexo 2

¿Por qué no se toma en cuenta la captura de carbono en el análisis de los puntos críticos?

Cuando se habla de la captura de carbono, se consideran dos procesos:

1. Captura de carbono del aire por las hojas del cultivo durante la fotosíntesis y
2. Captura de carbono secuestrado o capturado en el suelo por las raíces de la planta.

A continuación, se explican los desafíos metodológicos de estos dos procesos.

Captura de carbono del aire por los cultivos

El carbono capturado en cultivos para ser usado como alimento o combustible, es considerado de corta duración, ya que es re-emitido a la atmósfera en la respiración de la planta. Por otro lado, según un artículo de “World Resources Institute”, llamado *“Corporate Greenhouse Gas Inventories for the Agricultural Sector: Proposed Accounting and Reporting Steps”* escrito por Stephen Russell, se considera que los cultivos tienen un ciclo de vida corto, ya que los productos son cosechados, procesados y consumidos, lo que a su vez provoca que las capturas de CO₂ de la biomasa del cultivo, sea re-emitido a la atmósfera. Por estas razones, generalmente, esta captura no es considerada en los análisis del ciclo de vida (Agri-footprint, 2018). Un ejemplo de esto se menciona en el estudio Van de Lugt, *“Life Cycle Assessment and Carbon Sequestration; the Environmental impact of industrial bamboo products”*, donde se explica que en la ciencia hay un consenso de como analizar el CO₂ biogénico (CO₂ que fue capturado durante el crecimiento de un árbol) en un análisis de ciclo de vida (LCA). El CO₂ biogénico se captura del aire por una planta y se re-emite al aire al final de su vida. Por lo tanto se alude a que el CO₂ biogénico del ciclo de vida de los cultivos es reciclado, y el efecto neto en el cambio climático es cero. Sin embargo, cuando se quema la planta para producir energía, se deben calcular las emisiones evitadas por no quemar combustibles fósiles, las cuales se manifiestan en una reducción al calentamiento global. Así, solo se calcula el CO₂ capturado cuando se quema para producir energía o calor y no en otras circunstancias.

Captura de carbono en los suelos

La captura de carbono de los suelos por las raíces de las plantas, también es utilizada para la fotosíntesis y últimamente es considerada una oportunidad importante para mitigar el cambio climático, por lo cual, muchos científicos están estudiando mejores prácticas agrícolas para el secuestro de carbono por el suelo (Union of Concerned Scientists, 2009). Sin embargo, generalmente la captura de carbono no ha sido reflejada en los análisis del ciclo de vida (Petersen et. al, 2013) (Van de Lugt et. al, 2014), ya que la captura de carbono en los suelos depende de las prácticas de campo, del clima, de la topografía, y del tipo del suelo, lo que puede variar mucho entre geografías locales (Russell, 2011). Por

esto, no hay muchos datos disponibles y no es recomendable estimar las capturas de carbono a nivel de cadenas específicas en Chile.

En este momento es importante notar que los suelos agrícolas también pueden emitir carbono y, por lo tanto, tampoco se han considerado estas emisiones en el análisis de los puntos críticos. Continuando con el reporte, *“Complementos y la actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos antrópicos”*, históricamente el balance entre emisiones y capturas de suelos agrícolas ha sido positivo, es decir, hay más emisiones que capturas. A nivel global, Russell (2011) considera que los suelos agrícolas contribuyen menos del 1% de todas las emisiones antropogénicas y que en muchas regiones sólo emiten o capturan muy pocas cantidades de carbono. Por otro lado, el cambio de uso de tierra es mucho más importante en este proceso (Petersen et. Al, 2013).

Así mismo, se han inventado metodologías para calcular la captura de carbono en los suelos desde las raíces de los cultivos, pero aún no se toman en cuenta por la complejidad e incertidumbre de las técnicas de cálculo (Kazer, 2018).

¿Qué significa para este estudio?

Esta actividad busca entender los puntos críticos o, en otras palabras, los procesos y actividades con más emisiones de GEI, con el objetivo final de estructurar una solución que produzca la mayor reducción de emisiones posible. Para este propósito, entender los procesos en las cadenas que producen emisiones de GEI, es suficiente. Este estudio no busca concluir que un cultivo es mejor que otro en términos de GEI. Todavía se están explorando las mejores técnicas y prácticas para alcanzar un alto secuestro de carbono. Siempre se recomienda que los predios adopten planes para la gestión del suelo llevando a cabo dos procesos:

- 1) Identificar áreas de degradación del suelo (significan focos de rendimiento bajo y pérdidas de carbono).
- 2) Identificar las oportunidades para mejorar la calidad del suelo para el sistema. Estas oportunidades pueden tener muchos beneficios y co-beneficios. Por ejemplo, el uso óptimo de fertilizantes puede minimizar los inputs externos, mientras se reducen los gastos.

Anexo 3:

Estructura de entrevistas

Se hicieron entrevistas semi-estructuradas, lo que significa que se comenzó la conversación con una cantidad de preguntas fijas, pero dependiendo de las respuestas del entrevistado, fue posible entrar en más detalle sobre temas interesantes y pertinentes que se materializaran durante la conversación.

A continuación se presenta el formato de las entrevistas con proveedores y desarrolladores. Se hicieron las mismas preguntas o preguntas muy parecidas durante las entrevistas con las instituciones financieras y las empresas agroalimentarias pero en un orden distinto y enfocando en temas diferentes. Por ejemplo, las entrevistas con los bancos iniciaron y se enfocaron en la sección sobre instrumentos financieros existentes y no tocó tanto la sección de tecnologías.

Encuesta que sirvió como estructura de entrevistas con proveedores

Pre-entrevista

Nombre	Organización	Rol	Fecha

Contexto

- ¿A qué tipo de empresas vende su tecnología?
 - Ganaderos y Productores de Bovino
 - Ganaderos y Productores Lecheros
 - Ganaderos y Productores de Frutas
 - Propietarios de Viñedos
 - Ganaderos y Productores de Hortalizas
 - Ganaderos y Productores de Cultivos Anuales (por ejemplo, cereales)
 - Otros:

Respecto a sus tecnologías

- ¿Qué tecnologías de Energía Renovable (ER) ofrece a sus clientes? *Pedir un catálogo de productos y precios*

- ¿De estas tecnologías cuales son las que se venden más?

Nº	Tecnologías de Energías Renovables
1	
2	
3	

- ¿Se ofrece tecnologías para implementar los procesos agropecuarios (p. ej. Bombas, calderas, equipo de enfriamiento, luces, secadores, “autosteer”)? ¿Cuáles se venden más?

Nº	Tecnologías energéticas que se venden más
----	---

1	
2	
3	

- a) ¿En el caso que sí, sabes si éstas tecnologías tienen un rendimiento alto de eficiencia energética? ¿Cuáles se venden más?

Nº	Tecnología con alta eficiencia energética
1	
2	
3	

4. ¿De estas tecnologías cuales son las más difíciles de vender?
- a. ¿Por qué cree que son menos atractivas?
- b. ¿Qué incentivo/iniciativa propone para ayudar a comercializar estas tecnologías?

Motivos y accesibilidad para invertir en tecnologías

5. En relación a sus clientes PYMES del sector bovino-carne
- a. Qué herramientas de mercadeo usó para promocionar sus productos (*radio, prensa, taller, visitas uno a uno, contacto telefónico, otro*)
- b. Los clientes cómo pagaron el producto (préstamo de banco, propios recursos, leasing, incentivo financiero del gobierno, otro)
- i. Si fue incentivo financiero del gobierno:
1. ¿Cuál fue?
2. ¿Qué propone para mejorar este incentivo?
6. ¿Cuáles cree que son los motivos principales de sus potenciales clientes de NO comprar su tecnología?
- c. Periodo de retorno muy largo
- d. Costo inicial muy alto
- e. Desconfianza en los ahorros
- f. Desconocen la tecnología
- g. No cuentan con una estrategia de sostenibilidad

Respecto a iniciativas existentes del Gobierno

7. ¿Qué incentivos del gobierno conoce, que ayudan a que sus clientes potenciales compren su tecnología?
8. ¿Son estos incentivos útiles y efectivos para usted, para vender sus tecnologías?

9. ¿Qué ajustes sugiere para que estos incentivos sean más efectivos?

Respecto a instrumentos financieros existentes

10. ¿Con qué bancos piden financiamiento sus clientes para comprar sus productos?
11. ¿Tiene usted alguna alianza con un banco para comercializar sus productos?
12. ¿Qué instrumentos financieros existentes (subsidios, seguros, garantías) conoce que ayuden a sus clientes potenciales a comprar su tecnología?
13. ¿Son estos instrumentos financieros útiles y efectivos para usted, para vender sus tecnologías?
14. ¿Qué ajustes sugiere para que estos instrumentos financieros sean más efectivos?
15. ¿Cree que la garantía de crédito y líneas de crédito Banco Estado son útiles?
- a. ¿Cómo las mejoraría?
16. ¿Cree que la garantía de crédito FOGAPE son útiles?
- b. ¿Cómo las mejoraría?

Tabla de tecnologías

Podría por favor mirar la tabla a continuación e ingresar información sobre las tecnologías. Si conoce o vende otra tecnología de RE o EE que está o podría ser utilizada por el sector, por favor incluirla e ingresar la información solicitada.

Otros comentarios

Observaciones

Resultados cuantitativos de entrevistas

Se hizo un análisis de 8 entrevistas que respondieron a las preguntas cuantitativas durante las entrevistas. A continuación se presentan los resultados. Con frecuencia los resultados cuantitativos son inconclusos. Por esto se tomó la decisión de utilizar el taller para conseguir aún más retroalimentación y para enfocar en los resultados más cualitativos de las entrevistas.

Pregunta 1: ¿Cuáles cree que son los motivos principales de no comprar tecnologías de EE o ER? (0 - 5, 5 es muy importante)

Cantidad de respuestas: 5

Sé utilizaron 4 gráficos para interpretar esta pregunta. Gráfico 1 muestra las respuestas. Gráfico 2 interpreta los resultados como: alta importancia, media importancia, o baja importancia. Gráfico 3 agrega las respuestas para entender los motivos más fuertes. Gráfico 4 interpreta las diferencias entre respuestas del sector agroalimentaria y de proveedores.

Gráfico 1. Respuestas – motivos que impiden la compra de tecnologías de EE o ER.

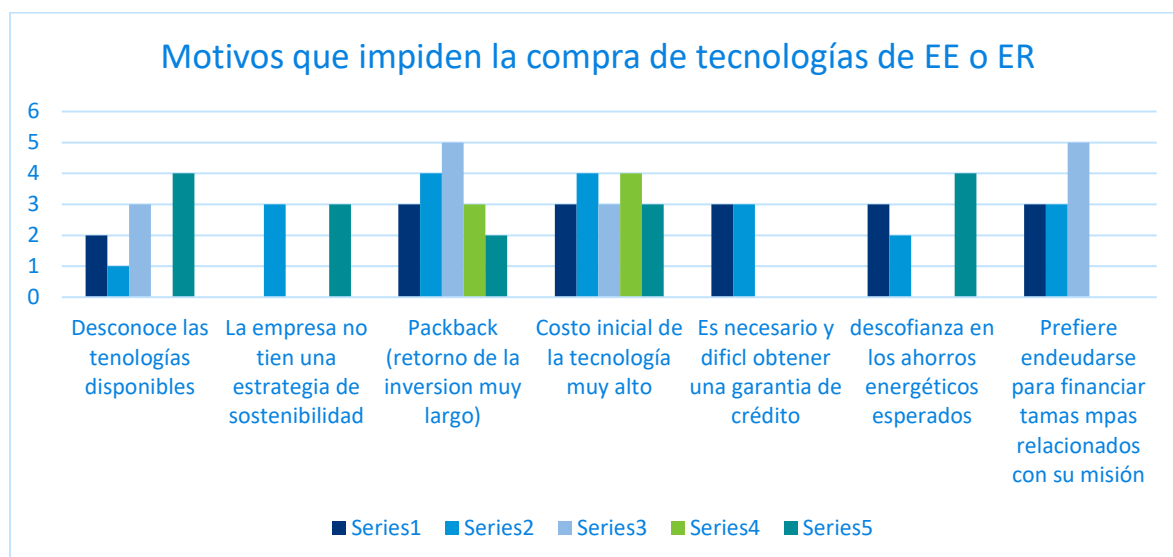
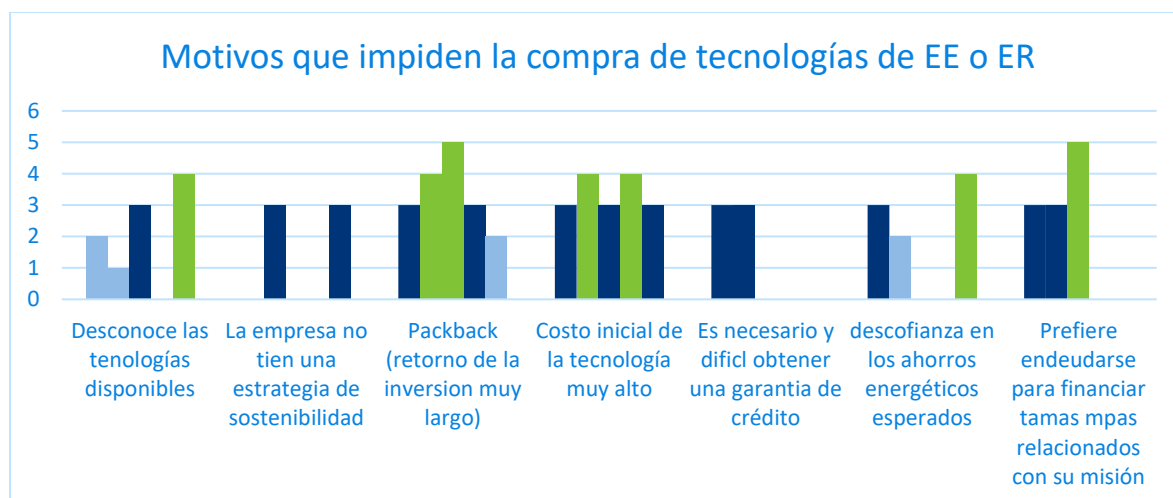


Gráfico 2 – Motivos que impiden la compra de tecnologías limpias: importancia baja, media, alta



Para algunos motivos, las respuestas son acordes; para otros motivos, las respuestas no tienen concordancia.

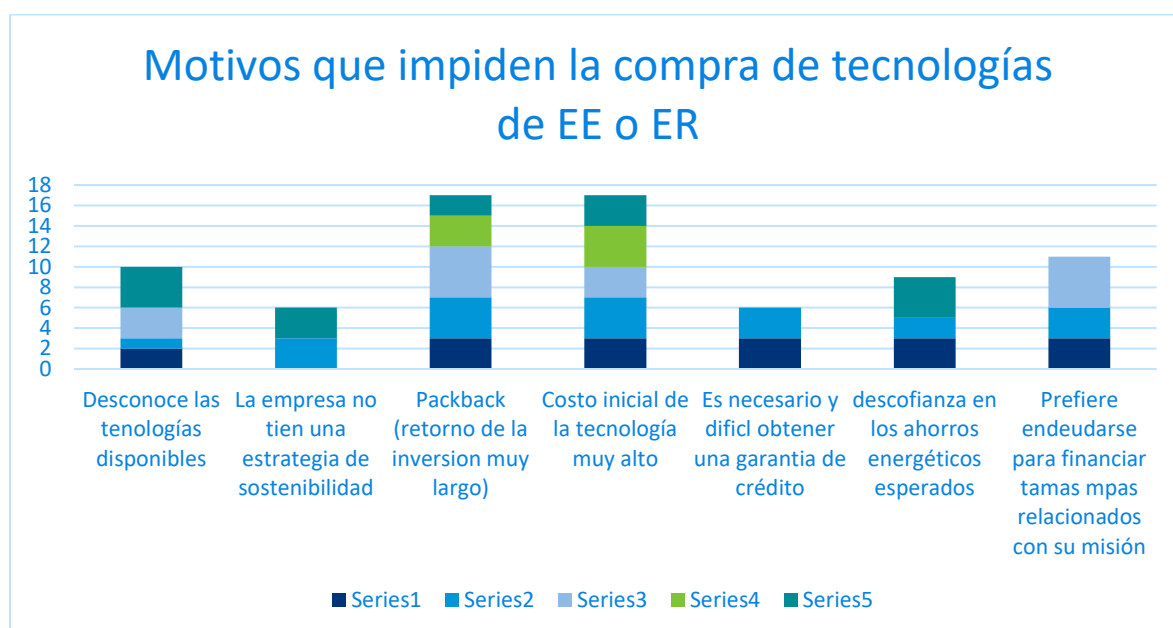
Motivos con respuesta acorde:

- No tener una estrategia de sostenibilidad, no es importante en la decisión de no comprar tecnologías limpias
- Un costo inicial de la tecnología muy alto tiene media – alta importancia en la decisión de no comprar tecnologías limpias.

Motivos con respuestas inconclusas:

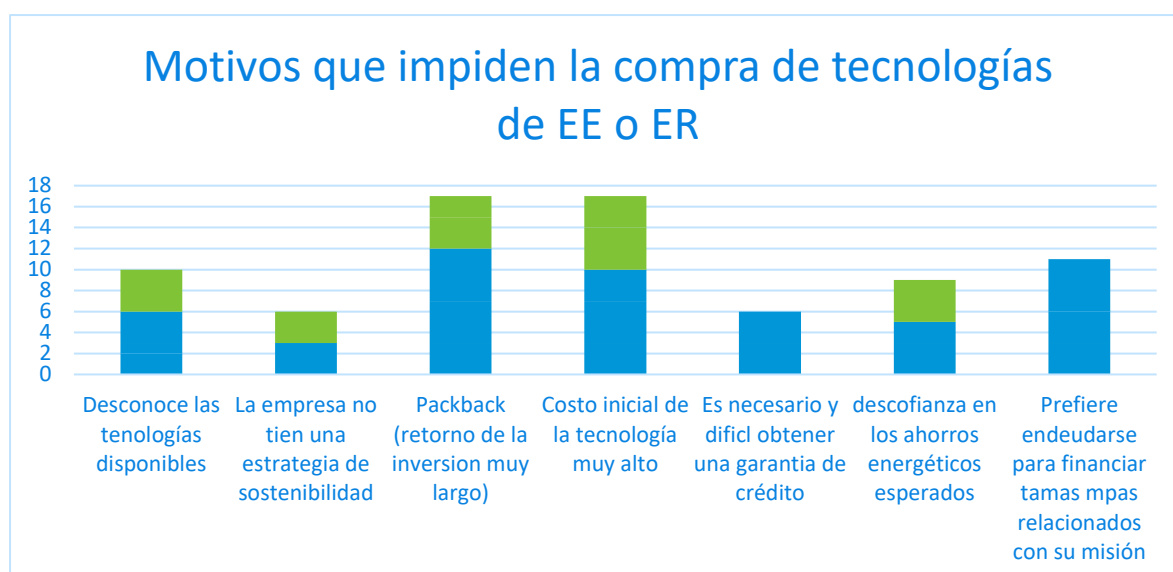
- Desconfianza en los ahorros
- Periodo de retorno
- Desconoce las tecnologías

Gráfico 3. Los motivos más importantes que impiden la compra de tecnologías limpias



En este gráfico se agregaron todas las respuestas. Esta interpretación muestra que un costo inicial muy alto de la tecnología y un periodo de retorno de la inversión muy largo, son los motivos más importantes para no comprar tecnologías limpias. Sin embargo, por los resultados inconclusos presentados en el gráfico 2, no es posible tener certeza de esta interpretación.

Gráfico 4. Respuestas por sector



En este gráfico el color azul representa las respuestas del sector agroalimentario, mientras que el color verde representa respuestas por los proveedores y desarrolladores.

Pregunta 2: ¿Cuáles cree que son las razones principales, por las cuáles los productos financieros verdes no son atractivos para su empresa?

En el caso de bancos: ¿Cuáles cree que son las razones principales, por las cuáles las PYMES de los sectores que buscan estos productos financieros verdes, no lo obtienen y cuán importante son en una escala de 0 – no es una razón a 5 – es una de las barreras más importantes?

Cantidad de respuestas: 3

Se utilizaron 2 gráficos para interpretar esta pregunta. El primer gráfico muestra los resultados. El segundo gráfico interpreta los resultados como baja, media, alta.

Gráfico 5. Resultados – Razones que impiden la utilización de productos financieros.

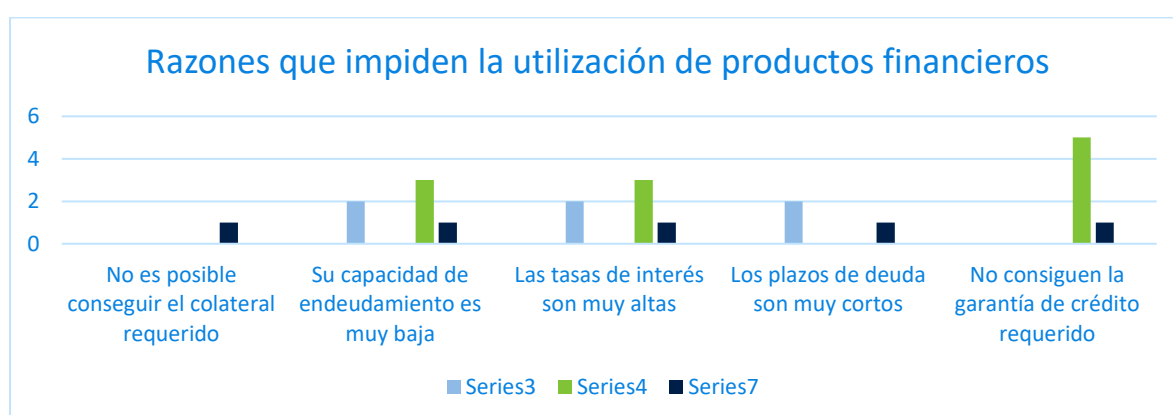
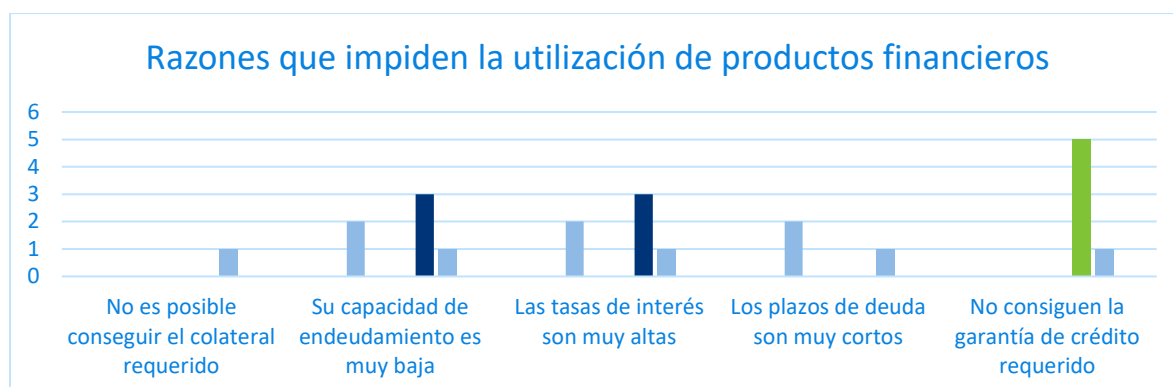


Gráfico 6. Razones que impiden la utilización de productos financieros – interpretación baja, media, alta



En este gráfico se presentan las respuestas que significan que una razón es de alta importancia si está en color verde, una razón de media importancia si está en color azul oscuro, y que es una razón no importante si está en color azul claro.

Solo un entrevistado indicó que hubo una razón de alta importancia para no utilizar productos financieros: que no consiguen la garantía de crédito requerido. Sin embargo, otra persona respondió que es una razón de baja importancia.

Con solo tres respuestas es difícil interpretar estos resultados.

Pregunta 3: ¿Qué ajustes cree que son más efectivos para que los instrumentos financieros sean más atractivos?

En el caso de Bancos: ¿Qué ajustes cree que son más efectivos para que sus instrumentos financieros tengan mayor demanda?

Cantidad de respuestas: 3

Sé utilizaron 2 gráficos para interpretar esta pregunta. El primer gráfico muestra los resultados. El segundo gráfico interpreta los resultados como baja, media, alta.

Gráfico 7. Respuestas – ajustes más efectivos para mejorar instrumentos financieros-

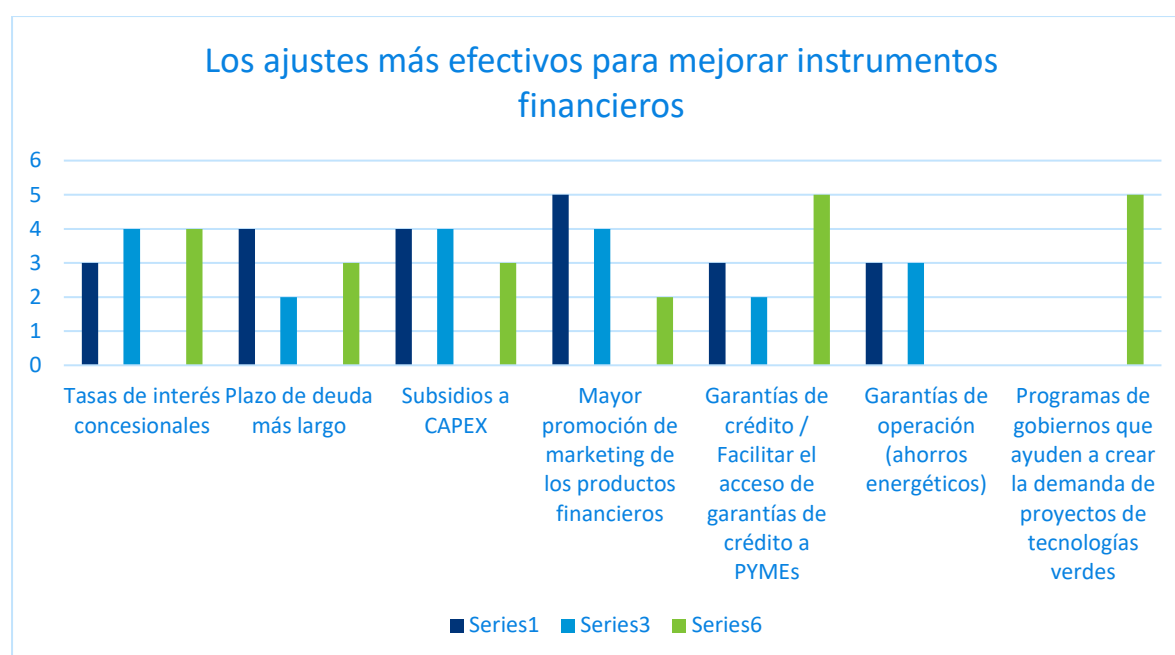
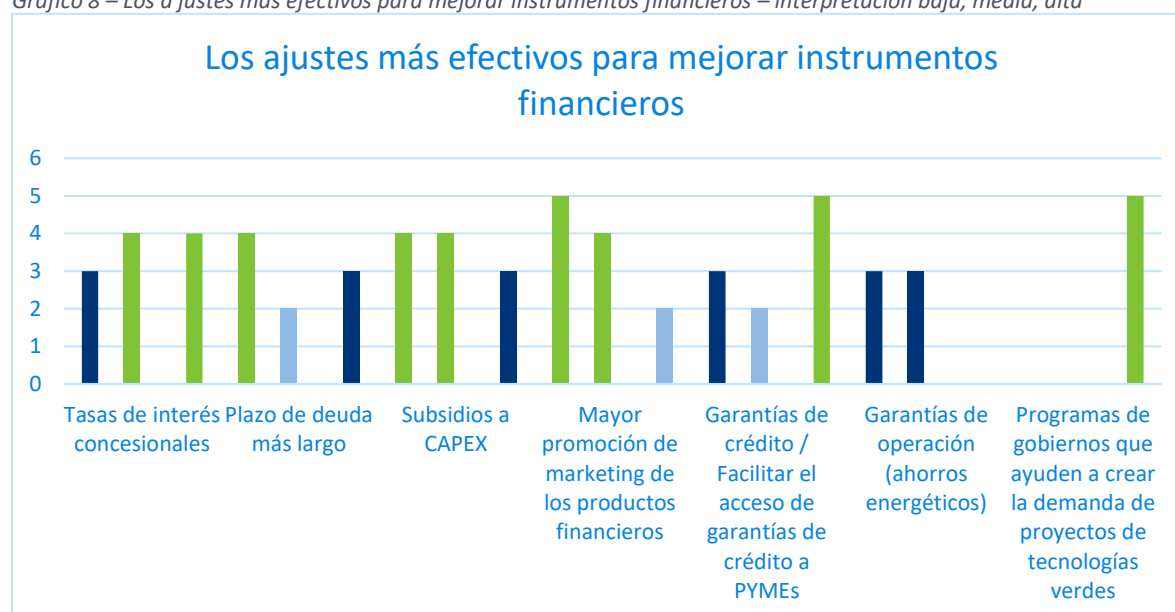


Gráfico 8 – Los ajustes más efectivos para mejorar instrumentos financieros – interpretación baja, media, alta



Interpretación: color Verde – alta eficacia, color Azul oscuro – media eficacia, color Azul claro – Baja eficacia

Anexo 4

Evaluación de las barreras para la implementación de tecnologías limpias en Chile

Tipo	Actor	Descripción	Nº	Importancia	Frecuencia
Financiero	PYMES	Altos Costos por transacción Individual	1		3
		Productores prefieren retornos a corto plazo que a largo plazo	2		3
		Desconocimiento de líneas de crédito existentes para tecnologías del clima	3		1
		Percepción de costos de capital altos para estas tecnologías	4		3
		Baja confianza en los ahorros estimados y desconocimiento del retorno a la inversión	5		2
		Bancos no les facilitan créditos a Pequeños productores o tasas de interés resultan muy altas	6		3
		Baja cultura accediendo a créditos financieros	7		1
		Volatilidad al tipo de cambio	8		1
		Desconocimiento o problemas con capitalizar la inversión	9		3
		Faltan programas e instrumentos del estado que apoyen financieramente a Pymes de forma	10		1
	Proveedores de equipos	Proveedores de equipos no tienen la capacidad para financiar los proyectos (ej.: modelo ESCO)	11		1
		Pocos recursos para invertir en campañas de mercadeo y difusión para ofrecer las tecnologías	12		1
	Proveedores de servicios	Falta de conocimiento de cuales PyMES tienen capital o acceso a créditos	13		1
		PYMES ubicadas en zonas remotas tienen altos costos de transacción individual	14		3
		PYMES tienen limitado capital disponible para la gestión energética	15		3
Compromiso	PYMES	Falta de compromiso a la reducción de impacto ambiental	16		1
		Si no lo exige el mercado no se hace	17		3
		Requerimiento de acciones, más que tanto estudio	18		3
	Gobierno	Se debe crear más instancias de colaboración publico-privadas (además de los APL)	19		1
		Requiere alta coordinación de múltiples actores relevantes del programa	20		2
		Falta de políticas de regulación	21		2
		Falta de políticas públicas que incentiven las tecnologías limpias	22		2
		Perdida o deficiente rol de instituciones del estado	23		2
		Se debe mejorar sistema para postulación a fondos para PYMES. Dificultad en postulaciones p	24		1
		Se requiere mayor capacitación para que el mercado local que exija mayor inocuidad, calidad,	25		3
	Gremios	APLs no son llevados a la implementación por falta de coordinación y recursos	26		2
		Falta asociatividad y líder potente	27		3
		Liderazgo débil	28		3
Conocimiento	PYMES	Falta capacitación en gestión eficiente de los recursos	29		2
		Desconocimiento de las tecnologías del clima existentes y sus ventajas	30		2
		Falta de conocimientos para evaluar la viabilidad financiera de los proyectos de tecnologías de	31		3
		Desconfianza en los auditores/asesores y en los ahorros estimados de las soluciones tecnológ	32		1
		Falta de traspaso de información de empresas grandes a pequeñas	33		2
	Proveedores de equipos	Falta proveedores de equipos adaptados a la realidad nacional y a la realidad de pequeños pr	34		3
		Falta de promoción y diseminación de facilidades de pago existentes	35		2
		PyMES tienen baja confianza en la calidad de proveedores de equipos	36		1
		Desconocimiento de los clientes potenciales	37		1
	Proveedores de servicios	Ausencia de flujo constante de clientes atractivos	38		1
		PyMES desconocen cuáles son los instaladores y auditores de alta calidad o no tienen el capita	39		3
Técnicos	PYMES	Pymes perciben altos costos por transacción de equipos en forma individual	40		1
		Falta de conocimientos para evaluar la viabilidad técnica de los proyectos de tecnologías del c	41		3
		Falta de técnicas que permitan presentar proyectos bien formulados para acceder a fondos	42		2
	Proveedores de equipos	Poca existencia de proveedores de equipos de tecnologías del clima	43		3
		Baja existencia de proveedores que ofrecen garantías técnicas y disponibilidad de repuestos	44		3
	Proveedores de servicios	Poca existencia de auditores e instaladores	45		1
		Pocos proveedores de servicios de alta calidad certificados	46		3
		PyMES tienen baja confianza en la calidad técnica de los instaladores y auditores	47		2

Anexo 5

Tecnologías excluidas de la Matriz de Madurez y disponibilidad por ser prácticas o por ser inmediatamente identificados como menos viables.

			Incluido en la matriz de madurez	Razón
No.	Enfoque	Tecnología o mejor práctica		
Bovino Lechero				
1	Ordeña	Selección de la bomba de vacío adecuada para velocidad variable (cuando se reemplacen bombas, reemplazar con una bomba de lóbulo rotatorio que es compatible con VSD)	No	Solo se recomienda cuando se necesita comprar una bomba nueva: no se recomienda que hay una iniciativa para reemplazar las bombas
4		Tanques de enfriamiento con expansión directa de alta eficiencia	No	Es mejor para granjas más grandes. Depende del tamaño y caso particular.
5		Bombas de leche de velocidad variable	No	En 2010, hubo un periodo de recuperación de 9 años. Sin embargo, cuando hay una escasez de agua o baja presión de agua, podría ser más relevante.
7		Refrigerantes alternativos	No	Es mejor práctica - es varias tecnologías. Además, depende si estamos hablando de retroadaptación o de nuevos equipos - las opciones depende de la tecnología: no hay una sola solución. Las opciones dependen de las tecnologías de refrigeración utilizadas. Además, la enmienda de Kigali debe implementar una reducción del uso de las refrigerantes con una potencial de calentamiento global alto. Todavía se recomienda capacitación de proveedores y de usuarios finales.

8		Buen Mantenimiento	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
13		Productos de limpieza de uso eficiente de agua y su calentamiento	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
14		Eliminar pérdidas del sistema mediante mantenimiento y diseño	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
15	Bombeo de agua y efluentes	Selección de bomba y motores adecuados	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
16		Tamaño óptimo del diámetro de tuberías (costo inicial/costo funcionamiento)	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
18		Calor de biomasa y cogeneración	No	No son para PYMES: En 2010 podría dar valor, pero no fueron probados al nivel de operación sino que se vende el suministro de electricidad extra a la red y que utiliza eficientemente el calor.
21		Bomba de calor geotérmica	No	Mejor para nuevos edificios que para retroadaptación: "Esto tiene un potencial limitado para una unidad de productos lácteos debido al bajo y variable requerimiento de calor, pero podría ser de mayor valor dentro de un contexto de campo más amplio donde la calefacción de espacios es un requisito. Es importante considerar esta tecnología en términos de una nueva construcción en lugar de adaptar una instalación ya existente, que es más caro ".
1	Gestión de pasturas	Manejo de Pasturas con leguminosas entre siembra	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
2		Recuperación y renovación de pasturas	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
3		Prácticas de Pastoreo mixto	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
4		Sistemas integrados de cultivos, ganadería y silvicultura	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
5		Alimentación en sistemas pastoriles naturales	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
6		Reducir uso de fertilizantes	No	Es mejor práctica. No es una tecnología

9	Producción de alimentos para ganado	Tractores y maquinaria: Selección de la herramienta adecuada para el trabajo, correcto lastrado, velocidad, presión de los neumáticos y configuración del equipo.	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
10	Cría	Selección Genética hacia animales más eficientes, y con características bajas en producción de metano (heterosis)	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
11		Gestión Reproductiva: Optimización del desempeño reproductivo	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
12		Gestión de rebaños: Aumento de la Vida Productiva de los Animales	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
13		Gestión de rebaños: menor intervalo de parto, menor edad al primer parto para vaquillas, menor tasa de sacrificio	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
14		Gestión de rebaños: programas de cría y mejores prácticas	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
15	Alimentos y agua	Cambio de alimentación: alimentación de precisión	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
16		Cambio de alimentación: mejorando la calidad del forraje	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
17		Cambio de alimentación: mejoras dietéticas y sustitutos	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
18		Cambio de alimentación: suplementos	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
19		Sistemas Bebederos (bombas de agua)	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
20	Salud del animal	Tratamientos para mejorar salud del animal	No	Es mejor práctica. No es una tecnología

21		Compartir información mediante SMS sobre las mejores prácticas (ej. iCow)	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
23	Gestión de estiércol	Deposición y aplicación de estiércol a suelos	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
25		Control de Temperatura y aireación de estiércol	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
26		Instalación de recolección y almacenamiento de estiércol	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
27		Control con cubiertas en almacenamiento de estiércol	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
Carne Bovino				
3		Calderas Energéticamente Eficientes	No	No es una sola tecnología
8		Refrigerantes alternativos	No	Es mejor práctica. Es varias tecnologías. Las opciones de refrigerante dependen de la tecnología y del producto específico: no hay una sola solución. Además, la enmienda de Kigali debe implementar una reducción del uso de las refrigerantes con una potencial de calentamiento global alto. Todavía se recomienda capacitación de proveedores y de usuarios finales.
4		Automatización y sincronización de cintas transportadoras	No	Es más relacionado con la eficiencia de los motores y la gestión de los motores que un proceso distinto. Implementar un variador de velocidad es una de las soluciones claves para hacer más eficientes las cintas transportadoras y ya se incluyó en el listado.
Agro				
1	Operaciones de campo	Uso Eficiente de Equipo de Campo (configuración maquinaria según los requerimientos)	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
3	Secado y Deshidratado	Mantenimiento de secadores	No	Es mejor práctica. No es una tecnología

18	Agronomía	Mejores prácticas agronómicas que incrementen los rendimientos y generen mayores entradas de materia orgánica pueden conducir a un mayor almacenamiento de Carbono en el suelo	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
19		Sistemas de cultivo menos intensivos	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
20		Proporcionar cobertura vegetativa temporal entre los cultivos agrícolas.	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
21		Labranza Reducida: Cambio de labranza convencional a su reducción o eliminación	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
22	Gestión Mejorada de Nutrientes	Reducción en la tasa de aplicación de fertilizante	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
23		Sincronización del Tiempo de Aplicación de Fertilizante según la demanda del cultivo	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
24		Optimización del área de aplicación de Fertilizante	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
25		Fertilizantes con tasa de liberación lenta	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
29		Aislamiento correcto de almacenamiento en frío	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
30		Ahorro de energía en el suministro de aire comprimido	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
31		Motores y bombas eficientes en energía	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
32		Optimización de calderas: tamaño, presión y temperatura adecuada del vapor, etc	No	Es mejor práctica. No es una tecnología
33		Sistemas de Refrigeración Eficientes	No	Es mejor práctica. No es una tecnología

	Eficiencia Energética	Automatización y sincronización de cintas transportadoras	No	Está más relacionado con la eficiencia de los motores y la gestión de los motores que un proceso distinto. Implementar un variador de velocidad es una de las soluciones claves para hacer más eficientes cintas transportadoras y ya se incluyó en el listado.
--	-----------------------	---	----	---

Anexo 6: Tablas de análisis de la facilidad de implementación de tecnologías no seleccionados.

Tecnologías de generación de energías

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas
- Usos: Energía en forma de calor y electricidad para el funcionamiento de procesos tanto en la etapa productiva como en la etapa de procesos de las cadenas.

1. Microturbina hidráulica

Tabla 28 Descripción Microturbina hidráulica

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Se trata de unas turbinas hidráulicas que pueden aprovechar el flujo de caídas de agua naturales (saltos de agua), para transformarlas en energía eléctrica. La energía generada puede conectarse directamente a la corriente, o bien ser almacenada en baterías.	Fácil.	Medio.	La rentabilidad está directamente ligada al caudal, diferencia de altura y estabilidad del suministro que presente el canal o salto de agua. El sistema presenta costos de mantención muy bajos. El periodo de recuperación también depende del tamaño de capacidad de la turbina. Con frecuencia para generación micro, hay un periodo de recuperación mayor de 5 años.	Uso de energía limpia renovable, que reemplaza uso de combustibles fósiles.	Alta inversión inicial y conocimiento en la compra e instalación de los equipos en los canales y/o saltos. Asimismo, se requiere que la instalación quede cercana a lugares de captación y distribución eléctrica, debido a que la lejanía puede hacer inviable el proyecto. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	En Chile el uso de los canales de riego está ampliamente utilizado en todo el país, por lo tanto, esta tecnología calza con la cultura local.

(SumSol Chile , 2018)

2. Micro Energía Eólica

Tabla 29. Descripción Micro Energía Eólica

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. La micro energía eólica que sobre todo genera energía para el autoconsumo, ha sido utilizado por la agricultura hace muchos años en	Mediana. La sencillez depende de la capacidad de la turbina. Para turbinas con una capacidad mayor de 1KW se recomiendan	Mediana	La consideración financiera de esta tecnología depende de: <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad del viento • El consumo de electricidad • Incentivos tributarios. Típicamente, la micro energía eólica tiene	La energía eólica es un recurso abundante, renovable y limpio que ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía a base de combustibles fósiles.	Es importante notar que las turbinas típicamente tienen una vida de 20 años. En ciertas condiciones esta tecnología puede tener un periodo de recuperación que es más larga que la vida de la tecnología. En comparación con la energía eólica más grande, el costo de las	No hay restricciones culturales a su uso, sólo consideraciones del tipo "costo-beneficio".

distintas geografías del mundo. Típicamente la micro energía eólica tienen una capacidad de 100 kW. Esta capacidad tiene relación con la aplicación de la Ley 20.571 de “generación distribuida” la cual permite a productores de ERNC de hasta 100 kW, vender los excedentes de energía al SIC. La energía eólica grande tiene una capacidad entre 250kW y 1,65 MW.	a que esté instalado por un profesional.		elevados costos iniciales. En Chile no hay incentivos tributarios y sin incentivos tributarios, el periodo de recuperación de la tecnología es más de cinco años.		turbinas micras puede ser más por kilovatio por no poder aprovechar de economías de escala.	
--	--	--	---	--	---	--

(Stephenson, 2018), (GIZ, 2015) (Moloney, 2014) (GlobalData, 2017)

3. Energía Geotérmica de baja escala

Tabla 30. Descripción Energía Geotérmica de baja escala

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
La energía geotérmica es una energía renovable que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor natural del interior de la tierra que se transmite a través de los cuerpos de roca caliente o reservorios por conducción y convección, donde se suscitan procesos de interacción de fluidos y rocas, dando origen a los sistemas geotérmicos. Se puede utilizar para producir calor y electricidad. Actualmente, el progreso en los métodos de perforación y bombeo permiten explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del mundo. Se puede integrar recursos geotérmicos a los sistemas eléctricos de varios tamaños desde redes grandes e interconectados a pueblos aislados o para sitios específicos. En esta caja intentamos explorar el uso de energía geotérmica de baja escala, el tamaño que podría ser relevante para PYMES del sector. Por otro lado, describimos el uso de climatización geotérmica de baja entalpía.	Difícil	Bajo	Bajo. Se considera que hay altos costos iniciales para esta tecnología. Se esperó encontrar más información específica relacionada a energía geotérmica de baja escala, pero la mayoría de información disponible está dirigido a energía geotérmica de gran escala. En términos generales se considera que hay gran inversión con recuperación a largo plazo.	Es una fuente que disminuye la dependencia energética de los combustibles fósiles y de otros recursos no renovables. Los residuos que produce ocasionan menor impacto ambiental que los originados por el petróleo y el carbón. Los sistemas si pudieran generar emisiones de CO2, pero no por quemar combustibles fósiles sino por emitir CO2 atrapado debajo de la superficie de la tierra. La cantidad de CO2 emitido depende del diseño del sistema. La emisión de CO2, con aumento del efecto invernadero, es inferior al que se emitiría para obtener la misma energía por combustión, y puede llegar a ser nula cuando se reinyecta el agua, haciéndola circular en circuito cerrado por el exterior. Contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco, etc.	Aunque en general se habla de energía geotérmica grande, en Italia el sector agroalimentario ha experimentado con el uso en un tamaño pequeño por la producción de queso, pan, y cerveza. En este caso la región estableció una asociación para promover el uso de la energía geotérmica por PYMES locales. Otra información sobre la energía geotérmica en general, no específicamente el uso de baja escala incluye: No está sujeta a precios internacionales, sino que siempre puede mantenerse a precios nacionales o locales. El área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas. No requiere construcción de represas, ni tala de bosques. En yacimientos secos se han producido a veces microsismos como resultado del enfriamiento brusco de las piedras calientes, y su consiguiente fisuración. No genera ruidos exteriores. <u>En ciertos casos emisión de ácido sulfhídrico que se detecta por su olor a huevo podrido, pero que en grandes cantidades no se percibe y es letal.</u> El tiempo de implementación puede durar hasta 7 años.	El sistema no requiere cambio ni adaptación cultural al momento del uso. Sin embargo, su complejidad en la instalación, la limitada cantidad de empresas expertas que lo instalan y la necesidad de una instalación in situ especial para cada caso, han dificultado su uso masivo.

(Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, 2015), (Renewable Energy World, 2018) (Sims, 2015) (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2010)

Manejo de Purines

1. Separadores de residuos sólidos y líquidos, y posterior aplicación.

Tabla 31. Descripción Separadores de residuos sólidos y líquidos, y posterior aplicación

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
El purín se separa en sólido y líquido. Los sólidos se utilizan como compost para aplicarlo sobre la pradera y el líquido se reutiliza en agua, con esto se mejora la eficiencia de la limpieza en un 50%. Después esa agua se vierte a un pozo purinero, donde el agua es extraída con carro purinero y aplicada a las praderas.	Media. 12% de los productores utiliza esta tecnología.	Baja	Alta. Esta tecnología una parte previa a la solo aplicación con carros purineros, por lo que requiere mayor inversión, pero el ahorro en fertilizante es aún mayor.	La incorporación de estiércol en los pastizales es una medida que mitiga las emisiones de carbono. Sin embargo, hay que considerar que se gasta bastante petróleo para hacer funcionar los carros purineros.	Existen múltiples equipos que realizan la separación de lo líquido y lo sólido en el estiércol. Todas las tecnologías están disponibles y dependiendo de su capacidad involucran inversiones importantes. Cuando se completa la capacidad de los estanques, se trae el carro purinero para que succione el contenido y posteriormente lo arroje a los potreros. Este líquido, tiene sólo un 5% de materia seca y es un fertilizante rico en potasio, fósforo y nitrógeno. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 1 año.	Esta tecnología y manejo cultural no representan cambios, ni desafíos muy grandes para los productores. Sólo es importante considerar que la inversión es importante.

(Tecnoland, s.f.) (Corsorcio Lechero, INIA)

Tecnologías de eficiencia energética

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas
- Usos: Mecanismos de uso y generación de energía optimo, generando ahorros y menores emisiones de GEI.

4. Direccionamiento de luz Solar

Tabla 32. Descripción Direccionamiento de luz Solar

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Es un sistema de iluminación que capta la luz natural en cualquier condición de cielo y procedente de cualquier dirección. El sistema que transporta la luz diurna, natural y gratuita, procedente de la bóveda celeste, a las zonas más oscuras de cualquier edificio, sin aportación de calor. Tiene una cúpula transparente de acrílico anti-impacto, protegida contra los rayos UV, que actúa como embudo de luz, que orienta y reenvía todos los rayos luminosos, dentro del conducto cilíndrico de traslado. Direccionamiento de luz Solar, al difundir la luz desde la cubierta del local mejora la iluminación natural también de los locales dotados con las ventanas verticales tradicionales o inclinadas, y sobre todo mejora con luz natural los espacios que, no comunican con el exterior.	Media.	Bajo.	Ahorros eléctricos del 70% durante el día.	Direccionamiento de luz Solar contribuye a reducir el abuso de los valiosos combustibles fósiles y la inevitable contaminación ambiental que deriva de ello, verdaderas calamidades naturales producidas al disipar recursos energéticos no renovables que se deberían proteger reservando su disponibilidad y uso, para los "empleos irrenunciables" en las múltiples actividades cotidianas, presentes y también futuras. El tiempo de implementación es de aproximadamente 1 año.	Direccionamiento de luz Solar bloquea las radiaciones UV y no transmite calor.	No existen limitaciones culturales para su implementación.

(DomusSegria, 2018) (SOLARSPORT, 2018)

Tecnologías de eficiencia energética en sistemas de calefacción y enfriamiento

- Cadenas: Todas las cadenas estudiadas

- Usos: Mecanismos de uso óptimo de energía en sistemas de calefacción, refrigeración y enfriamiento.

1. Refrigerantes alternativos

Tabla 33. Descripción Refrigerantes alternativos

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Utilización de gases de tipo refrigerantes que sean inofensivos al daño de la capa de ozono y con un potencial de calentamiento global bajo y la recuperación de estos gases para ser reutilizados. Los gases que se pueden regenerar son los de clase III, IV y V.	Medio. Pueden ser necesarias adecuaciones en el sistema de refrigeración existente.	Baja.	Alta.	Muy grande.	Chile es uno de los 197 países que se ha suscrito al Protocolo de Montreal, acuerdo que busca eliminar la producción y el consumo de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO). Los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) fueron introducidos temporalmente como sustitutos de los clorofluorocarbonos (CFC) debido a su menor impacto en la Capa de Ozono, pero estos gases tienen impactos muy altos en términos del calentamiento global. La enmienda Kigali del Protocolo de Montreal está ampliando el alcance del protocolo para reducir gases con alta potencial de calentamiento global, como HFCs y gases FS los cuales pueden ser utilizados como gases refrigerantes, principalmente en equipos de refrigeración y aire acondicionado (HCFC-22), agentes expansores para la fabricación de espumas de poliuretano utilizada para aislación térmica (HCFC-141b) y, en menor magnitud, como propelente de aerosoles y extintor de incendios. En 2019 se iniciará la implementación de un programa para reducir progresivamente gases HFCs. En Europa ya se inició este programa y han mostrado la importancia económicamente de no implementar nuevos sistemas de refrigeración que utilizan gases con valores de potencial de calentamiento global altos. Se desarrolló un estudio con Chile Alimentos en el marco del APL 3, para recambio de gases de refrigeración en los equipos de refrigeración, con productos con nulo o bajo potencial de calentamiento global.	El rol de los técnicos en refrigeración es muy importante, ya que son ellos quienes manejan los equipos que contienen gases refrigerantes día a día, y por ende son los responsables de que estos gases no sean liberados al medio. Además, son responsable para avisar sus clientes. Vender un sistema de refrigeración que utiliza un gas con un valor de potencial de calentamiento global alto puede generar gastos futuros muy altos para el reemplazo del gas cuando la enmienda Kigali es en fuerza. En la medida que una instalación esté bien hecha, no habrá problemas de fugas. Al mismo tiempo, los usuarios de sistemas de refrigeración también deben conocer el problema, ya que una buena utilización de los equipos, junto con mantenciones adecuadas y a tiempo, evitarán, por ejemplo, fugas innecesarias. No tiene barreras culturales.

(Ministerio del Medio Ambiente - PNUMA, 2017), (Morrisons, 2010)

2. Cobertura aislante tipo SuperTherm

Tabla 34. Descripción Cobertura aislante tipo SuperTherm

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Es un recubrimiento aislante a base de agua diseñado específicamente para bloquear la carga de calor, la penetración de humedad y la infiltración de aire en prácticamente cualquier tipo de superficie.	Fácil.	Bajo.	Medio. Cobertura aislante reduce el consumo de energía requerido de una unidad de refrigeración o calefacción.	Cobertura aislante es a base de agua, por lo cual no tiene impactos significativos sobre el medio ambiente.	Esta tecnología prolonga la vida útil del material y los equipos, ya que previene el desarrollo de pudrición de moho, hongos y otros. Tiene un revestimiento duradero, resistente al agua y a los rayos UV y proporciona flexibilidad contra las tensiones de contracción y expansión. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Esta tecnología no involucra cambios en la manera de hacer las cosas, por lo tanto, no presenta barreras culturales a su implementación.

(Nanorevestimientos, 2018), (GreenBrand, 2018)

3. Tanques de enfriamiento con expansión directa altamente eficientes

Tabla 35. Descripción Tanques de enfriamiento con expansión directa altamente eficientes

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
En los sistemas de expansión directa, la leche es enfriada por placas que están en contacto directo con la tina interior del tanque. Con el sistema de reserva de agua congelada, la leche es enfriada cuando el agua congelada pasa por la pared interna del tanque.	Media. Son para enfriar gran cantidad de litros.	Baja.	Supone menos inversión y menor consumo eléctrico. Estos tanques de expansión directa pueden ser hasta 50% más eficientes que un tanque de agua helada y pueden enfriar 75 litros por kWh en comparación con 45-50 litros por kWh en un tanque de agua helada.	Medio. Impacto indirecto al consumir menor cantidad de electricidad.	Están concebidos para ser instalados en el exterior. Todos los sistemas de comando y la entrada y salida se encuentran en un ambiente cubierto y cerrado. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Los silos para leche (10.000 litros y más) son utilizados por los grandes productores. Por lo mismo, el efecto demostrativo puede disminuir las barreras a su incorporación por parte de empresas de menor tamaño.

(Dairy Farms, 2010), (Morrisons, 2010)

4. Caldera de condensación

Tabla 36. Descripción Caldera de condensación

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Una caldera de condensación es un artefacto que produce agua caliente a baja temperatura 40-60 °C, con un alto rendimiento. Esta caldera de condensación, aprovecha la energía latente en el vapor de agua. Para conseguirlo debe calentar el agua a una temperatura máxima de 60-70 °C (en vez de los 90 °C de las calderas corrientes) y evacuar los gases a temperaturas inferiores a las de condensación (100 °C a nivel del mar). Por otro lado, reduce el tiro térmico del conducto de gases y hace necesario utilizar un ventilador. Además, al salir a menor temperatura los gases quemados, también se aprovecha el calor que, en las calderas normales, se usaría para alcanzar la temperatura necesaria para el tiro, convirtiendo este tipo de caldera en la más eficiente actualmente y con menor impacto medioambiental al reducir las emisiones de CO ₂ .	Medio.	Medio. Se debe adaptar el nuevo equipo a la red de agua de la construcción.	Medio. El rendimiento aparente de estas calderas es superior al 100% (medido en condiciones tradicionales, sobre el poder calorífico inferior), frente al 70-90% de las convencionales. Se considera medio, debido a la comparación de los costos de inversión versus los beneficios obtenidos.	Emisiones más reducidas de CO ₂ .	Las calderas de condensación necesitan una salida para el desagüe de los condensados. En ningún caso servirá un cubo o recipiente para evacuar los residuos resultantes. Será necesario disponer de un sumidero y deberán disponerse tubos de materiales compatibles con los productos condensados. En instalaciones de potencia superior a 70 kW, será necesario tratar estos condensados para neutralizar su acidez. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Tecnología que mejora los sistemas actuales, no requiriendo cambios significativos en los procesos. Por lo mismo, no deberían existir barreras culturales a su implementación.

(Dairy Farms, 2010) (Nedgia, 2018)

5. Refrigeración solar

Tabla 37. Descripción Refrigeración solar

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Se refiere a sistemas que usan la energía solar para la refrigeración de ambientes. Existen sistemas basados en fotovoltaica y otros en energía solar térmica. La tecnología utilizada en estos sistemas, la refrigeración por absorción se basa en la capacidad de absorber calor de ciertos pares de sustancias, como el agua y el bromuro de litio o el agua y el	Difícil.	Alto.	Inversión alta, pero se pueden lograr ahorros de un 80-90%	Alto.	Instalaciones solares de este tipo requieren equipos e instalaciones especiales en las que cada vez hay más experiencia pero que conviene tener	La dificultad técnica requerida, es una limitación a la implementación por parte de las empresas, ya que estará

amoníaco. Su funcionamiento se basa en las reacciones físicoquímicas entre un refrigerante y un absorbente, accionadas por una energía térmica -que en el caso de la energía solar es agua caliente. Instalaciones solares de este tipo requieren equipos e instalaciones especiales en las que cada vez hay más experiencia pero que conviene tener un importante respaldo tanto en el diseño como en la ejecución, puesta en marcha y explotación de la instalación.			de la energía utilizada para la refrigeración y acondicionamiento.		un importante respaldo tanto en el diseño como en la ejecución, puesta en marcha y explotación de la instalación. El tiempo de implementación es de aproximadamente 1 año.	relacionada a mayores costos de mantención. En este contexto, existirán barreras culturales a la implementación de este tipo de equipos.
--	--	--	--	--	--	--

(Dairy Farms, 2010) (Portal de Energías Renovables, 2006)

6. Compresores de espiral para el enfriamiento

Tabla 38. Descripción Compresores de espiral para el enfriamiento

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Se necesitan compresores para bombear el refrigerante a través del sistema de enfriamiento. La selección del óptimo compresor puede generar ahorros energéticos importantes. Sin embargo, el tipo de compresor depende del tamaño de la carga del enfriamiento, el refrigerante utilizado por la máquina, y las temperaturas. Se identificó los compresores de espiral específicamente en relación a la cadena bovino lechero en relación al enfriamiento de la leche después de la ordeña por las temperaturas de aplicación. Es posible que este tipo de compresor puede ser relevante a otras aplicaciones agropecuarias. Los compresores de espiral funcionan en forma de movimiento circular y cuentan con menos partes móviles que un compresor convencional, por lo que tienen el beneficio adicional de niveles reducidos de ruido y vibración. Los compresores de desplazamiento son más confiables y viven más tiempo que compresores convencionales.	Media.	Bajo.	Mediano. Los compresores de tornillo tienen entre un 25-30% más de eficiencia energética que los compresores de pistón. Es un poco más costoso que los compresores a pistones, pero la inversión se devuelve rápido si se consideran los ahorros de energía y una mayor esperanza de vida del equipo. Adicionalmente, hay que considerar que en equipos con capacidad menor a los 2.000 l/min, los costos de mantención son mayores a los compresores tradicionales.	Media (al considerar el ahorro energético y mejor calidad del aire que producen).	En capacidades inferiores a 500 litros por minuto, los compresores de pistón también tienen altas ventajas competitivas, lo que se puede denominar el costo inicial (bajo costo de mantenimiento) y la simplicidad del sistema. No observar el mantenimiento: el uso de aceite inadecuado y partes no estándar del dispositivo será vulnerable. La rueda requiere un operador más experimentado para mantener la máquina. El tiempo de implementación es de aproximadamente 6 meses.	Este sistema involucra una mayor complejidad en la mantención. La implementación de estos nuevos compresores puede tener algunas barreras culturales y técnicas al momento de operación.

(Dairy Farms, 2010) (McKinney, 2018) (Harwell, 2000)

7. Climatización Geotérmica baja entalpía

Tabla 39. Descripción Climatización geotérmica

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		

La climatización geotérmica de baja entalpía es un sistema de climatización (calefacción o refrigeración) que utiliza la gran inercia térmica del subsuelo, pues éste a unos tres metros de profundidad presenta una temperatura constante de entre 10 y 16 °C, dependiendo de la latitud (norte o sur) del lugar. La climatización geotérmica no debe confundirse con la energía geotérmica, que requiere una alta temperatura en el subsuelo, normalmente asociada con actividad volcánica.	Difícil.	Alto.	Bajo. Este sistema todavía tiene un elevado costo de instalación. Los fabricantes anuncian amortizaciones de entre 4 y 8 años, pero si se contrastan los datos disponibles, la inversión en una instalación geotérmica frente a una típica de gasóleo parece tardar en amortizarse en torno a los 15 años. No obstante, hay que tener en cuenta que la geotérmica elimina la necesidad de una segunda instalación de aire acondicionado, así como las ayudas y subvenciones a las que puede acogerse. El ahorro puede rondar en torno al 40-60% frente a un sistema de bomba de calor tradicional que intercambie con el ambiente. Se anuncia un ahorro energético frente a la calefacción eléctrica del 75%, o lo que es lo mismo, que por 1kW-h eléctrico consumido, se consigue el equivalente a 4kW-h.	Frente a la calefacción por gas natural, se anuncian ahorros que fluctúan entre el 30-60%. Como la bomba mueve de 3 a 5 veces más energía que la electricidad que consume, la producción total neta es mucho mayor que el consumo. Como consecuencia del menor gasto energético, también se reduce la emisión de CO ₂ . Un estudio afirma que la utilización masiva de este sistema de calefacción en el sector residencial y servicios reduciría en un 6% la emisión global de CO ₂ a la atmósfera.	Las instalaciones más económicas son las horizontales, pero exigen un espacio del que no siempre se dispone. Las instalaciones verticales, que soslayan el problema, tienen precios más elevados, y su justificación económica disminuye. Toda la instalación consta de tres elementos fundamentales: Bomba de calor, Circuito exterior y circuito interior. En 2004 había más de un millón de unidades instaladas a nivel mundial, que proporcionaban 12 GW de capacidad termal, con una tasa anual de crecimiento del 10%. Este sistema de calefacción ha sido catalogado como energía renovable en el libro blanco de las energías renovables de la unión europea y por tanto se puede beneficiar de los distintos programas de subvenciones existentes en dichos países. El tiempo de implementación puede durar 5 años.	Debido a que los costos son elevados, versus los sistemas tradicionales, las personas deben tener una conciencia ecológica desarrollada para elegir este sistema y no los otros. En este contexto, la barrera cultural es una limitante importante para las empresas.
---	----------	-------	--	--	--	---

(Dairy Farms, 2010) (Energy Saver, 2018)

Tecnologías de secado y deshidratado

- Cadenas: Frutales, Hortalizas y Cereales
- Usos: Deshidratado de fruta y hortalizas frescas y secado de frutos de naturaleza seca y cereales.

1. Secadores verticales con flujo lateral

Tabla 40. Descripción Secadores verticales con flujo lateral

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Esta máquina permite reducir los tiempos de secado y lograr una mayor homogenización de las humedades, gracias a que la sección de fruta que debe atravesar el aire es mucho menor. Al contar con un aspirador interior, permite una aceleración del aire en la medida que atraviesa las capas de fruta, lo que evita las variaciones de humedad típicas de un sistema de secado tipo “cajón”, donde el flujo de aire es ascendente. Son 100% metálicos y sus capacidades varían según el requerimiento. También incluyen visor de materia prima e indicadores de temperatura y humedad.	Media.	Baja.	La inversión en secadores es siempre rentable, ya que existen sistemas modulares para secar 3.000 kilos hasta sistemas integrados que permiten bancadas de secadores con capacidad para 100 toneladas cada una.	Se calcula que la recirculación del aire podría implicar una reducción de un 30% en su consumo.	Los secadores verticales de flujo lateral corresponden a un nuevo diseño realizado por agricultores de la zona de Los Ángeles, en la Región del Biobío. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 6 meses.	El cambio propuesto por este sistema no involucra impactar el modus operandi de las empresas deshidratadoras. En este contexto, la cultura local no debería ser un impedimento para su implementación.

(El Mercurio, 2018)

2. Secadores de 'Flujo Mixto'

Tabla 41. Descripción Secadores de Flujo Mixto

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía		
---------------------------	-------------------------------	--	--

	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI	Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
Esta tecnología de secado cuenta con quemadores de aire caliente y ventiladores de aire frío que homogenizan el secado y el cambio de humedad. Dependiendo de la capacidad buscada, se selecciona la cantidad de ventiladores con quemadores y ventiladores fríos. El grano viaja de arriba hacia abajo, pasando por una estructura especial en forma de diamantes internos, generando que el grano gire y el aire pegue en todo su exterior para generar un mejor secado del mismo. Los diamantes también ayudan a que el aire caliente y frío tenga diferentes direcciones y llegue a todo el grano. Esta secadora es más relevante para cereales que para las cadenas de frutales, hortalizas, y viñas.	Media.	Baja.	Mediana. Las secadoras de flujo mixto maximizan la eficiencia. En el caso que se necesite comprar una secadora de alta temperatura nueva, este producto tendrá un periodo de recuperación de menos de 5 años en comparación con una secadora de alta temperatura de flujo cruzado. Por otro lado, no tiene sentido reemplazar la tecnología antes del fin de la vida útil. En este caso tendrá un periodo de recuperación mayor de 5 años.	Los secadores de flujo mixto usan 30% menos energía que los de flujo cruzado. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 6 meses.	Una de las características que distingue los secadores de granos de flujo mixto, es que no utilizan tamices. El tamiz es un filtro o malla que deja pasar el aire, pero con el tiempo se obstruye, lo que reduce el rendimiento del equipo, teniendo que detenerlo para hacer el debido mantenimiento. El tiempo estimado para implementar esta tecnología es de 6 meses.	El cambio propuesto por este sistema no involucra impactar el modus operandi de las empresas deshidratadoras. En este contexto, la cultura local no debería ser un impedimento para su implementación.

(MEPROSA, 2018) (McKinney, 2018)

Tecnologías de eficiencia en riego

Tecnologías de 2da y 3era generación en riego

1.1 Sistemas de bombeo fotovoltaico

Tabla 42. Descripción Sistemas de bombeo fotovoltaico

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Extracción de agua subterránea mediante energía proveniente de la electricidad producida por paneles solares. Se debe notar que las cadenas bovinas también se pueden aprovechar de los sistemas de bombeo fotovoltaico por el suministro de agua a depósitos de agua y a bebederos.	Medio.	Bajo. El diseño necesita ser adaptado al uso final.	Alto. El costo de la instalación es alto, pero el mantenimiento es mínimo y su funcionamiento, al emplear la energía del sol, es gratuito. Se estimó que en el norte de Chile el periodo de recuperación es alrededor de 4 años.	Es una fuente de energía renovable, ya que no proviene de electricidad producida en centrales que queman combustibles fósiles.	Es posible realizar instalaciones de cualquier tamaño. Es necesario tener conocimiento técnico o infraestructura para mantener la tecnología. Además, esta tecnología podría facilitar el consumo insostenible de agua.	No se aprecian barreras culturales a la incorporación de esta tecnología. La disminución de los costos de inversión, permiten y motivan la incorporación de estos equipos con mayor frecuencia en las empresas.

(SitioSolar, 2018) (Hartung, 2018)

1.2 Sensores sensibles

Tabla 43. Descripción Sensores sensibles

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía		
---------------------------	-------------------------------	--	--

	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI	Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
Existen diferentes técnicas para determinar el estado de humedad del suelo basadas en la utilización de sensores de humedad. En función de la manera de indicar el contenido de agua en el suelo hay dos tipos de sensores; los que miden la tensión o succión a la que esta retenida el agua en el suelo, y los que miden el contenido total de humedad en el suelo, expresado en porcentaje volumétrico.	Media	Baja	Alta. Optimiza el uso del agua.	Se optimiza la utilización de agua, con lo que se contribuye a su ahorro, minimizar impactos ambientales. Se evitan pérdidas excesivas por percolación, incrementos en consumo de energía, costos del agua, y el lavado de los fertilizantes de la zona radicular.	Un parámetro utilizado para determinar el momento de riego es la tensión de la humedad en suelo. Se emplea para programar el riego en sistemas de aspersión, micro irrigación y goteo. El principio teórico en que se basa: la presión capilar del agua en el suelo indica la fuerza que debe ser ejercida para extraerla del suelo, por tanto esta medición permite la determinación de un déficit de humedad.	Al igual que el resto de los sensores y equipamiento de la agricultura de precisión, existen consideraciones culturales importantes que impiden su incorporación masiva en las empresas agropecuarias del país.

(Intagri, 2018)

1.3 Membranas de exudación

Tabla 44. Descripción Membranas de exudación

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Sistema de riego localizado donde el agua se aplica por exudación, por diferencial osmótico, a través de los pequeños poros de su pared formando una línea de humedad continua y uniforme en toda la longitud de la línea de riego.	Media.	Baja.	Riego por exudación de membrana cerámica calibrada requiere una mínima inversión y es totalmente accesible a las familias de bajos recursos económicos.	Máxima eficiencia del riego y ahorro de agua y energía. Menor consumo de agua de riego con respecto a otros sistemas, tales como aspersión y goteo.	Se puede utilizar para riego por gravedad desde un depósito elevado y también riego con presión desde la red de suministro o con una bomba de riego. Se puede regar con agua no potable, procedente de recuperación de lluvia.	Riego por exudación de membrana cerámica es totalmente accesible a las familias de bajos recursos económicos. No tiene limitaciones culturales a su utilización.

(Planeta Huerto, 2018)

1.4 Herramientas informáticas para riego en momento óptimo

Tabla 45. Descripción Herramientas informáticas para riego en momento óptimo

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Existen softwares que proporcionan un servicio para reducir los consumos de agua por aplicación de riegos en el momento óptimo. Gracias a este tipo de herramientas, se pueden establecer sistemas de gestión integral de los cultivos que permite llevar un control en tiempo real del consumo de agua. Para que puedan operar los software, se requiere contar con los sensores que permitan capturar la información, que hace operativos a los software.	Media.	Alto.	Bajo costo por uso e incrementan la productividad de los cultivos y ayuda a reducir costos y consumos energéticos.	Se optimiza el uso del agua y de fertilizante, y se reducen los consumos energéticos, lo que tiene como consecuencia una disminución en la emisión de GEI.	Requiere experiencia técnica en agronomía, y al mismo tiempo, se requiere conocer elementos de programación e informática, que hacen difícil su incorporación en la agricultura tradicional del país. Además, la información debe corresponder a la de cada zona agroclimática homogénea, de otra forma, la toma de decisión de ¿cuándo y cuánto regar?, puede estar sujeta a un nivel de incerteza que no permita llevar un control en tiempo real del requerimiento hídrico del cultivo.	Además de las consideraciones técnicas, este tipo de tecnología tiene altas barreras culturales a su implementación.

(Twenergy, 2017)

Tecnologías de riego tecnificado, 1ra generación

2.1 Pivote

Tabla 46. Descripción por Pivote

Descripción de tecnología	Aspectos Jerarquía de Energía				Consideraciones Generales	Consideraciones culturales
	Sencillez de implementación	Nivel de versatilidad	Consideración financiera de la tecnología	Impacto en la mitigación a los GEI		
Sistema de riego de ejes fijos, ruedas en sus tramos y de un motor eléctrico para efectuar giros y posicionarse en diferentes superficies. Esta tecnología es muy útil y optimiza el riego mediante un aprovechamiento efectivo del agua.	Media.	Baja	Alta rentabilidad, por ahorros en gasto de agua. El costo es variable, pero el rango se encuentra entre los 1.500 y 3.000 dólares por hectárea; esto dependerá de la disponibilidad del agua.	85% eficiencia.	Son de estructura rígida y durable, pero versátiles. Se adaptan a casi cualquier topografía, con hasta un 30 % de inclinación, sin necesidad de nivelar el terreno y si bien su sello distintivo son las enormes marcas redondas, visibles desde aviones e incluso del espacio, su ingeniería permite adaptarlos a regar, sin pérdida de superficie cultivable, áreas cuadradas o rectangulares. Puede cubrir grandes extensiones, con el mismo sistema de pivote, sin tener que invertir por superficie como los demás sistemas.	Tienen sistemas de control que van desde los que se accionan manualmente en el mismo pivote hasta los que permiten el control remoto centralizado de varios pivotes desde un PC o un teléfono móvil. No cuenta con barreras culturales a su uso. Si tiene barreras de escala para que se justifique la inversión.

(ABC, 2012)

Anexo 7: Puntaje de Facilidad de Implementación

Tecnología	Cadena(s)	Sencillez de implementación	Versatilidad de implementación	Consideración financiera	Puntuaje Sencillez de implementación	Puntuaje Versatilidad de implementación	Puntuaje Consideración Financiera	Puntuaje Total
Riego por Goteo	Agro	Facil	Mediano	Alto	3	2	3	8
Aspersión y microaspersión	Agro	Mediano	Mediano	Alto	2	2	3	7
Pivote	Agro	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Sistemas de bombeo fotovoltaico	Todos	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Sistemas de riego por gravedad	Agro	Facil	Alto	Alto	3	3	3	9
Automatización: programadores de riego	Agro	Facil	Bajo	Alto	3	1	3	7
Sensores sensibles	Agro	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Membranas de exudación	Agro	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Herramientas informáticas para riego en momento óptimo	Agro	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Micro turbina hidráulica	Todos	Facil	Mediano	Bajo	3	2	1	6
Energía Geotérmica de alta entalpía	Todos	Difícil	Bajo	Bajo	1	1	1	3
Sistemas de iluminación eficientes	Todos	Facil	Alto	Alto	3	3	3	9
Energía Solar Fotovoltaica	Todos	Facil	Mediano	Mediano	3	2	2	7
Variador de velocidad (VSD)	Todos	Facil	Bajo	Alto	3	1	3	7
Micro Energía eólica	Todos	Mediano	Mediano	Bajo	2	2	1	5
Sistemas de ventilación eficientes	Todos/Bovinos	Mediano	Mediano	Alto	2	2	3	7
Aplicación con carros purineros	Bovinos	Facil	Mediano	Alto	3	2	3	8
Secadores de flujo mixto	Cereales	Mediano	bajo	Mediano	2	1	2	5
Túnel de secado Solar	Frutales, Hortalizas y Cereales	Facil	Bajo	Alto	3	1	3	7
	Frutales, Hortalizas y Cereales	Mediano	Mediano	Alto	2	2	3	7
Uso de energía solar para el secado del aire Calentamiento del agua con energía solar	Todos	Facil	Mediano	Alto	3	2	3	8
	Frutales, Hortalizas y Cereales	Facil	Bajo	Alto	3	1	3	7
Quemadores de gas radiativos	Agro	Mediano	Alto	Alto	2	3	3	8
Agricultura de Precisión	Todos	Mediano	Alto	Mediano	2	3	2	7
Biodigestores y producción de biogás	Todos	Facil	Alto	Mediano	3	3	2	8
Caldera de biomasa	Bovino Leche	Facil	Alto	Alto	3	3	3	9
Unidades de recuperación de calor de refrigeración	Agro	Mediano	Mediano	Alto	2	2	3	7
Economizador	Bovino Leche	Mediano	Mediano	Alto	2	2	3	7
Pre-enfriadores	Facil	Bajo	Mediano	Mediano	3	1	2	6
Cobertura aislante de tipo Super Therm	Todos	Mediano	Mediano	Mediano	2	2	2	6
Calderas de Condensación	Todos	Facil	Bajo	Mediano	3	1	2	6
Compresores de espiral para el enfriamiento	Bovinos	Mediano	Bajo	Alto	2	1	3	6
Separadores de residuos sólidos y líquidos	Todos	Mediano	Bajo	Mediano	2	1	2	5
Direccionamiento de luz Solar	Todos	Difícil	Mediano	Bajo	1	2	1	4
Climatización geotérmica de baja entalpía								

	Above Average			Average	Below Average		
Score	9	8	7	6	5	4	3
Distribution/Count	3 9%	5 15%	11 32%	10 29%	3 9%	1 3%	1 3%

6. Bibliografía

- R.A. Schowengerdt. (2007). *Remote sensing: Models and methods for image processing*. Academic Press, 3rd ed.
- A.D. González, B. F. (2009). *ENERGÍA Y GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN DE DISTINTOS GRUPOS DE ALIMENTOS*.
- ABC. (2012). *Sistema de riego por pivot*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de <http://www.abc.com.py/articulos/sistema-de-riego-por-pivot-366883.html>
- ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA AGROINDUSTRIA. (2012). *INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRARIO CONSULTORA LTDA*. Santiago: ideaconsultora.
- Agri-footprint. (2018). *FAQ*. Obtenido de <http://www.agri-footprint.com/faq-2017/>
- AgroPrecisión. (2018). *Agricultura de Precisión*. Obtenido de <http://www.agroprecision.cl/es/services-view/cropmap/>
- Agroquivir. (2018). *Guía definitiva sobre agricultura de precisión*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de <http://agroquivir.es/web/?p=3276>
- Antonio Carlos López Pérez. (2014). *Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de Biogás*.
- Banco Central. (2014). *2014_Cuadros_111x181, Página 23*. . Obtenido de <http://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Informes/CCNN/ANUALES/anuarios.html>
- BusinessGreen. (14 de noviembre de 2011). Onshore wind to reach grid parity by 2016. *BusinessGreen*, págs. <https://www.businessgreen.com/bg/news/2124487/onshore-wind-reach-grid-parity-2016>. Recuperado el 21 de junio de 2018
- Carbon Trust. (2010). *Dairy Farming Fact Sheet: detailed advice for dairy farmers*. London.
- Chappell, M. J., & LaValle, L. A. (2011). Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. *Agriculture and Human Values*, Volume 28, Issue 1, PP 3 - 26.
- Chilealimentos - CPL. (2015). *Informe Evaluación de Impacto - Segundo APL Sector Industria de Alimentos Procesados*.
- Chilealimentos & AChEE. (2012). *MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS ELABORADOS*.
- Cofrè, L. D. (2013). *Estimación de la huella hídrica para los principales cultivos presentes en Chile el año 1997*. Santiago: (Solo en formato físico).
- Comision Nacional de Riego. (27 de Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.cnr.gob.cl/Ley18450/Paginas/Introducci%C3%B3n.aspx?c=1>
- CONICYT. (2006). *El sector de la energía en Chile. Capacidades de investigación y áreas de desarrollo científico-tecnológico*. AGCI - Unión Europea.
- Corporación Chilena del Vino - CPL. (2008). *DIAGNOSTICO SECTORIAL Y PROPUESTA DE ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA*. Santiago de Chile: Ecoresol S.A.

- Corsorcio Lechero, INIA. (s.f.). *Manejo y utilización de purines de lecherías*.
- Dairy Farms. (2010). *ENERGY + EFFICIENCY, Renewable energy and energy efficiency options for UK dairy farms*. Newcastle University, Arla, Morrisons.
- DomusSegria. (2018). *SOLARSPOT*. Obtenido de <http://www.domussegria.es/index.php/solarspot.html>
- Donoso, G. (2014). *An estimation of Agriculture Water Footprint in Chile*.
- EcuRed. (3 de julio de 2018). *Variador de velocidad*. Recuperado el 24 de julio de 2018, de https://www.ecured.cu/Variador_de_velocidad
- El Blog de la Energía Sostenible. (19 de octubre de 2013). *Los beneficios económicos de una caldera de biomasa*. Recuperado el 14 de junio de 2018, de <https://www.blogenergiasostenible.com/beneficios-economicos-caldera-biomasa/>
- El Mercurio. (26 de abril de 2018). *Nuevas tecnologías para el despelonado y secado de nueces*. Obtenido de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2017/05/18/Nuevas-tecnologias-para-el-despelonado-y-secado-de-nueces.aspx>
- El País. (28 de abril de 2017). *Iluminación eficiente, la nueva clave para reducir el consumo de energía*. Obtenido de <http://www.elpais.com.co/tecnologia/iluminacion-eficiente-la-nueva-clave-para-reducir-el-consumo-de-energia.html>
- El periodico de la energía. (1 de septiembre de 2014). La fotovoltaica ya se codea en costes con la energía nuclear. *El periodico de la energía*, págs. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-fotovoltaica-ya-se-codea-en-costes-con-la-nuclear/>. Recuperado el 17 de junio de 2018
- EMB. (3 de julio de 2018). *Iluminación eficiente para aplicaciones industriales*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2548&xit=iluminacion-eficiente-para-aplicaciones-industriales>
- Energy Saver. (2018). *La guía actualizada Ahorre Energía incluye nuevas tecnologías*. Recuperado el 10 de junio de 2018, de <https://www.energy.gov/energysaver/articles/la-gu-actualizada-ahorre-energ-incluye-nuevas-tecnolog>
- Environmental Working Group. (2011). *Meat Eater's Guide Report - Climate and Environmental Impacts*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de <https://www.ewg.org/meateatersguide/a-meat-eaters-guide-to-climate-change-health-what-you-eat-matters/climate-and-environmental-impacts/>
- FAO. (2009). *2050: un tercio más de bocas que alimentar*. Recuperado el 10 de noviembre de 2018, de <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/>
- FAO. (2010). *Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector - A Life Cycle Assessment*. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Animal Production and Health Division.
- FAO. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Capítulo 4. Emisiones por especies*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/i3437s/i3437s04.pdf>

- FIA . (2010). *ESTUDIO "HUELLA DE CARBONO EN PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN AGROPECUARIOS DE CHILE" FIA EST-2009-0270*.
<https://www.consorcirolechero.cl/chile/documentos/documentos-interes/estudio-huella-de-carbono-en-productos-de-exportacion.pdf>: INIA - DEUMAN.
- FIA. (2016). *Producción Hortícola*. Obtenido de <https://www.opia.cl/601/w3-article-77333.html>
- GreenBrand. (2018). Recuperado el 20 de junio de 2018, de <http://www.greenbrand.cl/supertherm>
- GREENFOODS. (2013). *Estudio básico sobre los subsectores de la industria alimentaria y resumen de resultados nacionales e internacionales*. Recuperado el 30 de octubre de 2018, de http://www.green-foods.eu/wp-content/uploads/2013/05/Factsheet-2.1_ES.pdf
- Grupo Biosan. (22 de junio de 2018). *CALDERAS DE BIOMASA*. Obtenido de <http://grupobiosan.com/calderas-de-biomasa.html>
- Hildebrandt Gruppe. (26 de Octubre de 2015). *¿CÓMO FUNCIONA UNA CALDERA DE BIOMASA?* Recuperado el 16 de junio de 2018, de <http://www.hildebrandt.cl/como-funciona-una-caldera-de-biomasa/>
- INDAP. (2015). *DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR LECHERÍA EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS*.
- INE. (2007). *Censo Agropecuario y Forestal 2007*.
- INIA. (2013). *DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DEL AGUA Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS*. Santiago: Rafael Osorio.
- Intagri. (2018). *Uso de Sensores de Humedad para Definir Riego*. Recuperado el 19 de junio de 2018, de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/uso-de-sensores-de-humedad-para-definir-riego>
- International Energy Agency. (2011). *Solar Energy Perspectives: Executive Summary*.
- ITCA FEPADE. (2017). *Calentador Solar de Agua para Usos Domésticos con Control de Variables y Funcionamiento con Arduino*. El Salvador: Ministerio de Educación El Salvador .
- IUCN. (2016). *Adapting to climate change*. Gross, John E; Woodley, Stephen; Welling, Leigh A.; Watson, James E.M.
- Kazer, J. (2 de febrero de 2018). Entrevista personal. (L. Lafferty, Entrevistador)
- KhanAcademy. (2018). *Las leyes de la termodinámica, Primera y segunda leyes de la termodinámica y cómo se aplican a sistemas biológicos*. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/the-laws-of-thermodynamics/a/the-laws-of-thermodynamics>
- La Tercera. (2 de Noviembre de 2017). *Consumo eléctrico se cuadruplicó en 20 años*. Obtenido de <http://www.latercera.com/noticia/consumo-electrico-se-cuadruplico-en-20-anos/>
- La Tercera. (9 de octubre de 2017). *Energía solar ha tenido explosivo crecimiento en Chile. La Tercera*, págs. <http://www2.latercera.com/noticia/energia-solar-chile/>.
- MAPAMA. (2018). *Riego por aspersión: Descripción de los elementos de la instalación*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de

- <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion2.aspx>
- MAPAMA. (2018). *Riego por gravedad*. Recuperado el 26 de junio de 2018, de <http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/riego-gravedad.aspx>
- Martineaux, S. G. (2007). *HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS EXPORTABLES*. INIA.
- MEPROSA. (2018). *SECADORA DE GRANOS*. Recuperado el 18 de junio de 2018, de <https://meprosa.mx/secadora-de-granos/>
- Ministerio de Energía. (26 de Octubre de 2017). Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>
- Ministerio de Energía. (21 de junio de 2018). *¿Qué es un biodigestor?* Obtenido de http://www.minenergia.cl/autoconsumo/?page_id=80
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España. (24 de octubre de 2015). *Energía Geotérmica - Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía*. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España: <http://www.idae.es/index.php/id.421/reلمenu.323/mod.pags/mem.detalle>
- Ministerio del Medio Ambiente - PNUMA. (2017). *Eliminación de los HCFC en Chile, ¿Qué son los gases refrigerantes?* Santiago de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2010). *Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos antrópicos*. Ministerio de Agricultura - INIA - PNUD Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *2da Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 - 2022*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. PNUD y gef.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En *Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (pág. 273).
- Ministerio del Medio Ambiente. (22 de Diciembre de 2017). *El gas refrigerante que daña la Capa de Ozono*. Obtenido de <http://portal.mma.gob.cl/el-gas-refrigerante-que-dana-la-capa-de-ozono/>
- MOP - DGA. (2007). *ESTIMACIONES DE DEMANDA DE AGUA Y PROYECCIONES FUTURAS. ZONA II. REGIONES V A XII Y REGIÓN METROPOLITANA*. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.
- MOP. (2013). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos*.

- Morrison's. (2010). *Energy + Efficiency: Renewable Energy and Energy Efficiency Options for UK Dairy Farmers*. . Obtenido de Morrison's.com:
https://your.morrison's.com/Global/0_FarmingPage/Energy%20Efficiency%20Options%20for%20UK%20Dairy%20Farms.pdf
- Nanorevestimientos. (2018). *Super Therm revestimiento que bloquea la carga de calor, reflejando el 95% de la energía del sol*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de
<http://nanorevestimientos.cl/?p=182>
- Nedgia. (2018). *¿PORQUÉ UNA CALDERA DE CONDENSACIÓN?* Obtenido de <https://instalaciones-gasnatural.com/porque-una-caldera-de-condensacion/>
- ODEPA. (2015). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA VITIVINÍCOLA: ESTRUCTURA, AGENTES Y PRÁCTICAS*. Santiago de Chile: José Luis Lima.
- ODEPA. (2015). *Panorama de la Agricultura Chilena*.
- ODEPA. (2015). *PANORAMA DE LA AGRICULTURA CHILENA*.
- ODEPA. (2016). *Catastros frutícola*. Obtenido de
http://www.odepa.gob.cl/documentos_informes/catastro-fruticola-ciren-odepa
- ODEPA. (2017). *Análisis Macrosectorial, Noviembre 2017*.
- P. Sanford, X. W. (2003). *Impact of Tasmanian blue gum belts and kikuyu-based pasture on sheep production and groundwater recharge in south-western Western Australia*.
- P.V. Sirotiuk, E. V. (2013). *Estimación de la Huella de Carbono del proceso de panificación en la cadena agroindustrial del trigo*. Uruguay.
- Paul Gipe. (1993). The Wind Industry's Experience with Aesthetic Criticism. En *Leonardo* 26 (3) (págs. 243-248).
- Pérez Medel, J. A. (2010). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA APLICACION EN PEQUEÑOS GANADEROS Y LECHEROS*. Santiago de Chile.
- Petersen, B.M., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Halberg, N. . (2013). An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production*.
- Phipps, C. A. (1997). *Variable Speed Drive Fundamentals*.
- Planeta Huerto. (2018). *Riego por exudación: una solución alternativa*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de https://www.planetahuerto.es/revista/riego-por-exudacion-una-solucion-alternativa_00118
- PNUD; Gobierno de Chile. (2010). *Complementos y actualización del inventario de Gases para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de suelo y silvicultura, y residuos antrópicos*. PNUD; Gobierno de Chile.
- Portal de Energías Renovables. (2006). *Proyecto PSE-ARFRISOL*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de
<https://web.archive.org/web/20130329061110/http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/arfrisol/pse-arfrisol.htm>

- Prezi. (26 de mayo de 2014). *TIPOS DE PREENFRIAMIENTO, CUARTO FRIO Y EQUIPOS*. Recuperado el 23 de JUNIO de 2018, de <https://prezi.com/bxkjbwbzvnbtipos-de-preenfriamiento-cuarto-frio-y-equipos/>
- QUEMPIN. (2017). *QUEMPIN: eficiencia y sustentabilidad para las panaderías chilenas*. Facultad de Economía y Negocios - Universidad de Chile.
- Razas porcina. (2018). *Ahorro de energía mediante la regulación de los equipos de climatización*. Recuperado el 25 de junio de 2018, de <https://razasporcinas.com/ahorro-de-energia-mediante-la-regulacion-de-la-climatizacion/>
- Renewable Energy World. (20 de junio de 2018). *Geothermal Energy*. Obtenido de Renewable Energy World: <https://www.renewableenergyworld.com/geothermal-energy/tech.html>
- Renewable Energy World. (20 de junio de 2018). *Global Wind Energy Insight: Offshore Going Global*. Recuperado el 22 de junio de 2018, de Renewable Energy World: <https://www.renewableenergyworld.com/ugc/articles/2018/06/19/offshore-going-global.html>
- Russell, S. (2011). *Corporate Greenhouse Gas Inventories for the Agricultural Sector: Proposed accounting and reporting steps*. Washington, D.C.: WRI Working Paper. World Resources Institute. Obtenido de https://www.wri.org/sites/default/files/corporate_ghg_inventories_for_the_agricultural_sector.pdf
- SAG. (2015). *Catastro vitícola nacional*. Obtenido de <http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/catastro-viticola-nacional>
- SAG. (2010 de marzo de 24). *LISTADO DE PLANTAS FAENADORAS NACIONALES*. Recuperado el 10 de octubre de 2018, de <http://historico.sag.gob.cl/common/asp/pagAtachadorVisualizador.asp?argCryptedData=GP1TkTXdhRJAS2Wp3v88hJtD3Xu0AesKq89cmzNMQGw%3D&argModo=&argOrigen=BD&argFlagYaGrabados=&argArchivoId=23371>
- Sargent. (2018). *CARRO PURINERO - Winpack*.
- Serlac. (2018). *Sistema Refrigeración en Línea*. Obtenido de https://serlac.cl/?page_id=3616
- Sims, R. F. (2015). *Opportunities for Agri-Food Chains to Become Energy-Smart.*, Puri, M., Bracco, S. FAO, USAID. .
- SitioSolar. (2018). *El bombeo solar fotovoltaico*. Recuperado el 27 de junio de 2018, de <http://www.sitiosolar.com/el-bombeo-solar-fotovoltaico/>
- SOLARSPORT . (2018). *SOLARSPORT, LA LUZ NATURAL SOLAR*. Obtenido de <http://solarspot.org/wp/>
- SumSol Chile . (20 de junio de 2018). *Microturbinas hidráulicas*. Obtenido de <http://www.sumsol.cl/microturbinas/>
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. (14 de Diciembre de 2017). *Riles*. Obtenido de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-3854.html>
- Tecnoland. (s.f.). *Tratamiento y Aplicación de Purines*. Recuperado el 24 de junio de 2018, de http://www.tecnoland-sa.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=57

- Twenergy. (2015). *¿QUÉ ES EL RIEGO POR GOTEÓ?* Recuperado el 15 de junio de 2018, de <https://twenergy.com/a/que-es-el-riego-por-goteo-1708>
- Twenergy. (2017). *SISTEMAS DE RIEGOS PARA MOMENTOS DE NECESIDAD DE AHORRO DE AGUA*. Recuperado el 14 de junio de 2018, de <https://twenergy.com/a/sistemas-de-riegos-para-momentos-de-necesidad-de-ahorro-de-agua-2709>
- Union of Concerned Scientists. (2009). *Agricultural practices and carbon sequestration*. Washington, D.C. : Union of Concerned Scientists. .
- Valdés, C. (20 de enero de 2017). Túnel de secado solar. (J. Hernández, Entrevistador)
- Van de Lugt, P. V. (2014). *Life Cycle Assessment and Carbon Sequestration; the Environmental impact of industrial bamoboo products*. Obtenido de <http://worldbamboo.net/wbcix/presentation/Van%20der%20Lugt,%20Pablo.pdf>
- WaterFootPrint. (2017). Recuperado el 24 de noviembre de 2017, de <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>
- Wikipedia. (19 de junio de 2018). *Energía solar*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar
- Wolfe, P. (2005). *a proposed Energy Hierarchy*. Obtenido de Wolfeware: <http://www.wolfeware.com/library/publications/EnergyHierarchy.pdf>