

Índice

PARTE UNO

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Origen de la Iniciativa	2
1.2	Foco de la iniciativa	3
1.2.1	Definición de Pérdidas	3
1.2.2	Oportunidades técnico-económicas potenciales a partir de la reducción de Pérdidas de Alimentos	4
1.3	Iniciativa nacional de coordinación relacionada	6
2	METODOLOGÍA GENERAL	8
3	CARACTERIZACIÓN DE CADENAS ALIMENTARIAS Y CUANTIFICACIÓN DE PERDIDAS	11
3.1	Aceite de Oliva	12
3.1.1	Contexto Mundial	12
3.1.2	Contexto Nacional	16
3.1.3	Características generales de la cadena del aceite de oliva en Chile	18
3.2	Manzana	21
3.2.1	Contexto Mundial	21
3.2.2	Contexto Nacional	24
3.2.3	Características generales de la cadena de la manzana en Chile	26
3.3	Arándanos	29
3.3.1	Contexto Mundial	29
3.3.2	Contexto Nacional	33
3.3.3	Características generales de la cadena del arándano en Chile	35
3.4	Ciruelas	37
3.4.1	Contexto Mundial	37
3.4.2	Contexto Nacional	40
3.4.3	Características generales de la cadena de la ciruela en Chile	42
3.5	Cerezas	45
3.5.1	Contexto Mundial	45
3.5.2	Contexto Nacional	48
3.5.3	Características generales de la cadena de la cereza en Chile	50
3.6	Tomate Industrial	53
3.6.1	Contexto Mundial	53
3.6.2	Contexto Nacional	57
3.6.3	Características generales de la cadena del tomate	58
4	CONCLUSIONES	60

PARTE DOS

5 EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN CADENA DE MANZANA Y ACEITE DE OLIVA 62

5.1	Introducción	62
5.2	Contexto tendencial	62
5.2.1	Crecimiento económico	62
5.2.2	Variables demográficas	62
5.2.3	Tendencias	63
5.3	Dimensión de demanda de las oportunidades de mejora.....	64
5.3.1	Polvo de pomasa.....	64
5.3.2	Extractos para la industria alimentaria y nutraceútica	64
5.3.3	Snack Saludable	65
5.3.4	Alimentos para animales	65
5.3.5	Biocombustibles.....	65
5.4	Primera Selección de Oportunidades de Negocios: <i>Product Market Fit</i>	65
5.4.1	Descripción del portafolio de productos innovadores de interés comercial ...	66
5.5	Segunda selección: matriz multicriterio	69

6 EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CADA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....76

6.1	Consideraciones generales respecto de la evaluación	76
6.2	Evolución de viabilidad económica.....	78
6.2.1	Snacks que incorporan harina de pomasa	78
6.2.2	Snacks que incorporan pasta de alperujo	79
6.2.3	Fideos con harina de pomasa	80
6.2.4	Embutido con harina de pomasa	81
6.2.5	Bebidas con antioxidantes	82
6.2.6	Yogurt con antioxidantes	83
6.2.7	Ingresos tributables	86
6.2.8	Costos	87
6.2.9	Indicadores de viabilidad económica.....	88
6.2.10	Análisis de sensibilidad	88

7 PRIORIZACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS EVALUADOS.....90

7.1	Modelos de negocios.....	90
7.1.1	Snacks	90
7.1.2	Fideos y pastas secas enriquecidas con harina de pomasa	92
7.1.3	Embutidos.....	93
7.1.4	Bebidas con antioxidantes	95

7.1.5	Productos lácteos con antioxidantes	97
7.2	Priorización.....	99
8	CONCLUSIONES	101
9	BIBLIOGRAFÍA	103

PARTE 1

**Benchmarking, Identificación y Caracterización de
Pérdidas de Materia Prima en la
Industria y Cadena de Valor.
Identificación de Posibles Soluciones**

1 Introducción

1.1 Origen de la Iniciativa

Durante el proceso de construcción de Hoja de Ruta del Programa Transforma Alimentos (Infyde iD, 2015) se identificó el *“escaso tratamiento de los factores de sustentabilidad: hídricos, energéticos y desechos”* como una de las brechas competitivas asociadas a productos que debía ser abordada dentro de las acciones propuestas para el período 2015 – 2025. A partir de entrevistas a los actores del sector y el trabajo en talleres se había hecho referencia a la *“la escasez de agua, el alto costo de la energía y el bajo nivel de aprovechamiento y reutilización de los residuos de las actividades primarias”*, lo que *“afecta la sustentabilidad de la producción de alimentos y en consecuencia incide también sobre la trazabilidad”*. Se identificaron cuatro factores determinantes para esta brecha: (i) *Tendencias de Mercado* (la demanda creciente de los consumidores por la producción sustentable de alimentos), (ii) *Costos de Energía Convencional* (que repercuten en los precios de los productos alimenticios), (iii) *Escasez de agua* (limita los rendimientos y el aumento de la producción de materias primas) y (iv) *Insuficiente gestión de residuos*: (puede tener impacto en el medio ambiente y conllevar costos de oportunidad). A su vez el superar esta brecha permitiría (a) una producción y transformación de alimentos sustentable, (b) contribuir a una imagen país sustentable y saludable y (c) una gestión más eficaz de los recursos escasos y por tanto aumento en los márgenes de beneficios.

Los datos disponibles oficialmente en ese momento correspondían principalmente a los entregados en el informe FAO *“Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en el Mundo: Alcance, Causas y Prevención”* en su informe de 2011 (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, Otterdijk, & Meybeck, 2011) en el que se indicaba que en Latinoamérica las pérdidas durante el procesamiento alcanzaban típicamente 200 kg per cápita al año y las pérdidas en el consumo alrededor de 20 kg per cápita al año, lo que correspondería a un 34% de pérdidas de la masa comestible producida disponible por año. Por otra parte, la información oficial específica para Chile correspondía a lo publicado por ODEPA en la *“Actualización del Catastro de la Agroindustria Hortofrutícola Chilena”* (IdeaConsultora, 2012) en el que se estimaba que la agroindustria nacional producía 4,6 millones de toneladas de residuos sólidos al año, cuyo destino principal (75%) era el compostaje, la reincorporación a los terrenos de cultivos, el tratamiento de desechos en planta o la disposición en vertederos y en baja proporción (25%) la comercialización para la formulación de alimentación animal, si bien esta realidad presentaba gran variabilidad dependiendo de la industria consultada (producción de aceites, congelados, conservas, deshidratados o jugos). Finalmente, FAO indicaba para la canasta básica de Chile la pérdida de (i) 140 toneladas de arroz por año, 16.550 lechugas por hectárea, (ii) 1 tonelada de papa por hectárea durante la cosecha, 1,7 toneladas por hectárea durante el almacenamiento y 13,4 kg por tonelada comercializada, (iii) 63,3 kg de pan por familia al año, (iv) 1.851 toneladas de merluza al año y (v) 24.824 toneladas de jibia al año a partir de un trabajo exploratorio en terreno realizado por USACH en la Región Metropolitana (FAO, 2015).

Esta falta de datos motivo el diseño de una iniciativa dedicada dentro de la Hoja de Ruta de Transforma Alimentos, que fue presentada para obtener financiamiento del Fondo de Inversión Estratégica del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, aprobándose recursos para una primera fase de diagnóstico, que habilitó la ejecución de actividades resumidas en este informe a través del instrumento Iniciativa de Fomento Integrada de la Gerencia de Desarrollo Competitivo de Corfo.

1.2 Foco de la iniciativa

1.2.1 Definición de Pérdidas

La iniciativa Cero Pérdidas toma su definición de Pérdidas de Alimentos del proyecto Europeo FUSIONS. El proyecto FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies), se ejecutó durante 4 años en el marco del Framework Programme 7 de la Comisión Europea estuvo dedicado a trabajar hacia una Europa más eficiente en el uso de recursos mediante una reducción significativa de los desechos de alimentos. Uno de sus productos en 2016 fue el manual *“Food Waste Quantification Manual to Monitor Food Waste Amounts and Progression”* (Tostivint, y otros, 2016) que provee guías prácticas a los Estados Miembros de la Comunidad Europea en la cuantificación de pérdidas de alimentos en diferentes etapas de la cadena de suministro. Estas guías prácticas cubren tres actividades principales: (i) cuantificar las pérdidas de alimentos en cada sector de la cadena de alimentos, (ii) combinar cuantificaciones sectoriales usando un marco de trabajo común a un nivel nacional, (iii) reportar los resultados de los estudios de cuantificación de pérdidas de alimentos a nivel nacional en una forma consistente y comparable. Hoy en día este material se encuentra referenciado desde el sitio web de FAO dedicado a las reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos. El marco de trabajo generado se muestra en la Figura 1. Consecuentemente el proyecto FUSIONS definió en 2014 *Pérdida de Alimentos* como el *“alimento y las partes no comestibles de los alimentos removidas desde la cadena de suministro de alimentos para ser recuperadas o desechadas (incluyendo compostaje, incorporación al suelo, lo no cosechado, la digestión anaeróbica, la producción de bioenergía, la cogeneración, la incineración, la disposición en alcantarillas, en rellenos sanitarios o descartados en el mar. Los envases no están incluidos en la definición de pérdidas de alimentos y no deben tomarse en cuenta en la cuantificación de pérdidas de alimentos”*.

Esta definición contrasta con las ofrecidas hoy en día por los documentos de trabajo de FAO a partir de su iniciativa mundial SAVE FOOD, en que se indica que *pérdidas de alimentos* son la *disminución de la cantidad o calidad de los alimentos*, es decir los *“productos agrícolas o pesqueros destinados al consumo humano que finalmente no se consumen o que han sufrido una disminución en la calidad que se refleja en su valor nutricional, económico o inocuidad alimentaria”*. Por otra parte el *desperdicio* de alimentos es un subconjunto de las *pérdidas* y corresponde a los *“alimentos que son inicialmente destinados al consumo y que son desechados o utilizados de forma alternativa (no alimentaria) ya sea por elección o porque se haya dejado que se estropeen o caduquen por negligencia”* (FAO, 2015). La iniciativa Cero Pérdidas privilegió la definición de trabajo de FUSIONS por sobre la de FAO ya que dentro de la visión de

esta última es que “el hambre sigue siendo uno de los desafíos más urgentes del desarrollo, pero el mundo produce alimentos más que suficientes”, mientras que el marco de trabajo del proyecto FUSIONS está orientado a “prevenir pérdidas de alimentos en una escala nacional (...) para asegurar beneficios económicos y medioambientales” (Tostivint, y otros, 2016), lo que se encuentra más alineado con los objetivos de la Hoja de Ruta de Transforma Alimentos.

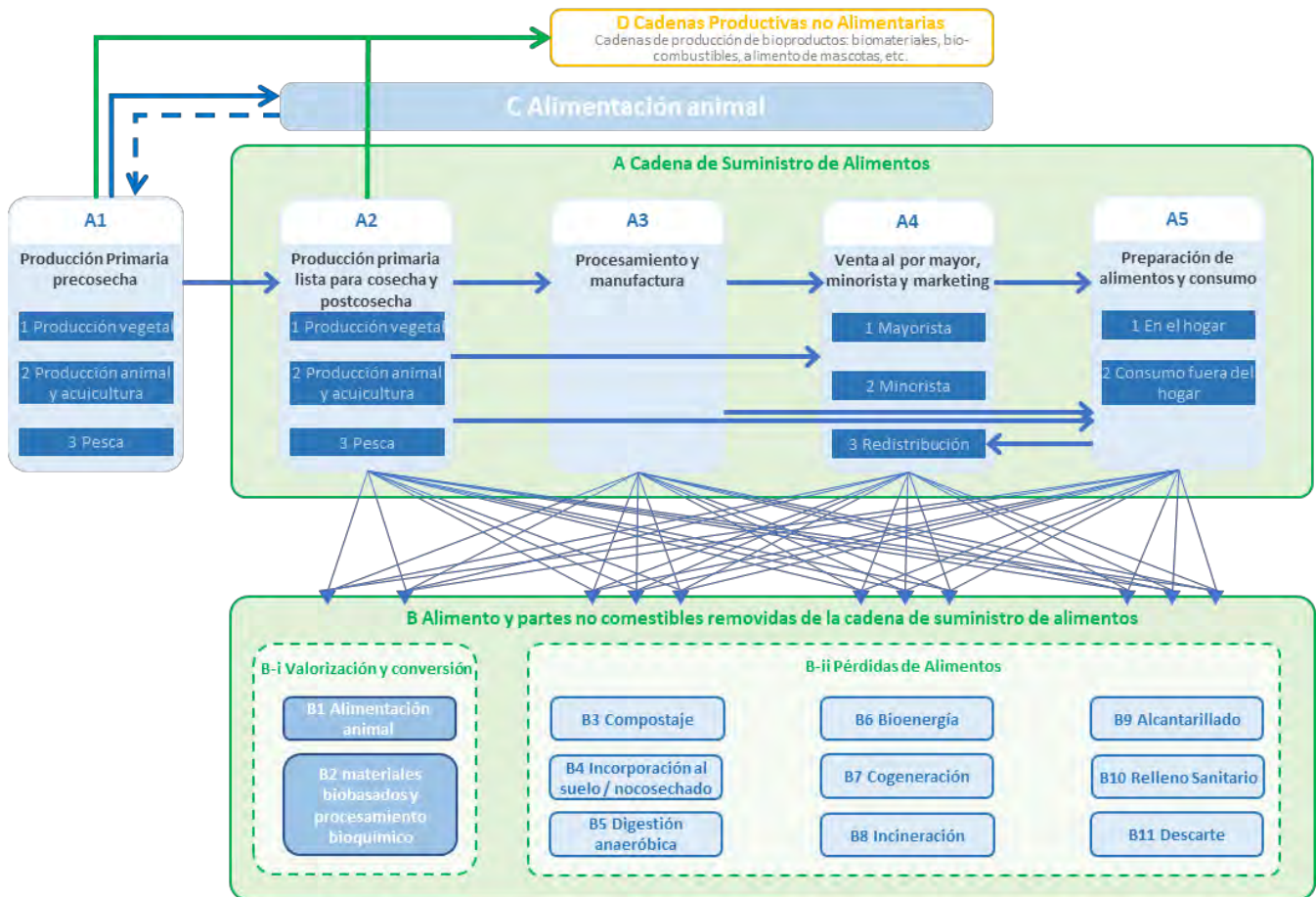


Figura 1: Marco técnico para la definición de cadena de suministro de alimentos y pérdidas de alimentos.

1.2.2 Oportunidades técnico-económicas potenciales a partir de la reducción de Pérdidas de Alimentos

Muchos subproductos y desechos de la industria alimentaria contienen importantes niveles de componentes que tienen un valor de mercado atractivo. Por ejemplo, los fitoquímicos de subproductos de la industria procesadora de fruta y vegetales pueden ser explotados para la producción de nutracéuticos, cosméticos o incluso productos farmacéuticos. En los últimos años ha habido mucho

interés e investigación enfocada a la explotación de dichos componentes con el fin de agregar valor a los flujos de subproductos. Sin embargo, si bien a menudo es posible, e incluso relativamente sencillo en un laboratorio desarrollar un proceso para extraer un componente de "alto valor", con frecuencia no es económicamente factible hacerlo comercialmente. Esto puede deberse a factores como costo de logística y transporte de subproductos, o que los residuos remanentes después de la extracción sean de menor valor y su descarte implique alto costo. Por lo tanto, es importante desarrollar enfoques que tengan como objetivo explotar los subproductos de industria de alimentos en su totalidad, asegurando que todos los componentes derivados puedan ser de calidad comercial. Esto requiere un enfoque de investigación y desarrollo que vincule todos los componentes de interés potencial en el subproducto con los mercados potenciales disponibles.

Los destinos más adecuados para los residuos alimenticios deberían seguir el enfoque estratégico de la bioeconomía considerando la pirámide de valor de la biomasa como referencia (Figura 2) (Berbela, Gutiérrez-Martínez et al. 2018). La utilización más valiosa se alcanza cuando se emplea en farmacia (alimentos funcionales y medicinas) y cosmética. En segundo lugar, aparecen alimentación humana y animal, siendo los productos químicos el tercer nivel y finalmente la bioenergía y compostaje las opciones menos prioritarias.



Figura 2: Pirámide de valor de la biomasa (Berbela, Gutiérrez-Martínez et al. 2018)

Inicialmente, los subproductos deben estabilizarse contra el deterioro microbiológico y la autólisis para evitar que pierdan el grado alimentario. Posteriormente, serían procesados por medio de operaciones físicas y bioquímicas (de manera individual o en combinación) cuyo propósito es extraer y producir una

gama de componentes, de alto valor y bajo coste, que contribuirían a lograr la explotación integral de los residuos. El proceso implica una posterior evaluación de aceptabilidad, en términos de inocuidad, legislación sobre nuevos alimentos (*novel foods*), preferencias del consumidor y requisitos de comercialización. Este enfoque requiere una estrecha interacción con todas las partes interesadas para maximizar la transferencia de conocimiento y la explotación. Finalmente, en algunos casos la explotación puede ser improcedente, debido, por ejemplo, a su complejidad, nivel de deterioro o falta de trazabilidad. En tales casos, la explotación no alimentaria como fuentes de energía puede ser apropiada a través de la fermentación y la producción de biogás, u otros tratamientos basados en la acción de microorganismos, como el compostaje. Las nuevas tecnologías pueden proporcionar oportunidades para convertir dicha biomasa en biocombustibles. Por lo tanto, debería ser posible reducir considerablemente los desechos o idealmente evitarlos por completo (Waldron 2009).

1.3 Iniciativa nacional de coordinación relacionada

El estudio presentado por FAO en 2011 (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, Otterdijk, & Meybeck, 2011) se realizó con el objetivo de *“sensibilizar sobre las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el mundo, y sobre su impacto en la pobreza y el hambre a nivel mundial, así como en el cambio climático y en la utilización de recursos naturales”* y presentó como una de sus conclusiones que *“dada la falta o insuficiencia de datos, se tuvieron que realizar muchas suposiciones sobre los niveles de desperdicio de alimentos (...) por ello los resultados de este estudio deben interpretarse con extrema precaución (...) especialmente en lo que se refiere a la cuantificación de las pérdidas de alimentos por causa individual y en el coste de la prevención de pérdidas de alimentos”*. Esta y otras conclusiones llevaron a FAO a impulsar a partir de ese año el desarrollo de redes internacionales y comités nacionales para prevenir y reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) y el 2014 conformar la Red de Expertos en PDA de Latinoamérica y el Caribe, que sesionó en Chile en octubre del mismo año trabajando en torno a tres pilares estratégicos: (i) Gobernanza y Alianzas, (ii) Conocimiento e Innovación y (iii) Comunicaciones y Sensibilización. Esto gatilló la formación del Comité Nacional para la Prevención y Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en Chile (CN-PDA) con las instituciones Red de Alimentos, Cadenas de Valor más Sustentables, USACH y FAO, al que luego se integró ODEPA y ACHIPIA en 2015 y el Ministerio del Medio Ambiente e INIA en 2017, junto a la oficialización del comité. Junto a esto, las Naciones Unidas declaró en 2015 dentro de los 17 Objetivos para un Desarrollo Sustentable (ODS) consensuados el *“garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”* como su duodécimo objetivo y dentro de este se incluyó como su meta 12.3 el *“reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita al 2030”* considerando tanto el desperdicio de alimentos en *retail* y a nivel de consumidor y el reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro de alimentos, incluyendo la postcosecha, lo que también resulta en un driver para acciones desde el ámbito público para iniciativas de reducción de pérdidas y desperdicios, ya que el Ministerio de Medio Ambiente tiene la responsabilidad de velar por la dimensión ambiental en todos los ODS en nuestro país.

Informe de Diagnóstico – Parte 1: Identificación de pérdidas de materia prima en la industria.

Dada la existencia e importancia del CN-PDA se consideró la participación de sus representantes de Odepa y FAO en la formación de un Comité Técnico de seguimiento para la iniciativa Cero Pérdidas de Transforma Alimentos. A su vez, el CN-PDA reconoce la existencia de esta iniciativa, y su participación en ellas, como una de las relevantes dentro de la agenda de Chile en cumplir con sus compromisos internacionales, ya que permite avanzar en contar con una base de cuantificación de pérdidas de mayor precisión.

2 Metodología General

Como se indicó en la sección anterior se utilizaron las definiciones del proyecto europeo FUSIONS como base de este estudio. Ese proyecto indica como su objetivo primario permitir a los Estados Miembros determinar en una forma similar las cantidades de pérdidas generadas sobre un año calendario dentro de su territorio nacional, especificando que la unidad para cuantificar y expresar tales pérdidas son los kilogramos, toneladas métricas, o miles de toneladas métricas, dependiendo de su magnitud. También indica que para esto es necesario cumplir con algunos objetivos secundarios: (i) entender cuanto y donde ocurren las pérdidas de alimentos, generando estadística de mayor granularidad y por lo tanto incrementando las posibilidades analíticas tales como la identificación de puntos críticos, (ii) entender por que se generan estas pérdidas (razones raíz), (iii) monitorear y evaluar la eficacia de las estrategias de reducción y medición y (iv) desarrollar modelos para las tendencias futuras de generación de pérdidas. Por lo tanto, el punto de partida de cualquier estudio de pérdidas, debe ser la construcción de un balance de masa de buen grado de granularidad para las cadenas completa consideradas.

Lo anterior significó que uno de los desafíos abordados en este proyecto correspondiera al desarrollo de una metodología clara, precisa y replicable que permitiera realizar un diagnóstico completo a una cadena productiva respecto de las pérdidas, prácticas y eficiencia en el uso de la materia prima, los subproductos. Otros aspectos como el establecer métricas de eficiencia de agua y energía en las empresas que aceptaron ser catastradas se incluyeron con el objetivo de generar un beneficio percibido para dichas empresas, cuyos objetivos de más corto plazo están enfocados en estos dos aspectos. Por esto, tales resultados no se incluyen en este reporte final, pero se incluyen estos tópicos en esta descripción metodológica para poder reflejar adecuadamente el trabajo realizado.

Las mejores prácticas, recomendaciones y procedimientos fueron recogidos y adaptados de acuerdo a la realidad de este proyecto a partir de múltiples fuentes bibliográficas disponibles respecto de la cuantificación de pérdidas en alimentos, agua y energía. Es así como la metodología desarrollada se basa preferentemente en los lineamientos establecidos en:

- Food waste quantification manual to monitor food waste amounts and progression – FUSIONS.
- Food loss and waste accounting and reporting standard - WRI.
- ISO50.002: Auditorías energéticas.
- ISO50.006: Medición del desempeño energético utilizando líneas de base e indicadores de desempeño energético.
- ISO50.015: Medición y verificación del desempeño energético de organizaciones.
- ISO14.040: Gestión ambiental – Valoración del ciclo de vida.

Unificando criterios y técnicas de los documentos listados anteriormente, se desarrolló el proceso metodológico general presentada en la Figura 3.

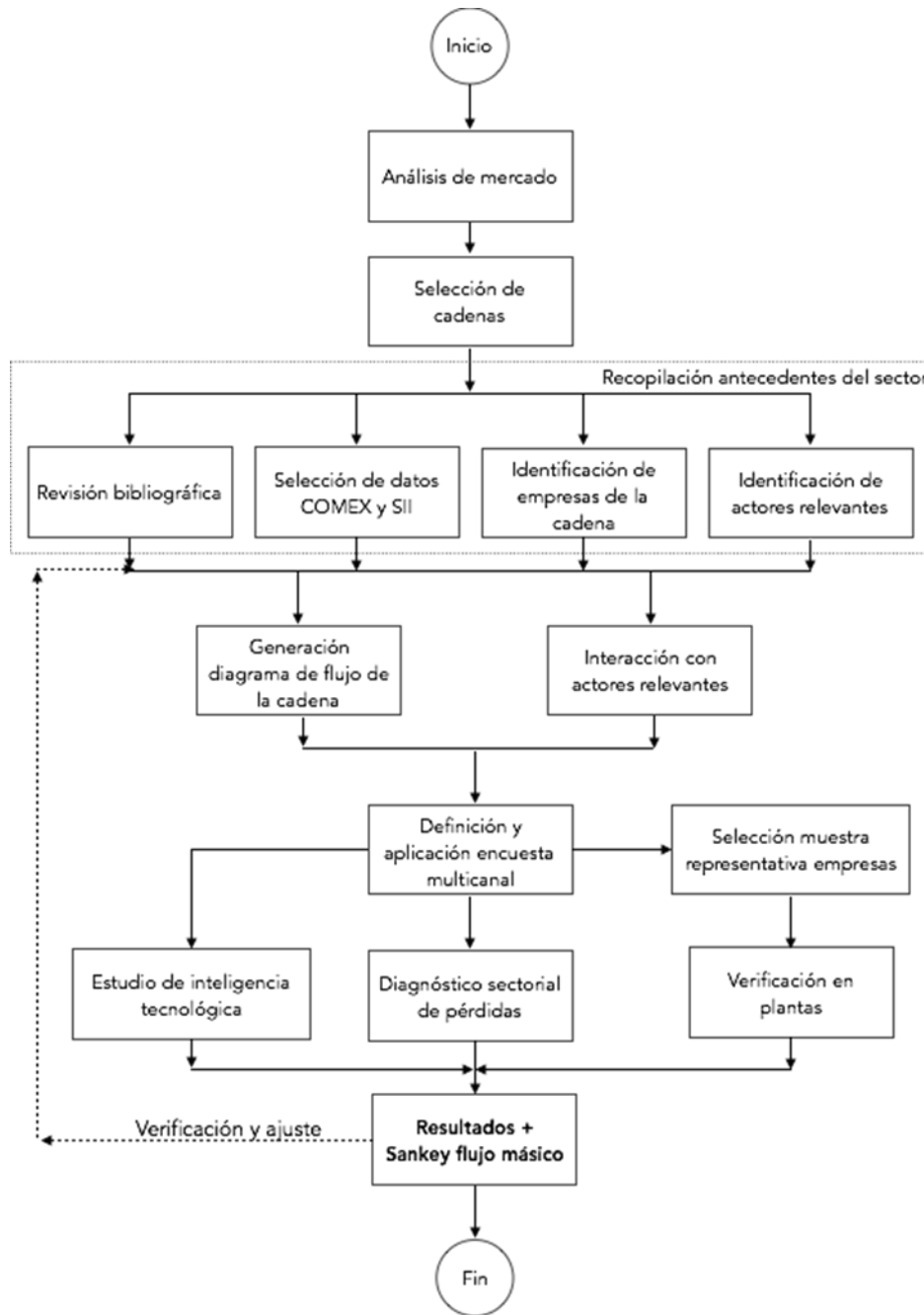


Figura 3: Metodología General para el diagnóstico de Pérdidas de Materia Prima en la Agroindustria.

Respecto a la selección de las cadenas a analizar indicado en el tercer bloque del diagrama de flujo de la Figura 3, los criterios utilizados fueron:

- Cadenas que aborden exportación o que tengan un alto impacto en el mercado interno.
- Importancia de la cadena productiva (exportaciones).
- Inexistencia de integración vertical.
- Similitud de procesos unitarios a otras cadenas alimentarias.

- e) Cantidad/relevancia de las pérdidas.
- f) Que no exista programa de sustentabilidad que agrupe a la cadena integrada en forma vertical y reúna a las distintas empresas que la componen.
- g) Que su producto esté aumentando de valor o demanda principalmente en el mercado internacional.
- h) Que exista un espacio de crecimiento en la producción nacional que pueda traducirse en un aumento en la cantidad/valor total de exportaciones actuales.

Debido a la aplicación conjunta de los criterios b), g) y h) las cadenas del maíz dulce y del durazno industrial, que inicialmente se había pensado incorporar en el análisis, fueron descartadas hacia el final del estudio.

Junto con realizar los levantamientos necesarios para construir balances de masa para cada cadena que incluyeran sus pérdidas, se consolidaron datos a nivel mundial respecto de la producción y comercio de los productos considerados en esas cadenas. Contar con tales datos permite poner en contexto la cantidad de pérdidas originados en Chile, y puede servir como base para la identificación de potenciales países que, por su volumen productivo e importancia dentro del comercio internacional, ya hayan debido enfrentar el desafío de reducir o eliminar las pérdidas de materias primas y valorizar los subproductos derivados de la actividad transformadora. De ser este el caso, tales países podrían contar con tecnologías transferibles a Chile, convirtiéndose los datos levantados en otra fuente de información para la atracción de inversión extranjera. La variabilidad productiva inherente a las materias primas de la agroindustria fue minimizada considerando los datos para los últimos tres años para construir un escenario promedio.

Los datos catastrados para las cadenas de aceite de oliva y manzana sirvieron de base para identificar oportunidades de mejora y construir modelos de negocio como un ejercicio para testear la factibilidad económica de la valorización de subproductos de ambas industrias. Los resultados de tal análisis se discuten en detalle en la Parte Dos de este documento.

3 Caracterización de Cadenas Alimentarias y Cuantificación de Pérdidas

La caracterización y cuantificación de pérdidas de materia prima y subproductos en la industria alimentaria es de gran importancia para dimensionar los flujos y destinos de la materia prima, determinando de esta manera la eficiencia de la producción nacional, y el destino actual de productos y subproductos en la cadena. Por medio de estudio de mercados e industria se realizó una caracterización de 6 cadenas alimenticias de importancia en Chile con el objetivo de investigar sus usos actuales y potenciales y proponer mejoras para minimizar pérdidas y valorizar subproductos generados.

Si bien la cadena productiva completa de un alimento involucra desde su generación hasta el consumidor, para efectos de este estudio, cuyo foco es la industria exportadora, se ha definido el análisis de las pérdidas desde el punto de generación de la materia prima (huerto), hasta el punto de embarque (puerto). De esta manera, abordando las transformaciones y procesos industriales como se puede apreciar en el siguiente esquema:

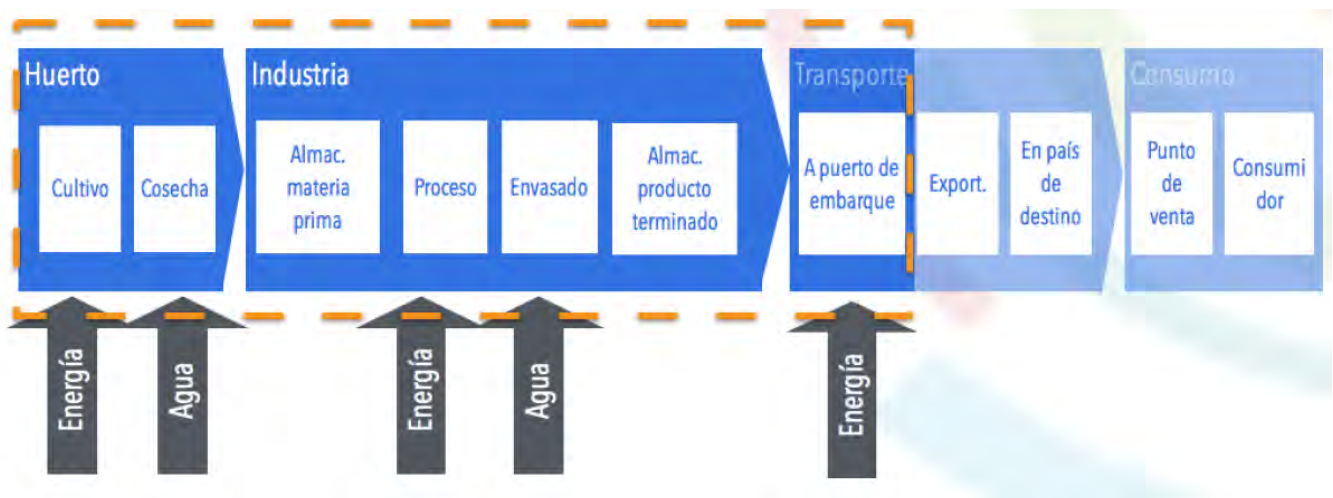


Figura 4: Límites de las cadenas consideradas en este estudio.

3.1 Aceite de Oliva

3.1.1 Contexto Mundial

3.1.1.1 Producción

De acuerdo con cifras de FAO a nivel mundial la superficie plantada de olivos en producción fue de 10,65 millones de hectáreas el 2016, liderada por España, Túnez e Italia (Figura 5). Por otro lado, la producción mundial de olivas sumó cerca de 19 millones de toneladas en el mismo período, España produce cerca del 34% del total, seguido por Grecia y Italia con 12% y 10% respectivamente (Figura 6) (FAOSTAT 2018).



Figura 5: Superficie cultivada de olivas a nivel mundial (Millones de ha) Fuente: FAOSTAT, 2016

La producción de oliva se destina a su procesamiento ya sea para la producción de aceitunas u otro tipo de conserva o para la producción de aceite de oliva. El aceite de oliva es quizás uno de los elementos más característicos de la dieta mediterránea, apreciado en todo el mundo por su contenido de ácidos grasos esenciales.

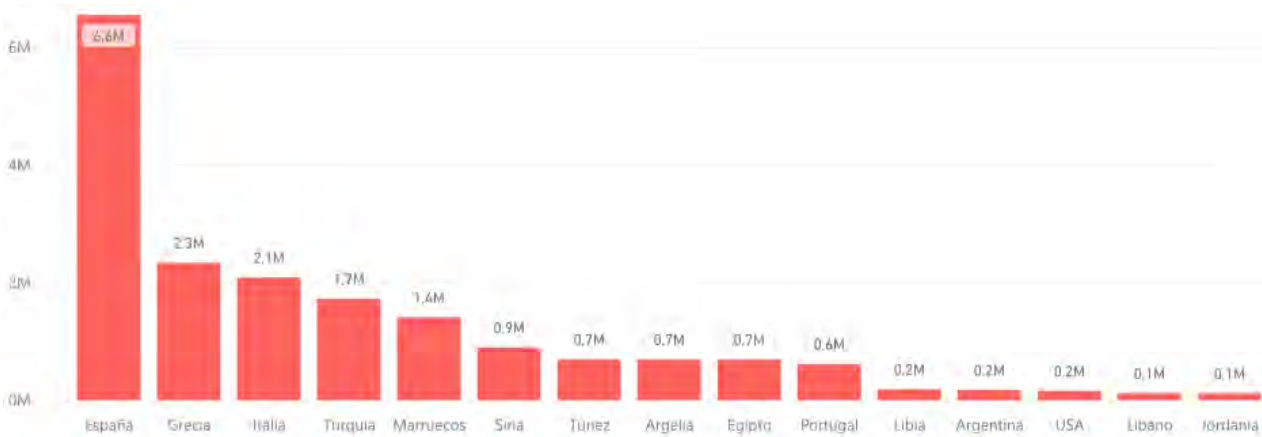


Figura 6: Principales productores de olivas a nivel mundial (millones de Ton) Fuente: FAOSTAT, 2016

3.1.1.2 Mercado

Actualmente, la Unión Europea (España, Italia, Grecia y Portugal) lidera las exportaciones de aceite de oliva con un 85% de participación de mercado. Estos países, al igual que Tunicia y Marruecos pertenecen a la cuenca del mediterráneo y son considerados como productores y consumidores tradicionales dada su importancia histórica en el cultivo de olivos que remonta al Imperio Romano (Romo Munoz, Lagos Moya et al. 2015). Por otro lado, como se aprecia en la Figura 7 entre los 10 primeros lugares en exportación se hallan países de producción “no tradicional” como Chile y Argentina, que han crecido considerablemente en los últimos 2 años. Los principales consumidores de aceite de oliva son Italia, EE. UU. y Francia, acaparando el 60% de las importaciones.



Figura 7: Principales exportadores e Importadores de Aceite de oliva en el mundo evolución 2013 y 2017

3.1.1.3 Subproductos de la producción de Aceite de Oliva

Una vez cosechadas las olivas se procede a la extracción del aceite, que hoy en día, se realiza primordialmente mediante sistemas de centrifugación, puesto que este permite obtener aceites de alta calidad y con menor costos de producción. Sin embargo, actualmente, es muy común ver botellas etiquetadas con la frase "prensado en frío", lo que corresponde a una descripción anacrónica y en gran medida no regulada a nivel mundial (García-González and Aparicio 2010). La extracción de aceite de oliva da como resultado la producción de una gran cantidad de subproductos. En la centrifugación en tres fases por cada 100 kg de olivas que entran en el proceso se generan 35 kg de residuos sólidos (Orujo) y 100 litros de residuos líquidos (alpechín) (Kamini, Edwinoliver et al. 2011). Los equipos más modernos de centrifugado (llamado sistema de dos fases) separan el aceite de oliva del alperujo (mezcla de alpechín y orujo). Independientemente del sistema utilizado, las cantidades de subproductos generadas son sustanciales y suponen un desafío tanto ambiental como económico. Los residuos líquidos, presentan las siguientes características (Tsagaraki, Lazarides et al. 2007, García-González and Aparicio 2010):

- Fuerte olor característico
- Color rojo oscuro y pH ácido (pH 4.6-5.3).
- Alta conductividad y alta demanda biológica de oxígeno (20-55 g/L)
- Alto contenido de polifenoles (hasta 80 g/L) que no son fácilmente biodegradables y son tóxicos para la mayoría de los microorganismos.
- Alto contenido de materia sólida (sólidos totales hasta 20 g/L).

En términos de la contaminación ambiental que estos residuos podrían conferir, se estima que 1 m³ de alpechín o alperujo equivale a 100-200 m³ de aguas residuales domésticas (Tsagaraki, Lazarides et al. 2007). Por esta razón, deben tratarse para reducir su efecto contaminante antes de ser desechados o idealmente reutilizados. Los residuos del aceite de oliva pueden considerarse como una fuente económica de compuestos orgánicos e inorgánicos que deberían recuperarse debido a su potencial interés económico o su capacidad para transformarse en productos para uso en la agricultura, la biotecnología y la industria farmacéutica, así como en la industria alimentaria.

Tabla 1: Composición proximal del alperujo

Análisis Proximal	g/100 g (base seco)	g/100 g (base fresco)
Humedad	–	61.1 ± 0.7
Proteínas totales	7.4	2.6 ± 0.1
Nitrógeno	1.2	0.4 ± 0.0
Grasas Totales	5.8 ± 0.3	2.0 ± 0.1
Cenizas	1.9 ± 0.0	0.7 ± 0.0
Carbohidratos Totales	84.9 ± 0.4	34.03 ± 0.1

Fuente: Antónia Nunes, Costa et al. (2018)

3.1.1.4 Soluciones para residuos de la industria

Actualmente, la investigación se ha enfocado en los extremos de la pirámide (Figura 2), (aplicaciones energéticas y en la búsqueda de compuestos de alto valor), dejando de lado las alternativas de valorización intermedias como su uso en alimentación animal (Berbel and Posadillo 2018). Una proporción importante de la investigación reciente se centra en procedimientos de extracción con el propósito de maximizar la recuperación de hidroxitirosol. Estos compuestos se encuentran en todos los subproductos de la industria de la oliva, y poseen características promisorias para una potencial aplicación en alimentos, cosméticos y medicamentos (Mirabella, Castellani et al. 2014). El hidroxitirosol al igual que diversos polifenoles de origen vegetal ha sido ampliamente estudiado por sus posibles efectos beneficiosos para la salud humana. De hecho, el panel de expertos de la EFSA, una entidad competente, rigurosa y estricta a la hora de seleccionar y filtrar las alegaciones de salud, declaró en el 2011 que la ingesta diaria de 5 mg de hidroxitirosol es útil para prevenir la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL, del inglés *low density lipoproteins*) (EFSA Panel on Dietetic Products and Allergies 2011).

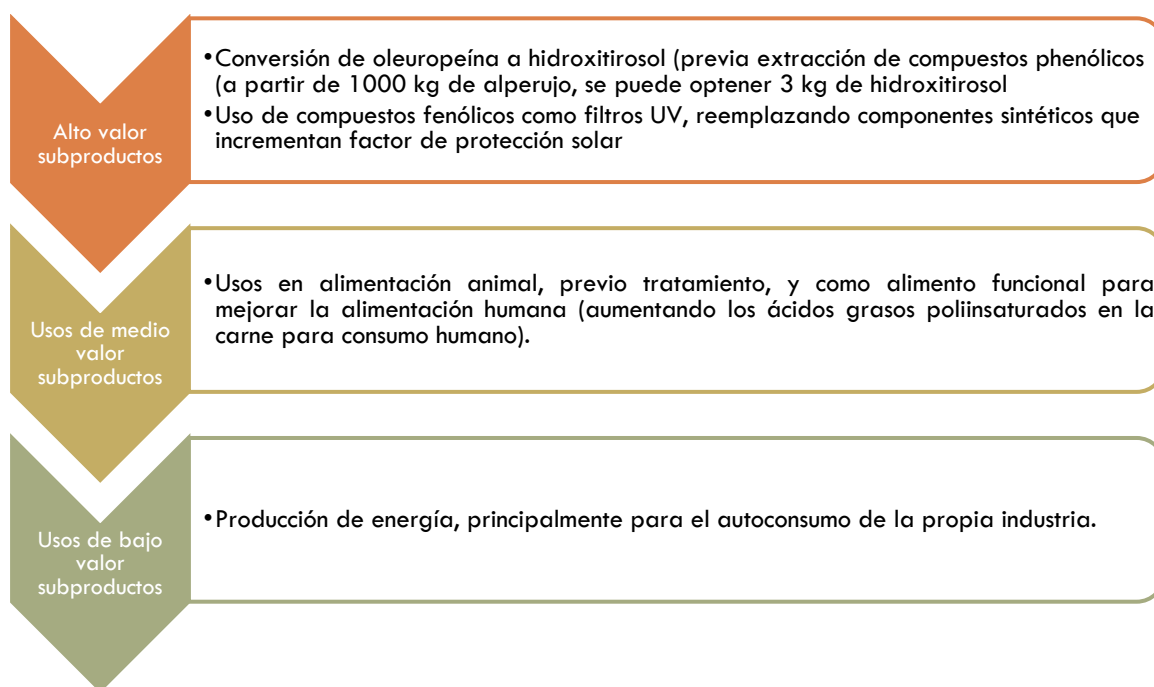


Figura 8: Usos actuales de los subproductos de la industria del aceite de oliva (Berbel and Posadillo 2018)

A nivel internacional, probablemente el ejemplo más interesante a estudiar es España, especialmente Andalucía, donde se produce la mayor cantidad de aceite de oliva del mundo. En Andalucía, prácticamente la totalidad de los subproductos de la industria del aceite de oliva tienen un uso posterior (Andalucía 2015). Entre los distintos usos de los subproductos se incluyen la alimentación animal, la incorporación directa al suelo, el compostaje y la producción de energía. En España, también existe alguna experiencia de obtención de productos de mayor valor añadido como carbón activo, se practica

también la extracción de aceite de orujo, no obstante, la mayor parte de los subproductos de la industria se utiliza para fines energéticos como se aprecia en la Figura (Berbela, Gutiérrez-Martínez et al. 2018).

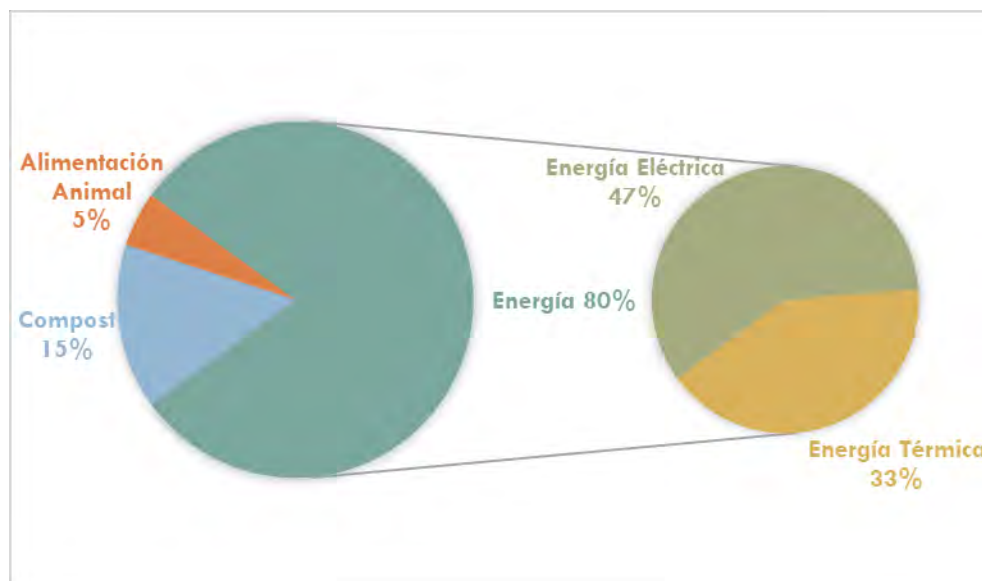


Figura 9: Destino de subproductos del aceite de oliva en Andalucía. Elaboración propia en base a Berbela, Gutiérrez-Martínez et al. (2018)

3.1.2 Contexto Nacional

3.1.2.1 Producción

La producción de aceite de oliva en Chile ha presentado un crecimiento dinámico y significativo en los últimos 10 años. A lo largo del país, el cultivo y producción de aceite de oliva se encuentra entre las regiones de Atacama y Maule, con una superficie plantada que ha crecido entre el año 2007 y 2017 de 8.000 a 22.000 ha.

Informe de Diagnóstico – Parte 1: Identificación de pérdidas de materia prima en la industria.



Figura 10: Distribución de la agroindustria procesadora de olivas en Chile por tipo de procesamiento y volumen procesado Fuente: Catastro Frutícola ODEPA

El principal destino de las olivas cosechadas es la producción de aceite de oliva, concentrado en las regiones del Maule, O'Higgins y Metropolitana, seguido por la producción de aceitunas, mayoritariamente en la región Metropolitana y en Arica (Figura 10).

3.1.2.2 Mercado

De acuerdo a datos publicados por ODEPA, las exportaciones han crecido a una tasa anual promedio sobre 40% en los últimos 10 años. Aunque a nivel mundial Chile representa menos del 1% de las exportaciones totales de aceite de oliva, se ha posicionado en los últimos años dentro de los 10 primeros

lugares en los mercados extranjeros. Dada su reconocida calidad y las condiciones del mercado, se pronostica un alto potencial de crecimiento tanto desde el punto de vista de la producción y comercialización del aceite de oliva, como del aprovechamiento de los subproductos para obtener derivados con valor comercial.

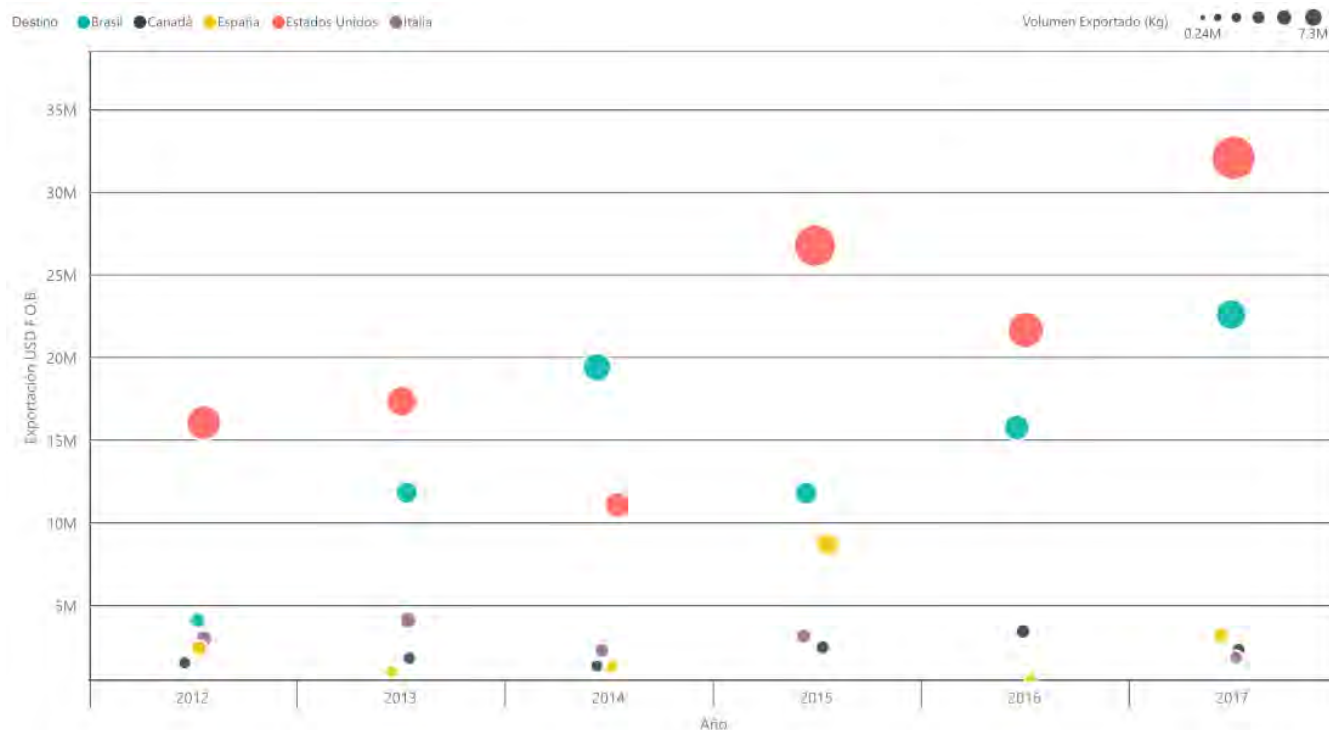


Figura 11: Evolución en el valor total de las exportaciones de aceite de oliva chileno en los 5 destinos principales (2013-2017) Fuente: ODEPA

Las exportaciones de aceite de oliva chileno ascienden a 14 mil toneladas al 2017. Si bien los volúmenes anuales de exportación han sido variables en el tiempo, EE.UU. y Brasil presentan un crecimiento estable y transan el 82% de las exportaciones chilenas (Figura 11).

3.1.3 Características generales de la cadena del aceite de oliva en Chile

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2017 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, que recibió el apoyo del gremio Chileoliva, analizó un total de 46 empresas, de las cuales se recopiló *in situ* datos productivos, así como información de comercio exterior. Del total de empresas analizadas se seleccionaron 4 (Tabla 2) con representatividad en el volumen de aceite producido respecto al total nacional y cuyas características abordara las distintas realidades de la producción nacional. De este estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como los balances de masa estimativos de la producción e industria nacional, como se refleja en el diagrama de la Figura 12.

Tabla 2: Características de la muestra de empresas cadena aceite de oliva

Empresa	Proceso Analizado	Representatividad	
		% respecto del total exportado por producto	% respecto del total de materia prima utilizada
01	Proceso de dos fases	2,5%	3,7%
02	Proceso de dos fases	1,9%	3,0%
03	Proceso de dos fases + tres fases para residuos	5,8%	8,5%
04	Proceso de tres fases	2,8%	5,3%
Representatividad Total		13%	20,5%

Los principales subproductos de la cadena de aceite de oliva son alperujo, hueso o cuesco, orujo y alpechín, de los cuales el principal es el alperujo dada la mayor proporción de la industria que utiliza procesamiento en dos fases (Figura 12).

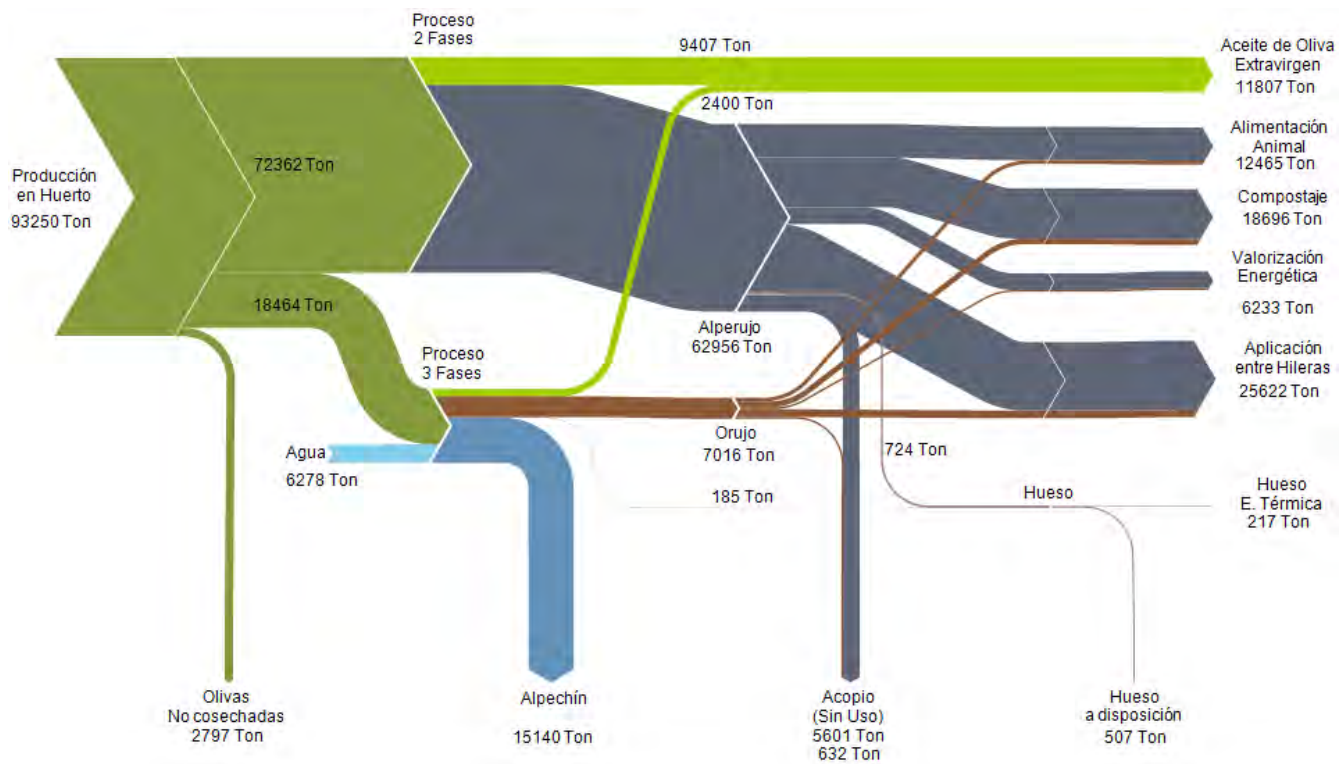


Figura 12: Diagrama de Sankey de la cadena del Aceite de Oliva

El proceso en tres fases requiere la adición de agua caliente en la etapa de centrifugación, lo que resulta en la producción de altos volúmenes de residuos líquidos (alpechín) y la mayor pérdida de componentes valiosos como polifenoles. Por otro lado, el proceso en dos fases fue desarrollado en los 90 con el propósito de minimizar la producción de residuos líquidos y ha sido ampliamente adoptado tanto en España como en Chile, por su mayor eficiencia, menor coste y menor generación de residuo líquido (Kamini, Edwinoliver et al. 2011). Como se aprecia en el diagrama de la Figura 12, el aceite de oliva corresponde a solo un 12,7% del total de la materia prima, mientras que el resto concierne a subproductos, siendo el alperujo el principal subproducto generado.

A diferencia de lo que ocurre en España, el principal destino del alperujo en Chile es la aplicación entre hileras, primariamente como una medida de descarte al no existir actualmente alternativas de mayor rentabilidad. Este uso, a pesar de reincorporar nutrientes al suelo, no supone una valorización de la materia prima. Respecto de las pérdidas de materia prima, el punto crítico se encuentra en el huerto, debido principalmente a fruta que queda sin cosechar por razones climáticas y eficiencia de la cosecha tanto cuando esta se realiza con maquinaria como cuando se realiza de forma manual.

Del análisis del diagrama, es posible también verificar que una porción no menor del alperujo y hueso no tiene uso posterior y se descarta. En términos generales, el gran desafío para el país radica en mejorar el aprovechamiento del alperujo, para obtener productos de valor agregado. Un ejemplo de innovación a nivel mundial lo representa la empresa española Elayo (Elayo 2018), quienes extraen la semilla del hueso, la procesan y comercializan harina y aceite, además producen aceites encapsulados y aromatizados, entre otros productos. Adicionalmente, es necesario implementar un sistema que permita la utilización del alpechín, el cual actualmente no cuenta con un tratamiento adecuado que permita al menos su reincorporación como enmienda de suelo o fertilizante.

Actualmente, los principales destinos potenciales para estos subproductos son la extracción de compuestos de interés (polifenoles como hidroxitirosol) y su uso como fuente de energía, dado su potencial metanogénico (asociado a la producción de biogás mediante fermentación anaerobia).

3.2 Manzana

3.2.1 Contexto Mundial

3.2.1.1 Producción

La superficie cosechada de manzanos el año 2016 alcanzó 5,2 millones de hectáreas de las cuales China acapara 45% (Figura 13). Del mismo modo, China produce el 49% de las manzanas de los 89,3 millones de toneladas que se produjeron el mismo año (Figura 14).

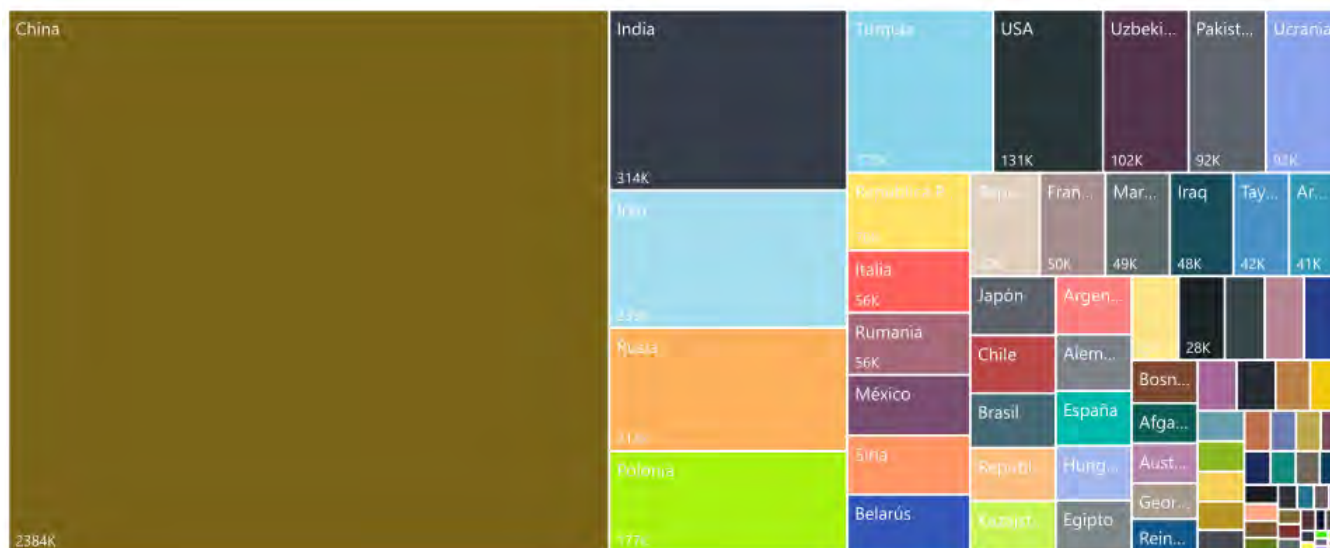


Figura 13: Superficie cultivada de manzana a nivel mundial (miles de ha) Fuente: FAOSTAT, 2016

Como se observa en la Figura 13 producción mundial de manzanas no se ajusta proporcionalmente a la superficie cultivada en cada país. La diferencia proporcional entre la superficie cultivada y la producción en diversos países demuestra en gran medida, la variabilidad de la productividad de la tierra. La productividad depende de diversos factores dentro de los que están, los factores climáticos y estacionales, métodos y tecnologías de cultivo, cosecha, mano de obra, entre otras.

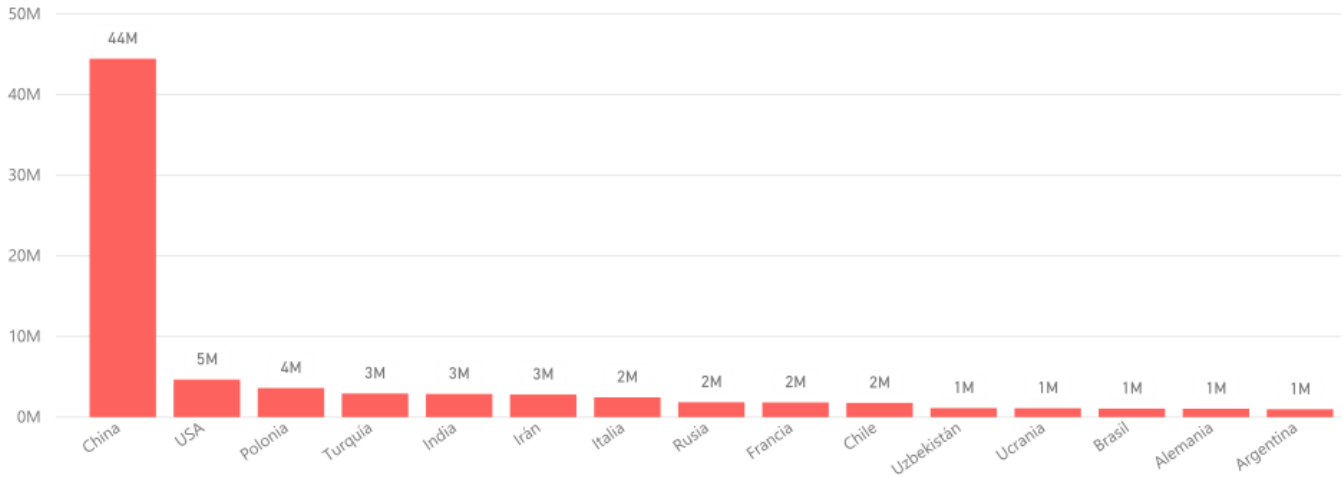


Figura 14: Principales productores de manzana a nivel mundial (millones de Ton) Fuente: FAOSTAT, 2016.

3.2.1.2 Mercado

Las exportaciones internacionales de manzanas se encuentran más atomizadas en comparación a producción. Esta diferencia se debe a que solo aproximadamente el 11% de la producción mundial de manzanas se tranza en el mercado internacional. Lo anterior, debido a que la mayoría de los principales países productores son, a la vez, importantes consumidores. Particularmente India, Rusia e Irán concentran su producción para abastecer su demanda interna (Grau 2015), y dos tercios de las exportaciones mundiales de manzanas son controladas por seis países exportadores: China, USA, Italia, Chile, Francia y Nueva Zelanda. Entre los países exportadores, China ha presentado el mayor crecimiento, pasando de un 13% a un 20% de participación entre el 2013 y 2017.



Figura 15: Balanza del comercio internacional de manzanas año 2013 y 2017.

3.2.1.3 Subproductos de la Industrialización de la Manzana

El subproducto principal de la industria de la manzana es la pomasa, que consiste en restos de pulpa (54%), centros (4%), cáscara (34%) y semillas (7%) (Kolodziejczyk, Markowski et al. 2007) y es obtenido de la producción de pulpa, jugo y deshidratado de manzana. Al año 2009, se ha estimado que a nivel mundial se producía entre 3 y 4 millones de toneladas anuales de pomasa (Ravindran and Jaiswal 2016), no obstante, solo en India se producen actualmente 1 millón de toneladas (Shalini and Gupta 2010).

Tabla 3: Composición aproximada de pomasa seca de manzana, datos proporcionados por diferentes fuentes, promediados y normalizados al 100% por: Waldbauer, McKinnon et al. (2017).

Componente	Porcentaje
Fibra dietética	36,9 %
Fructosa	16,0 %
Almidón	14,0 %
Sacarosa	8,4 %
Glucosa	7,5 %
Humedad	7,3 %
Proteína	3,7 %
Cenizas	1,9 %
Aminoácidos	1,8 %
Triterpenoides	1,6 %
Macro y micronutrientes	0,6 %
Compuestos fenólicos + Vit C + Vit E	0,4 %
Acido málico	0,0 %

La pomasa de manzana se caracteriza por presentar un alto contenido de humedad, que normalmente fluctúa entre 75% y 85%, elevado contenido de azúcares solubles y fibra dietética, bajo porcentaje de proteína y presencia de diversos compuestos orgánicos tales como compuestos fenólicos, ácidos y terpenos. La pomasa fresca de manzana es perecedera y altamente biodegradable, y dado su alto contenido de nutrientes, a gran escala puede causar considerables problemas ambientales (Perussello, Zhang et al. 2017). Por este motivo, la valorización de este subproducto puede reducir el impacto ambiental y servir en el cumplimiento de requisitos de desarrollo sostenible de la industria procesadora.

3.2.1.4 Soluciones para residuos de la industria

En India, uno de los países con mayor producción, menos del 1% de la pomasa producida es utilizada, el resto es descartado, generando costes considerables, o depositado en los campos lo cual puede generar problemas de contaminación (Shalini and Gupta 2010). Con fin de reducir los costos relacionados con el manejo de desechos, la pomasa es tradicionalmente utilizada en la alimentación animal, tanto en estado fresco como concentrado (Perussello, Zhang et al. 2017). En estado fresco, solo una fracción puede ser utilizada debido su rápida descomposición (Shalini and Gupta 2010). Por otro lado Manterola, Cerda et

al. (1999), describen que a pesar de su limitante bajo contenido proteico, su palatabilidad y digestibilidad la hacen un buen suplemento alimenticio para introducir nuevas fórmulas en el ganado.

Los componentes de mayor valor en la pomasa de manzana con potencial utilización en otras industrias son su contenido de fibra y compuestos fitoquímicos. Adicionalmente, por su contenido de carbohidratos y nutrientes, la pomasa de manzana se ha utilizado como sustrato para el crecimiento de microorganismos con el fin de generar subproductos de interés como ácido cítrico, láctico, enzimas, biopolímeros, y compuestos aromáticos (Perussello, Zhang et al. 2017). La Figura 16 resume las aplicaciones potenciales de valor más investigadas actualmente. A nivel internacional destaca la utilización de pomasa en alimentación animal, especialmente bajo el desarrollo de pellet de pomasa en China y harinas ricas en nutrientes.

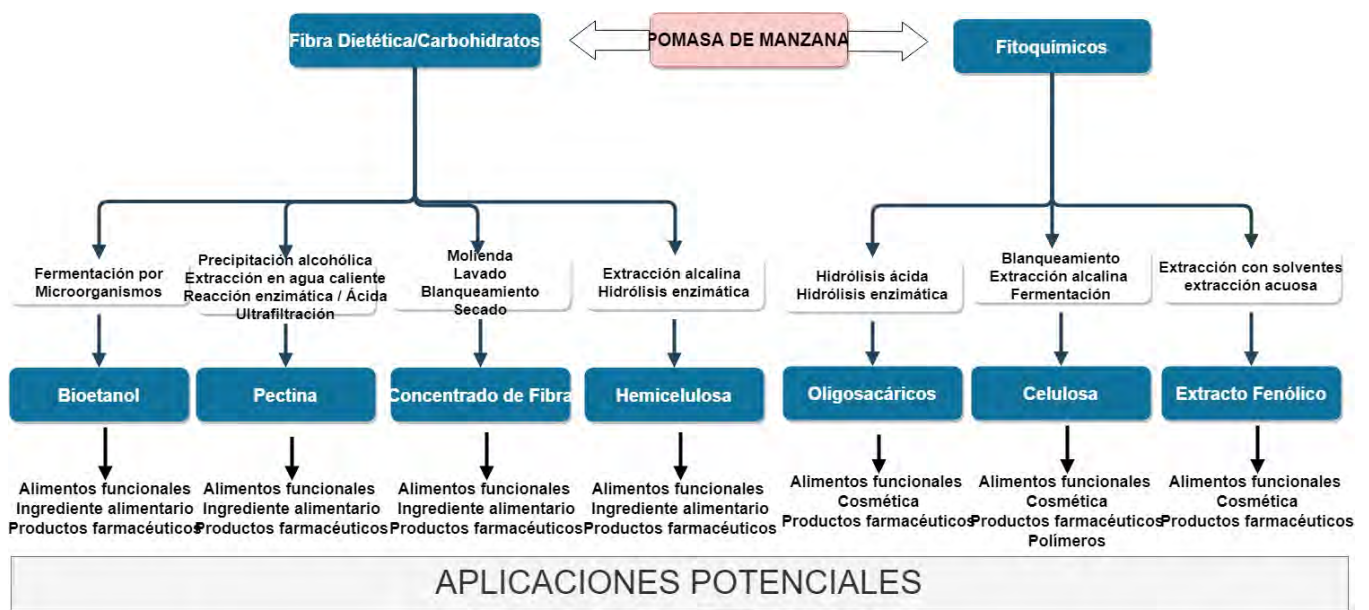


Figura 16: Usos potenciales y métodos de extracción de ingredientes de interés de la pomasa de manzana. Adaptado de Perussello, Zhang et al. (2017).

3.2.2 Contexto Nacional

3.2.2.1 Producción

En Chile existen del orden de las 36.000 hectáreas de manzana, produciéndose aproximadamente 1,7 millones de toneladas al 2017. Tanto la privilegiada ubicación geográfica como la alta productividad por hectárea en el país, se reflejan en que Chile se posicione entre los 10 primeros lugares en términos de producción, a pesar de ubicarse en el lugar 24 en relación con la superficie plantada a nivel mundial (Figuras 10 y Figura 11).

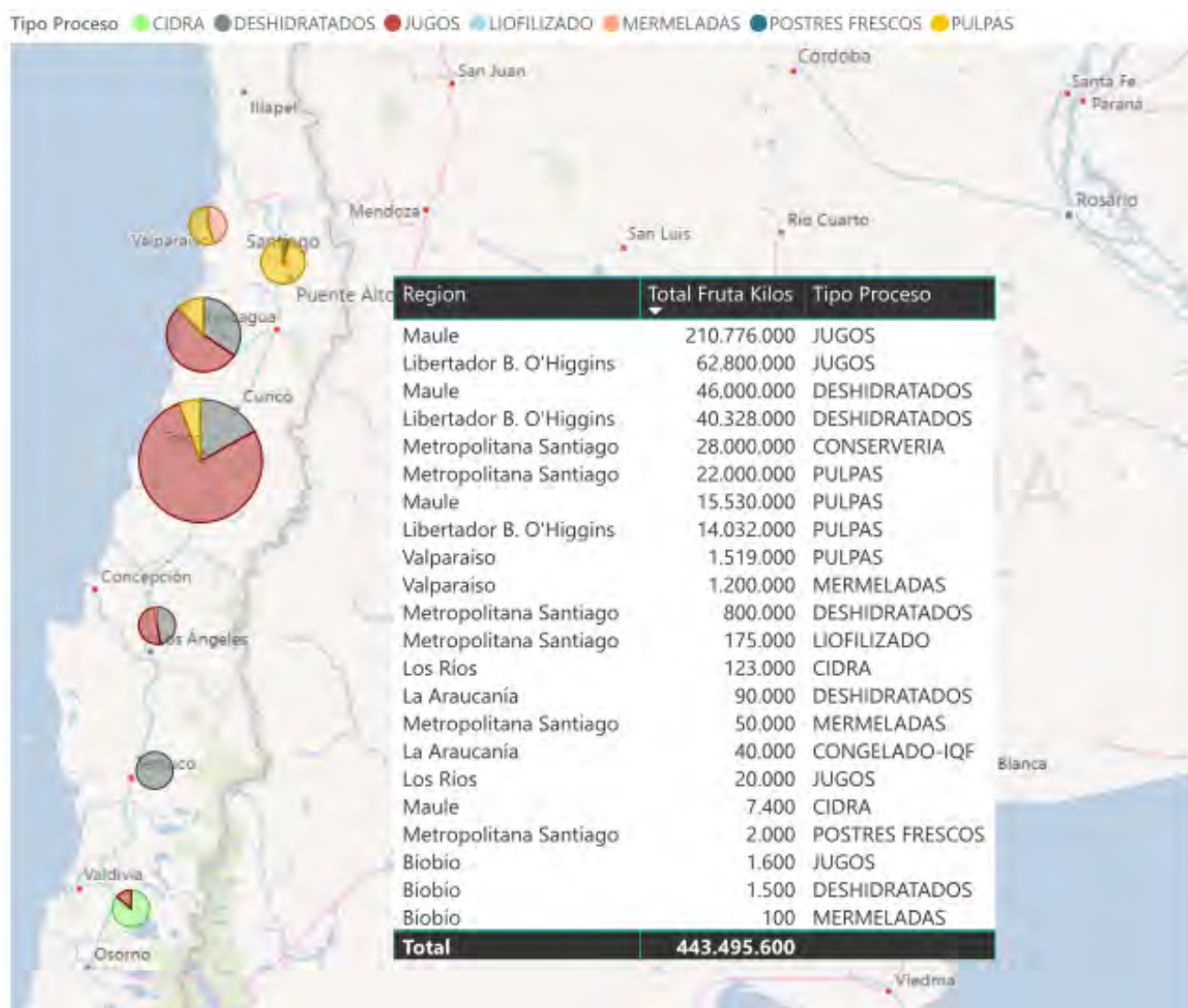


Figura 17: Distribución de la agroindustria procesadora de manzana en Chile por tipo de procesamiento y volumen procesado Fuente: Catastro Frutícola ODEPA

La manzana chilena se destina primordialmente a la exportación como fruta fresca, la producción industrial para exportación y el consumo interno como fruta fresca. Respecto al procesamiento agroindustrial de la manzana se destacan el jugo, deshidratado, pulpa y congelado. Las industrias procesadoras se concentran principalmente entre las regiones Metropolitana y del Maule (Figura 17), coincidentemente con las zonas de mayor superficie plantada de manzanos y donde se encuentran además las principales exportadoras de fruta.

3.2.2.2 Mercado

Chile es el primer exportador de manzana fresca del hemisferio sur y el primero en exportación de manzana deshidratada a nivel mundial. Del total de productos exportados, el 82% corresponde a manzana fresca, siguiéndole pulpa y jugo con 10% y 7% respectivamente.

Estados Unidos es el principal socio comercial importador tanto de materia prima como de productos procesados (excepto congelados) recibiendo el 52%, 50%, 29% y 12% del total de Jugo, Deshidratado, Pulpa y Manzana Fresca respectivamente.

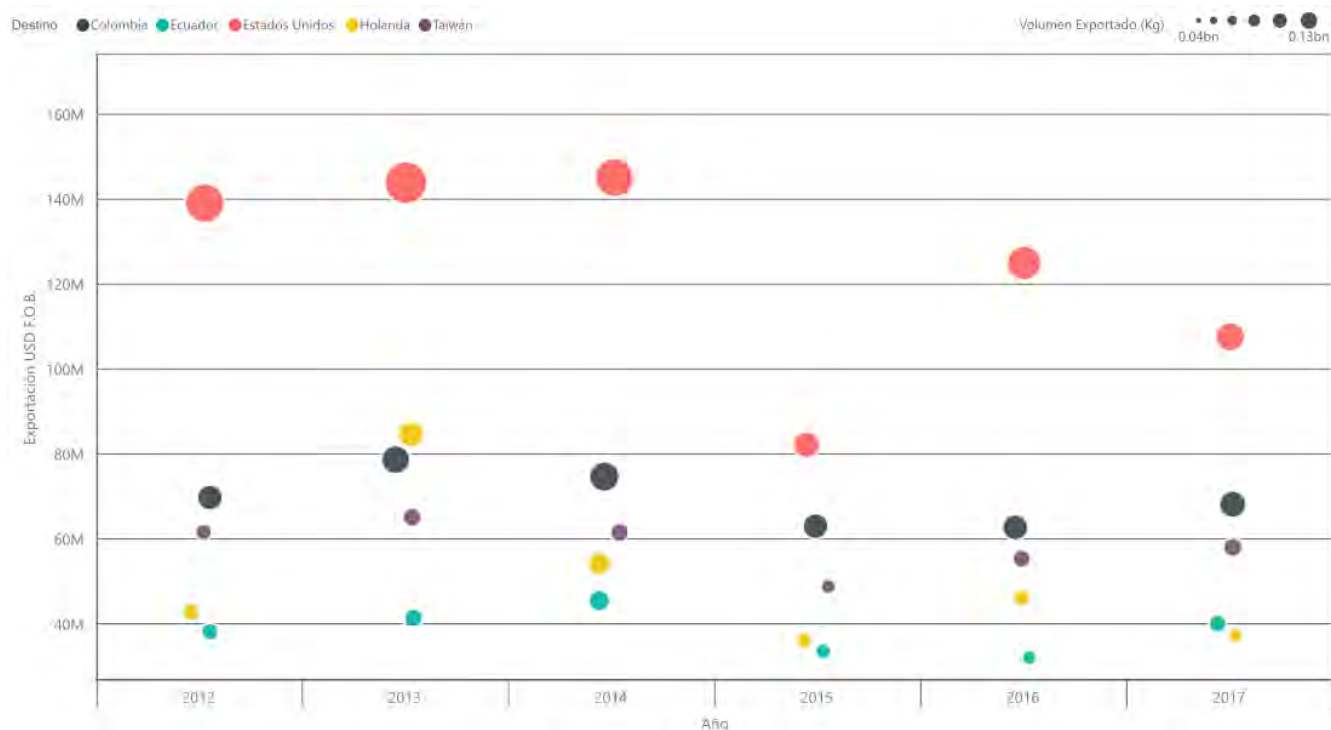


Figura 18: Evolución en el valor total de las exportaciones de manzana chilena fresca en los 5 destinos principales (2013-2017) Fuente: ODEPA.

3.2.3 Características generales de la cadena de la manzana en Chile

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2017 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, analizó un total de 30 empresas de manzana Industrial, a las cuales se les aplicó una encuesta multicanal, además de la recopilación de datos generales respecto de las exportaciones. Del total de empresas analizadas se seleccionaron 4 de dos líneas productivas de interés: jugo y deshidratado que representaran las distintas realidades de la producción nacional, resguardando además que la producción analizada fuese relevante respecto del total nacional al menos para una de las empresas de cada línea productiva (Tabla 4). De este

estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como los balances de masa presentados a continuación.

Tabla 4: Características de la muestra de empresas cadena de manzanas.

Empresas	Proceso Analizado	Representatividad	
		% respecto del total exportado por producto	% respecto del total de materia prima de la línea productiva
M1	Manzana deshidratada	46%	39%
M2	Manzana deshidratada	<0,5%	<0,5%
M3	Jugo*	0,60%	0,70%
M4	Jugo**	7,30%	41%

* Jugo natural no concentrado, incluye jugo orgánico ** Jugo concentrado

La cadena completa de manzana contiene un alto nivel de interacción entre los distintos procesos (deshidratado, fruta fresca de exportación, jugo, pulpa, congelado). De acuerdo con los datos sectoriales de la cadena, se estima que 11.222.654 toneladas de manzana son destinadas la exportación como fruta fresca, la producción industrial para exportación y el consumo interno como fruta fresca (manzana denominada de tipo comercial).

El diagrama de sankey mostrado en la Figura 19, corresponde a una representación gráfica del balance de materia de la cadena, construido a partir de los datos sectoriales recopilados y complementados con el levantamiento en terreno en las cuatro empresas participantes en el diagnóstico. Como se puede observar en el gráfico, la producción nacional de manzanas está dedicada a la exportación (61,8%), siendo además los descartes de esta línea productiva (en huerto o en packing) la principal fuente de materia prima para los procesos industriales. Los descartes de exportación de fruta fresca provienen de productores de fruta que orientan su producción a la exportación en fresco. No obstante, la fruta no conforme para exportación se vende a la agroindustria, quien compra según requerimientos específicos de calidad. La fruta de calidad para consumo fresco se vende en el mercado interno, compitiendo con la agroindustria. Los huertos cuyo destino exclusivo es la producción industrial, proveen menos de la mitad de la manzana industrializada.

Informe de Diagnóstico – Parte 1: Identificación de pérdidas de materia prima en la industria.

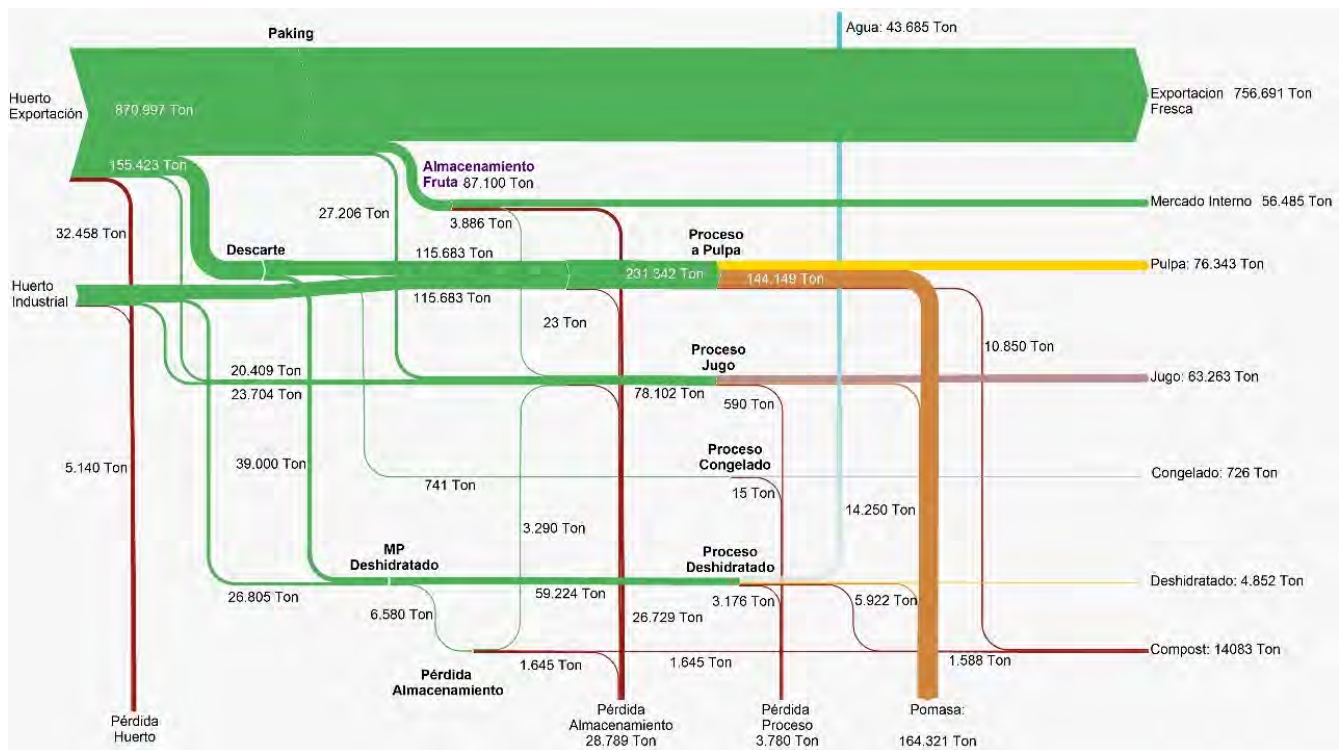


Figura 19: Diagrama de Sankey de la cadena de la manzana en Chile.

Respecto a las pérdidas en la cadena, se calculó que las pérdidas totales en la cadena ascienden al 6,9% del total de la fruta cosechada, siendo los puntos más críticos el huerto, con un 3% y el almacenamiento con un 2,5%. Debido a la atomización de la producción agrícola, la cual presenta desde sistemas de plantación hasta técnicas de riego diferentes, se recomienda, desde el punto de vista de las pérdidas, enfocar los esfuerzos en estudiar y evaluar distintas técnicas de almacenamiento de la fruta y en segundo lugar técnicas agrícolas que aseguren una producción acorde al destino de la fruta.

El subproducto de la producción industrial o pomasa generada (mezcla de cáscaras, centros, pulpa y productos intermedios) equivale al 13,5% de la fruta cosechada que ingresa a la cadena, considerando tanto la manzana de descarte de exportación como la industrial. Este subproducto, es destinado primordialmente por las empresas a compostaje en forma particular, vendido a muy bajo precio para alimentación animal (Manterola, Cerda et al. 1999) o bien es entregado a un tercero para su disposición. Dada la escasa valorización del subproducto en la cadena, el aprovechamiento de este se presenta como una oportunidad a explorar.

3.3 Arándanos

3.3.1 Contexto Mundial

3.3.1.1 Producción

Los arándanos constituyen un grupo de especies del género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas, generalmente nativas del hemisferio norte. El arándano es producido primordialmente en Norteamérica, donde se cultiva cerca de 92 mil ha (Figura 20), de acuerdo con cifras de la FAO. Actualmente se producen alrededor de 900 millones de toneladas, distribuidas en las dos variedades más comercializadas de arándanos, el arándano alto o *highbush* (650 mill. ton) y el arándano bajo o *lowbush* (250 mill. ton), este último destinado mayoritariamente al procesamiento (Retamales and Hancock 2018).

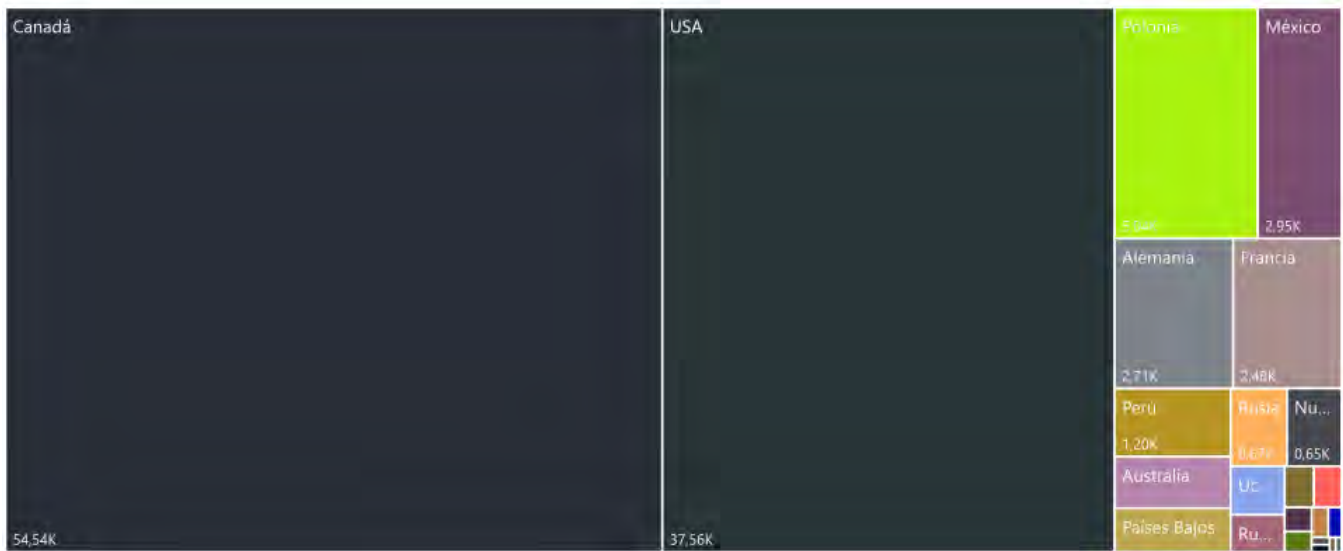


Figura 20: Superficie cultivada de arándanos a nivel mundial (miles de ha) Fuente: FAOSTAT, 2016.



Figura 21: Principales productores de arándano a nivel mundial (miles de Ton) Fuente: FAOSTAT, 2016.

3.3.1.2 Mercado

El mercado internacional de los berries del género del arándano presenta un alto dinamismo, con exportaciones crecientes mundiales que ascienden a 400 mil toneladas al 2017. Los mayores volúmenes los exportan Chile, Canadá, España, Perú y EE. UU. quienes transan el 72% del volumen total. En términos de valor de las exportaciones, Chile también ha liderado las exportaciones en los últimos 5 años, no obstante, actualmente le sigue muy cerca Perú, con un crecimiento promedio anual superior al 100% en el mismo período y España y Holanda ambos con crecimiento promedio sobre el 20% (Figura 22).

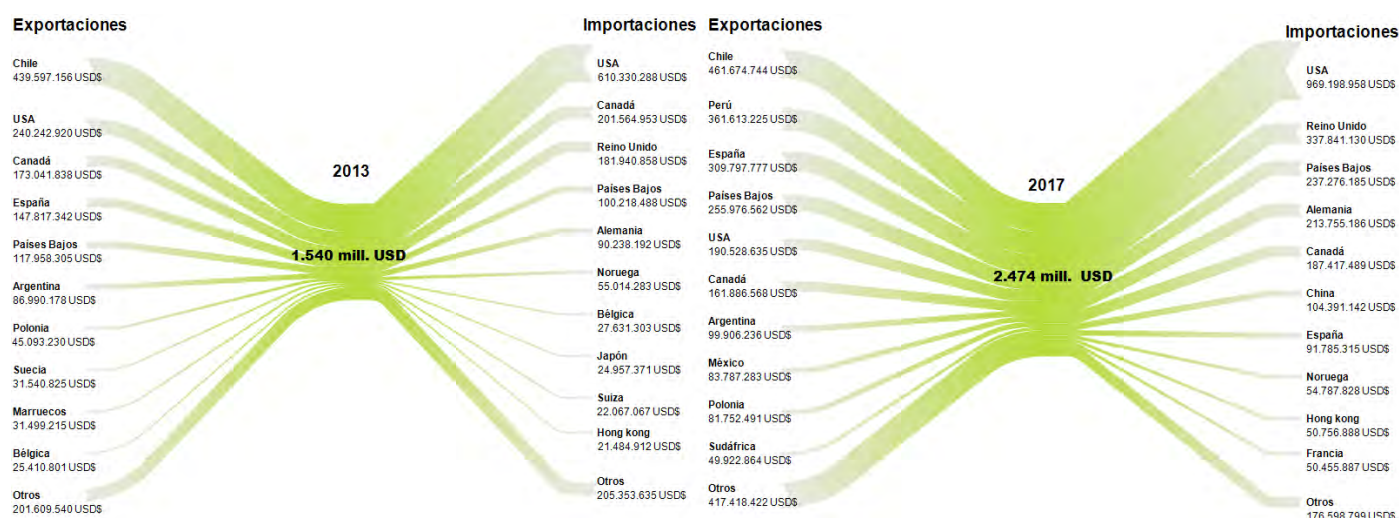


Figura 22: Balanza del comercio internacional de berries del género Vaccinium (incluye arándanos y cranberries) año 2013 y 2017 UNCOMTRADE, 2018.

3.3.1.3 Subproductos de la Industria del arándano

Los berries en general son frutas delicadas y de corta duración que no se pueden almacenar por períodos de tiempo prolongados. Por este motivo, una parte importante de la producción es destinada al procesamiento. Durante el procesamiento de jugo de berries como el arándano, aproximadamente el 20% queda como torta/pomasa. Este material contiene principalmente pieles de bayas, semillas y tallos, y representa una fuente valiosa de fitoquímicos, pectina y fibra dietética.

A nivel internacional, los arándanos son predominantemente procesados a jugos y congelados, y en menor medida a deshidratados (Michalska and Łysiak 2015). Considerando las dos variedades más comercializadas, aproximadamente el 50% de la producción mundial es sometida a algún tipo de procesamiento (Brazelton and Young 2017). La Figura 23 exhibe los volúmenes de arándanos del tipo *highbush* que son destinados a consumo en fresco o procesados en los principales mercados internacionales, como se aprecia en la figura, EE. UU., Canadá y Chile producen mayores proporciones de productos procesados.

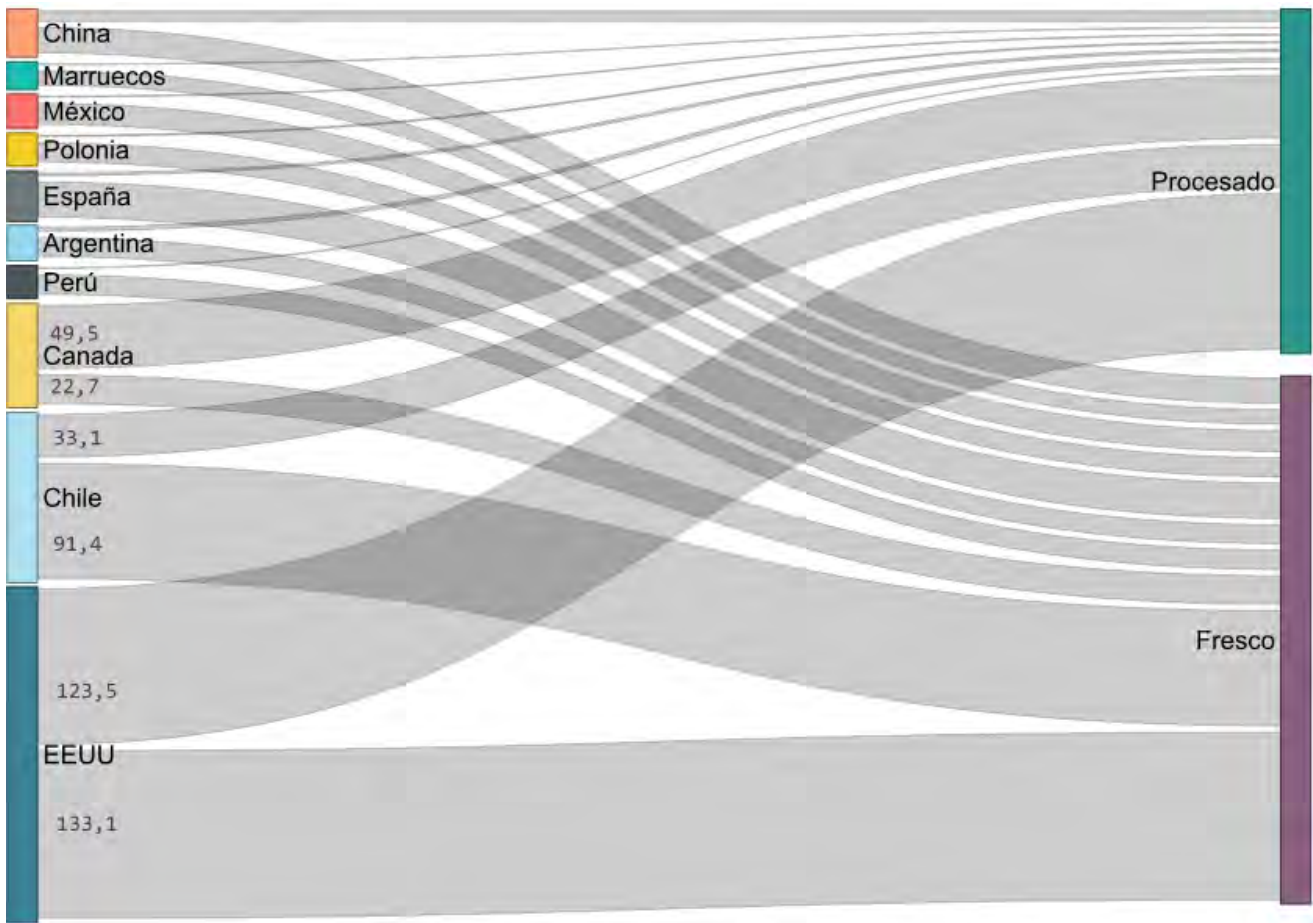


Figura 23: Usos del arándano (highbush) en los principales países productores (miles de ton) (2016). Fuente: Brazelton and Young (2017).

3.3.1.4 Soluciones para residuos de la industria

La valorización de los subproductos de la industria del arándano en la actualidad concierne el procesamiento de la torta o pomasa para extraer sus polifenoles o aprovechar su contenido de fibra dietética y antioxidantes. Las investigaciones más recientes se centran en valorización de subproductos de arándanos con el objetivo de mejorar el contenido nutricional y de antioxidantes de productos de panadería y repostería, mediante el secado y molienda de la torta y su adición a la masa, sustituyendo otras harinas y obteniendo nuevas formulaciones sin gluten (Mišan, Šarić et al. 2014, Šarić, Nedeljković et al. 2014, Rohm, Brennan et al. 2015, Šarić, Mišan et al. 2016, Perez, Tagliani et al. 2018). Un ejemplo de su uso se puede apreciar en la Figura 24.

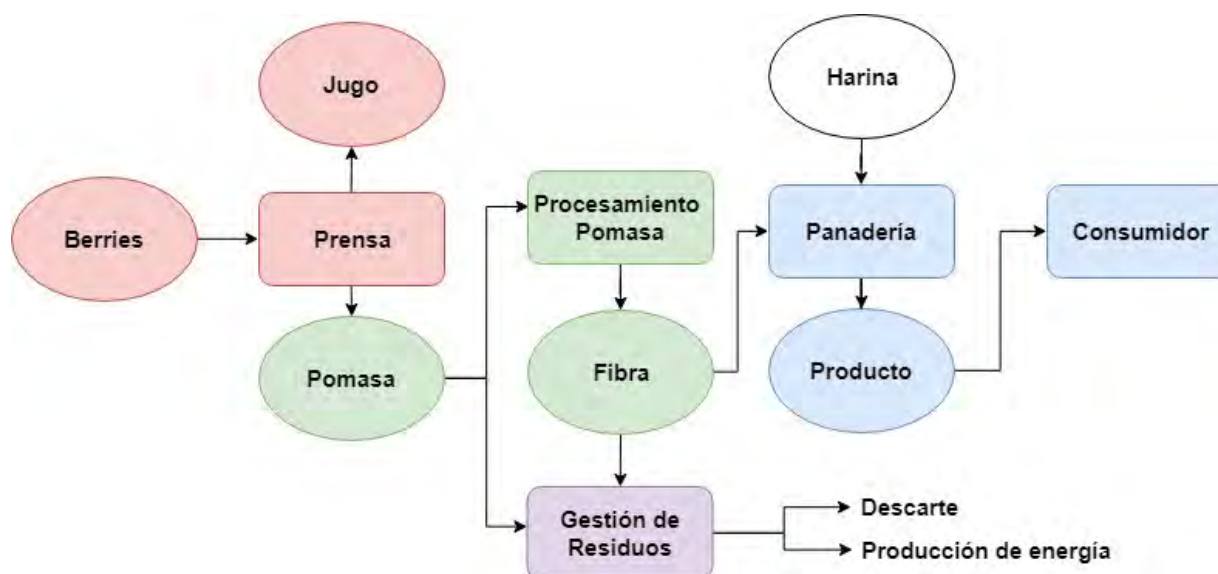


Figura 24: Diagrama de flujo de la incorporación de subproducto de berries en productos de panadería. Adaptado de: Rohm, Brennan et al. (2015).

Tabla 5: Composición de fibra de arándano, extraído de pomasa.

Contenido	Proporción
Proteína	9,34%
Ceniza	1,85%
Calorías	378 kcal/100 g
Carbohidratos	78,32%
Fibra dietética total	72,34%
Fibra dietética insoluble	67,27%
Fibra dietética soluble	5,07%
B-caroteno	157 IU/100 g
Retinol	<30,0 IU/100 g
Vitamina A Total	157 IU/100 g
Vitamina C - Ácido Ascórbico	18,2 mg/100g
Calcio	178 mg/100 g
Hierro	18,5 mg/100 g
Sodio	7 mg/100 g
Grasa total como triglicéridos	3,00%
Ácidos grasos saturados totales	0,64%
Ácidos grasos cis, poliinsaturados	1,60 g/100 g
Ácidos grasos monoinsaturados cis	0,59 g/100 g
Humedad	<10 %

Fuente: Marshall Ingredients¹

¹ Marshall Ingredients Website: <http://www.marshallingredients.com/blueberry-fiber>

En la actualidad existen productos provenientes de la valorización de la torta/similar del arándano y que son comercializados en el mercado. Tal es el ejemplo de la fibra de arándano, la cual es ofrecida como un ingrediente para la industria de alimentos por la empresa Marshall (Estados Unidos). Entre las características que resaltan es que podría sustituir el almidón modificado en la industria de alimentos, ser usado en la producción de alimentos libre de gluten y aportar alto contenido de fibra, ya que su contenido es de 72%. Por otra parte, la oferta de suplementos alimenticios que contienen antocianinas a partir de extractos de arándanos es amplia. Generalmente se comercializan en formato de cápsulas, las cuales contienen otros compuestos como vitaminas o minerales.

3.3.2 Contexto Nacional

3.3.2.1 Producción

De acuerdo con datos de ODEPA y CIREN, la superficie plantada de arándanos en Chile corresponde a 15,7 mil ha produciéndose aproximadamente 140 mil toneladas en el año 2017. Aproximadamente un 10% de la superficie plantada corresponde a producción orgánica (iQonsulting 2017). El arándano en Chile se produce principalmente entre La región de Coquimbo y los Ríos, concentrándose el grueso de la producción en la región del Maule y Biobío. La industria procesadora, también concentrada en estas dos regiones, se dedica principalmente al congelado IQF, como se puede observar en la Figura 25.

3.3.2.2 Mercado

Chile es el principal exportador de arándanos a nivel mundial transando 113 mil toneladas al año 2017 (UNCOMTRADE, 2018). Conjuntamente al producto fresco (iQonsulting 2017). En el año 2017 se exportaron 600 millones de dólares en arándanos, de los cuales el 77% corresponde a producto fresco, 18% congelado, y el restante 4% a conserva, jugo y deshidratado (Figura 26). Aproximadamente la mitad del arándano exportado fue destinado a EE. UU., seguido por Holanda (11%), Reino Unido (9%) y China (9%).

Informe de Diagnóstico – Parte 1: Identificación de pérdidas de materia prima en la industria.

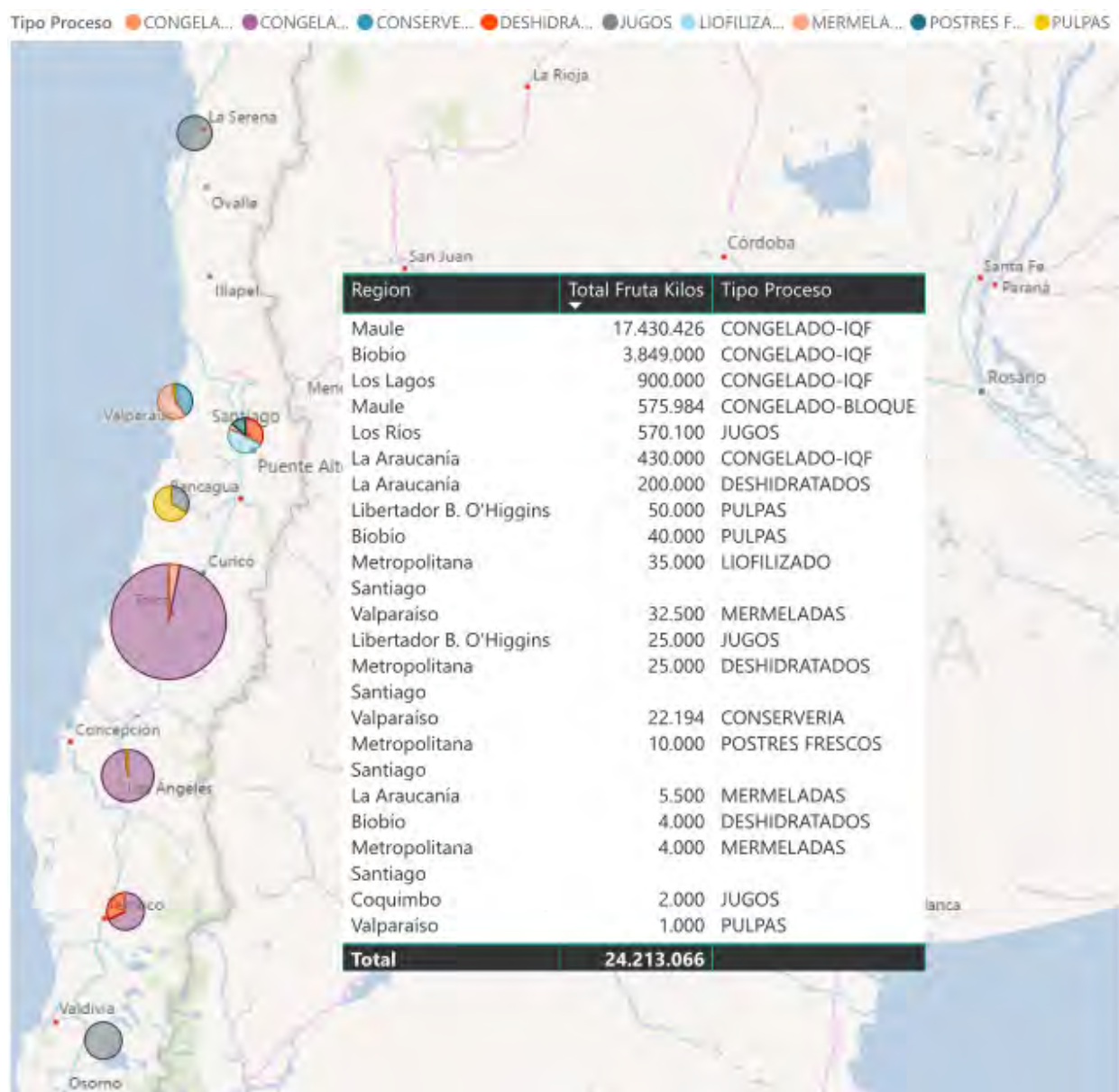


Figura 25: Distribución de la agroindustria procesadora de arándanos en Chile por tipo de procesamiento y volumen procesado Fuente: Catastro Frutícola ODEPA.

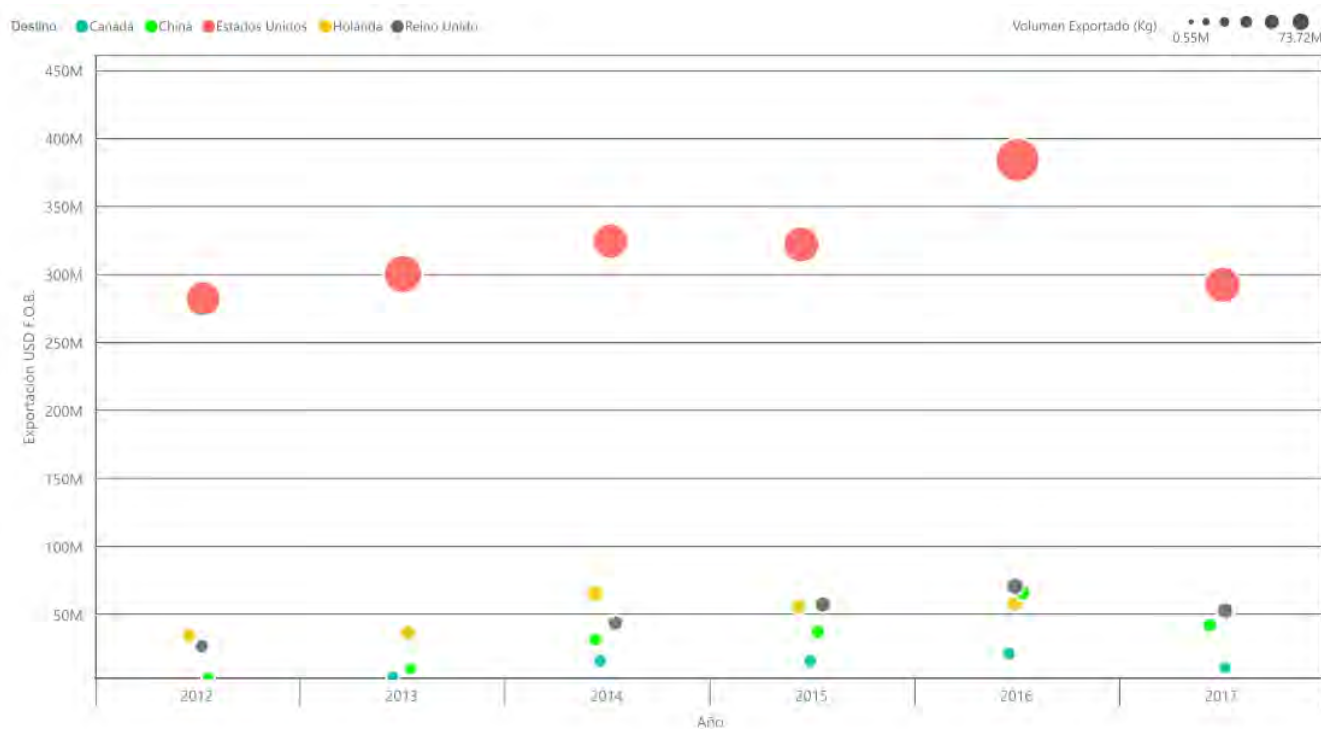


Figura 26: Evolución en el valor total de las exportaciones de arándanos frescos chilenos en los 5 destinos principales (2013-2017)) Fuente: ODEPA.

3.3.3 Características generales de la cadena del arándano en Chile

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2018 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, analizó un total de 30 empresas procesadores de arándano, a las cuales se les aplicó una encuesta multicanal, además de la recopilación de datos generales respecto de las exportaciones. Del total de empresas analizadas se seleccionaron 4 que en su conjunto representaban el 36% de las exportaciones totales del sector al año 2016. De este estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como los balances de masa presentados a continuación.

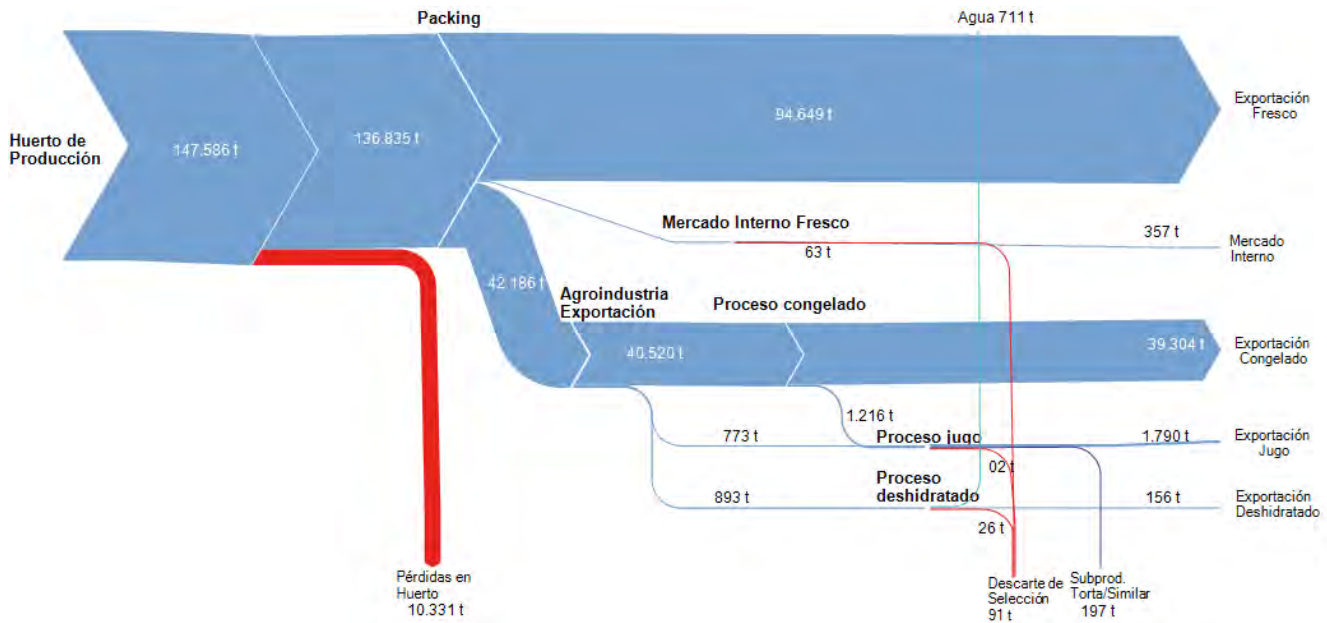


Figura 27: Diagrama de Sankey de la cadena de los arándanos en Chile.

El diagrama de Sankey en la Figura 19 muestra gráficamente el flujo de materia prima, subproductos y pérdidas dentro de la cadena del arándano, construido con datos promedios del trienio 2015-2017. El principal destino de la producción es el mercado de exportación en fresco y congelado (64,1% y 27,5% del total producido, respectivamente), el congelado corresponde mayoritariamente a IQF (*Individually Quick-Frozen*). En estos dos productos, tanto el calibre como la apariencia son atributos muy importantes, por lo que la fruta de descarte (aquella que no cumple dichos parámetros) se utilizan en la elaboración de otros productos de menor valor como congelado en bloque, jugos concentrados y deshidratados. Se estima que actualmente entre el 20% y 25% de los arándanos producidos en el país son destinados a algún fin industrial, siendo el más importante el congelado. Esto se depende de diversos factores, como la disponibilidad de mano de obra en algunas zonas, la vida postcosecha de algunas variedades y también incidencias climáticas como exceso de calor, presencia de lluvias durante las cosechas que pueden afectar la condición de la fruta para su exportación como fresco. Estos factores han determinado que algunos productores orienten algunas fracción de la cosecha (último tercio, por ejemplo) al mercado del congelado, optimizando los costos de recolección y de materiales, lo que ha posibilitado el desarrollo de un suministro más estable para la industria.

3.4 Ciruelas

3.4.1 Contexto Mundial

3.4.1.1 Producción

El ciruelo es un frutal de carozo que pertenece al género *Prunus*. Con el mismo nombre se conocen dos especies con características diferentes, el ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.) y el ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.). En términos de área, Europa del este y Asia ostentan la mayor extensión de superficie plantada, solo China posee el 73% de la superficie mundial (Figura 28) de acuerdo con datos de la FAO (FAOSTAT, 2016).



Figura 28: Superficie cultivada de ciruelas a nivel mundial (miles de ha) Fuente: FAOSTAT, 2016.

Indudablemente, la producción en China es también proporcionalmente superior al resto del mundo, aunque solo equivalente al 55% del total, lo cual demuestra en gran medida, la considerablemente menor productividad o rendimiento de producción. Si bien la superficie cultivada se extiende mayoritariamente en países de Europa y Asia, la producción es liderada también por países de América del norte y Sudamérica, con menor superficie, pero mayor rendimiento (Figura 29).

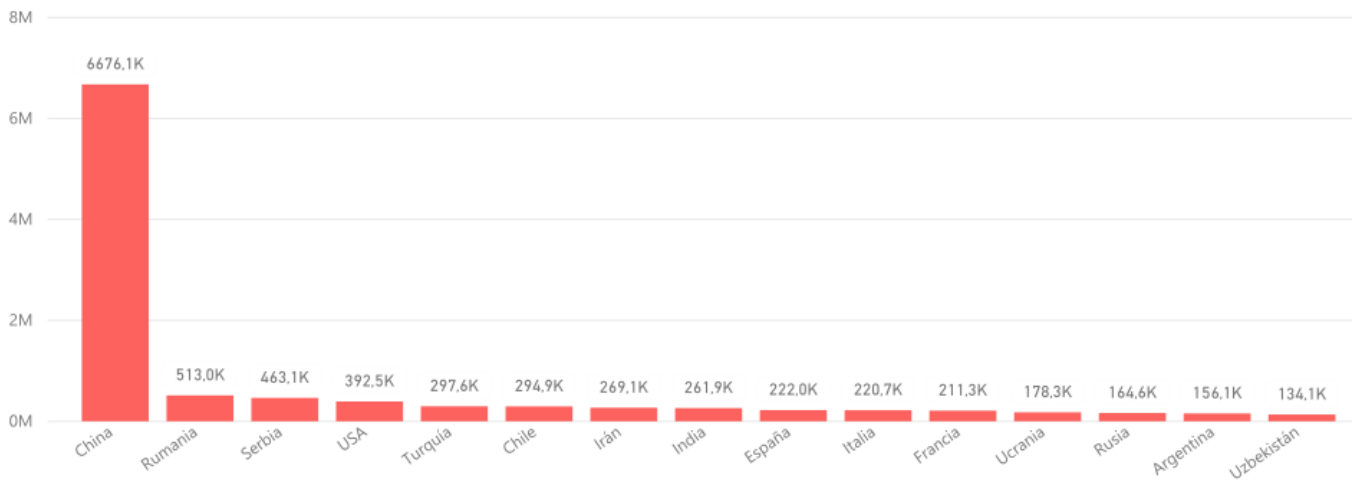


Figura 29: Principales productores de ciruelas a nivel mundial (miles de Ton) Fuente: FAOSTAT, 2016.

3.4.1.2 Mercado

La exportación de Ciruelas frescas es liderada por España, Chile, Sudáfrica e Italia con 198, 194, 133 y 114 mil toneladas respectivamente al 2017 (UNCOMTRADE, 2018). Por su parte, Chile concentra el 37% de las exportaciones de ciruelas deshidratadas, seguido por EE. UU. con un 16%.



Figura 30: Balanza del comercio internacional de ciruelas deshidratadas año 2013 y 2017.

El año 2017, USA perdió su predominio el ranking respecto al valor las exportaciones de ciruelas deshidratadas siendo superado por Chile, esto por problemas climáticos ocurridos en California en la temporada 2016 (Errazuriz 2016) (Figura 30). Las importaciones de ciruelas deshidratadas están más fraccionadas que las exportaciones, los diez primeros lugares concentran cerca del 60% del valor, mientras que, en el ranking de las exportaciones, los 10 primero lugares en exportaciones concentran aproximadamente el 90% del total.

3.4.1.3 Subproductos de la Industria de la Ciruela

Como subproductos de la agroindustria de la ciruela, se encuentran los descartes y desechos, considerando como tal aquellas frutas de bajo calibre, con daño mecánico, cicatrices, entre otros. Estos descartes son la materia prima para la elaboración de jugos, pulpas, purés y productos deshidratados. Adicionalmente, se genera en la industria el subproducto que corresponde principalmente a carozo, el cual arrastra pulpa adherida al mismo. Esta pulpa podría ser recuperada mediante otros procesos y constituir un nuevo producto. En el proceso de jugo se genera el subproducto torta/similar, que corresponde a piel y pulpa residual, este es rico en antioxidantes.

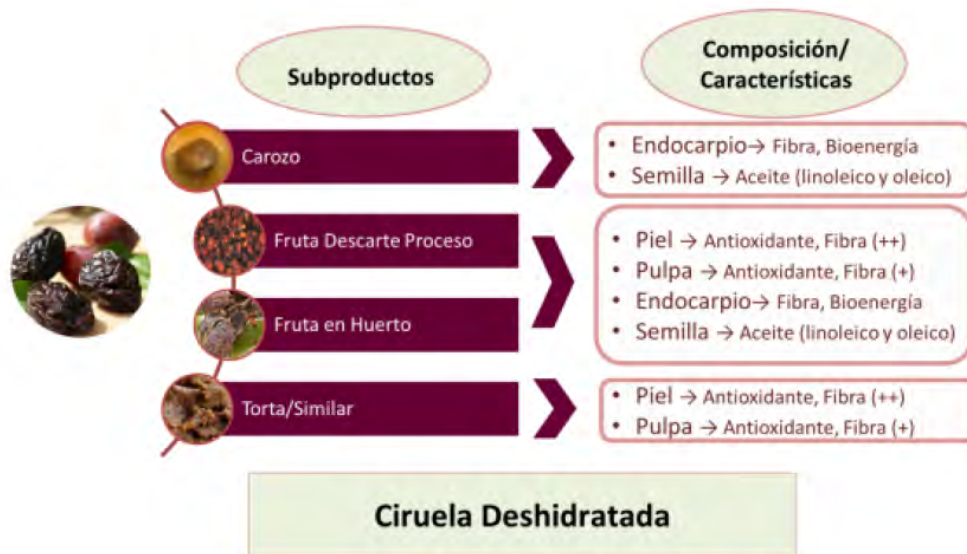


Figura 31: Características de los subproductos de la industria de la ciruela.

3.4.1.4 Soluciones para residuos de la industria

La generalidad de los estudios aborda la capacidad de combustión del carozo de ciruela. Un ejemplo lo representa la empresa Kingdom Biofuel², que comercializa este producto en EE. UU., destacando entre sus cualidades la combustión de 9.500 BTU por libra (mejor que pellet de madera) y que produce muy poca ceniza, permitiendo una menor frecuencia de limpieza de calderas.

El subproducto carozo o hueso, se puede utilizar también en el sector de la construcción, como sustituto de madera, dado que el carozo tiene un porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina similar a la madera (Guerrero 2010).

Además del carozo, el procesamiento de ciruela para la producción de jugos y pulpas genera el subproducto torta/similar; compuesto principalmente por piel y pulpa. Esta es rica en fibra dietética (38-

² Prune Pits for Heat: <https://kingdombiofuel.com/prune-pits-for-heating-pa-md-de/>

49%), polifenoles, pectinas y sorbitol. Entre los principales compuestos fenólicos están los flavonoles, antocianinas y derivados de ácido cafeico. La empresa Marshall³ en EE. UU., comercializa un producto derivado de la torta de ciruela, que vende con el objetivo de que se use en el reemplazo del almidón de maíz en alimentos, al ser libre de gluten y ser una buena fuente de fibra soluble e insoluble (60%).

Tabla 6: Composición de fibra de Ciruela, extraído de pomasa.

Contenido	Proporción
Proteína	12.39%
Ceniza	2.10%
Calorías	382 kcal/100 g
Carbohidratos	78.76 %
Fibra dietética total	59.9%
B-caroteno	8,520 IU/100 g
Retinol	<30.0 IU/100 g
Vitamina A Total	8,520 IU/100 g
Vitamina C - Ácido Ascórbico	<0.440 mg/100g
Calcio	393 mg/100 g
Hierro	15 mg/100 g
Sodio	13 mg/100 g
Grasa total como triglicéridos	1.92 %
Ácidos grasos saturados totales	0.56 %
Ácidos grasos cis, poliinsaturados	0.82 g/100 g
Ácidos grasos monoinsaturados cis	0.45 g/100 g
Humedad	<10 %

Fuente: Marshall Ingredients²

3.4.2 Contexto Nacional

3.4.2.1 Producción

De acuerdo con datos de ODEPA y CIREN, la superficie plantada de ciruelos (Japonés y Europeo) en Chile corresponde a 17 mil ha, produciéndose aproximadamente 335 mil toneladas en el año 2017. La Región de O'Higgins en la actualidad la que posee la mayor superficie de ciruelos del país, concentrando cerca del 65%, le siguen las regiones Metropolitana, con un 26%, y la del Maule, con un 7%. El incremento anual de la superficie en el país se estima entre 500 y 700 ha, y en promedio cada huerto tiene un tamaño de 34,2 ha.

En términos de las capacidades agroindustriales instaladas en el país, como se aprecia en el mapa de la Figura 32, aproximadamente el 80% de la fruta que se procesa se destina a deshidratado en las regiones

³ Marshall Ingredients Website: <http://www.marshallingredients.com/plum-fiber>

Metropolitana y O'Higgins. A la deshidratación le sigue la hidratación o tiernizado y la producción de jugo, también en las mismas regiones.

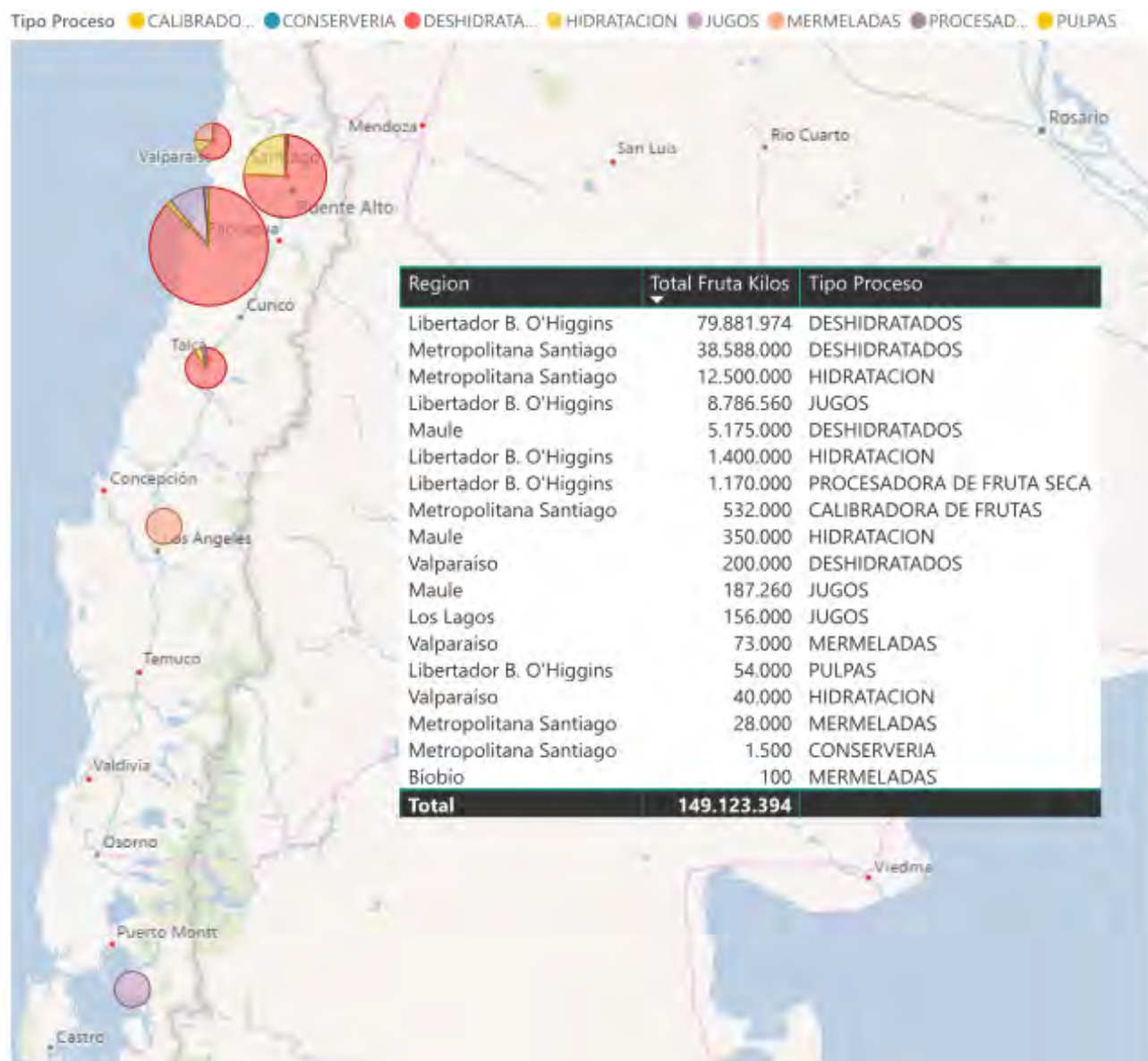


Figura 32: Distribución de la agroindustria procesadora de ciruelas en Chile por tipo de procesamiento y volumen procesado Fuente: Catastro Frutícola ODEPA.

3.4.2.2 Mercado

Chile es el principal exportador de ciruelas secas a nivel mundial transando el 37% del volumen total en el 2017 (UNCOMTRADE, 2018). Con relación al producto fresco, Chile se posiciona en el segundo lugar después de España (ambos con 15% aproximadamente), no obstante, en términos de valor de las

exportaciones en fresco, Chile se sitúa en el primer lugar. El mercado de ciruelas secas es el de mayor importancia para el país, representando el 54% de las exportaciones nacionales de ciruelas y productos derivados, seguido por las ciruelas en fresco y los jugos con 42 y 4% respectivamente, las conservas representan menos del 1%.

Como es habitual en el ámbito de las importaciones, EE. UU. es el socio comercial más importante, acaparando el 18% del total transado, seguido por China (16%) y México (6,99%). Sin embargo, el valor de las exportaciones a China ha aumentado constantemente en los últimos 4 años, como se aprecia en la Figura 33, de hecho, a septiembre del 2018, de acuerdo con cifras de ODEPA, China lidera el ranking, predominando por sobre los EE. UU. por más de 22 millones de dólares.

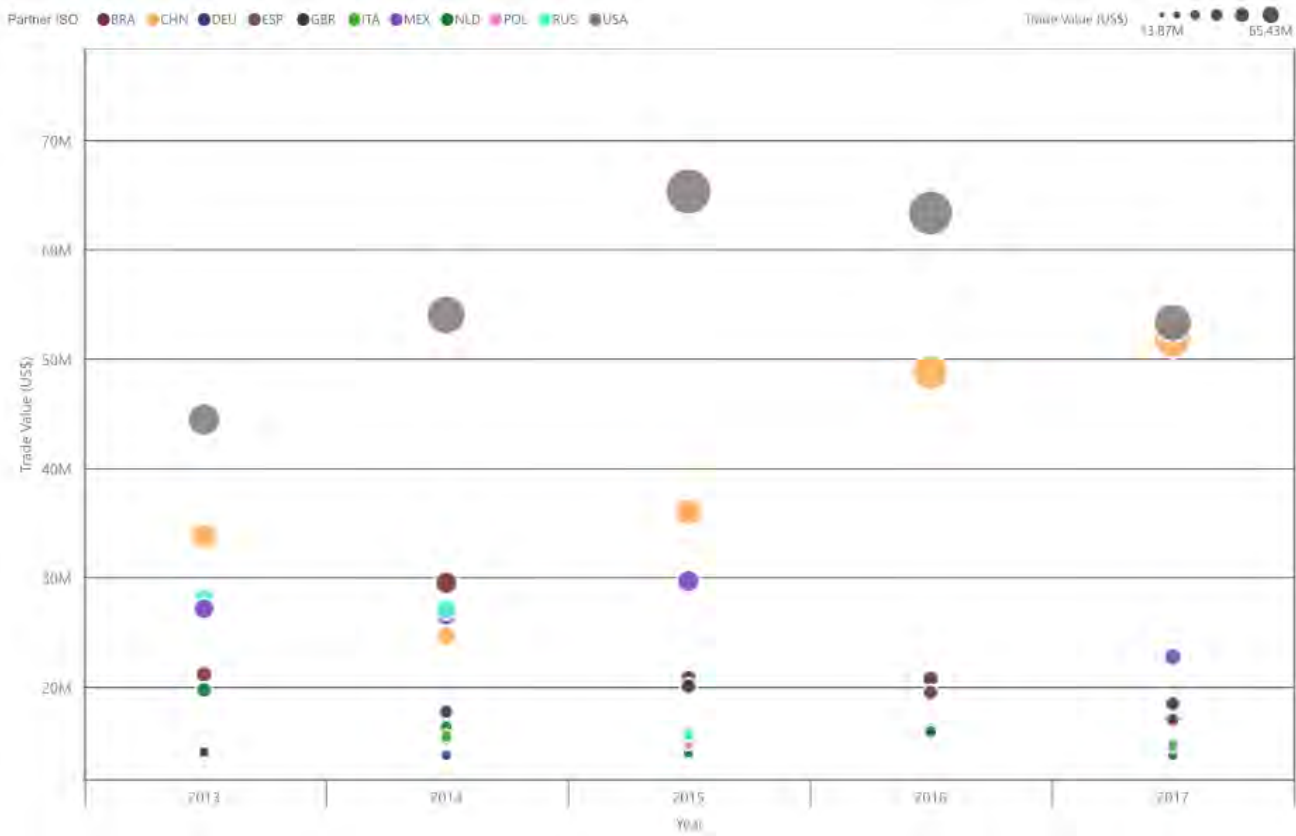


Figura 33: Evolución de las exportaciones de ciruelas chilenas (secas y frescas) por principales destinos (año 2013-2017) Fuente: ODEPA.

3.4.3 Características generales de la cadena de la ciruela en Chile

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2018 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, analizó un total de 23 empresas procesadores de Ciruela, a las cuales se les aplicó una encuesta multicanal, además de la recopilación de datos generales respecto de las exportaciones. Del total de empresas analizadas se

seleccionaron 2 que en su conjunto representaban el 16% de las exportaciones totales del sector al año 2016. De este estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como balances de masa.

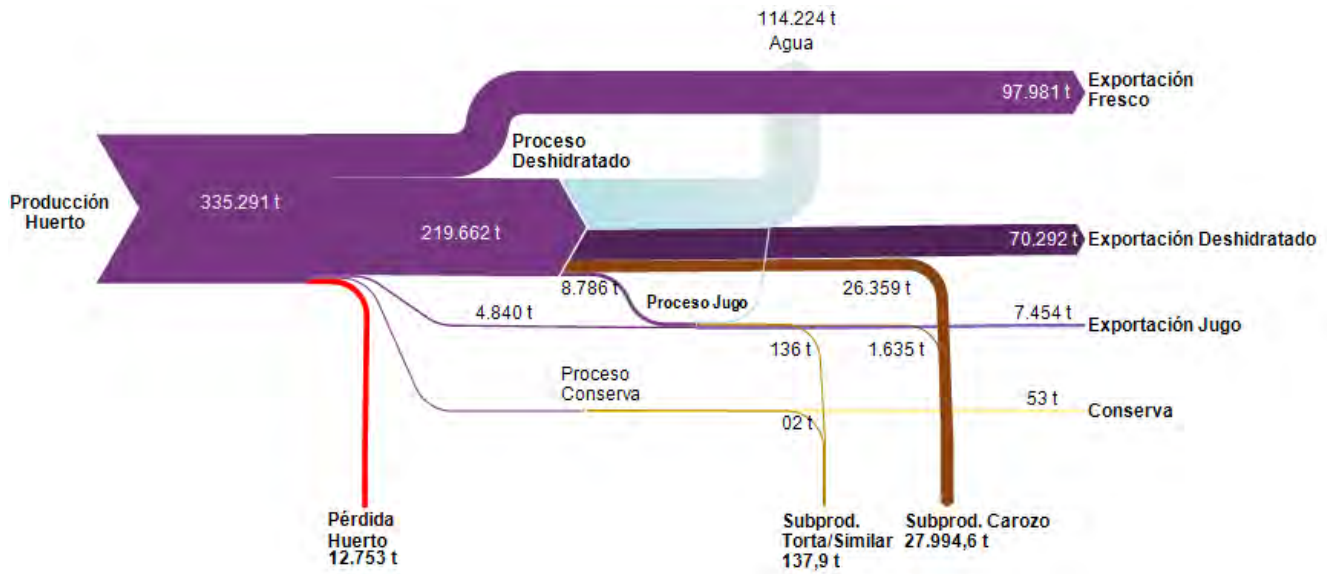


Figura 34: Diagrama de Sankey de la cadena de la Ciruela en Chile.

El diagrama de Sankey en la Figura 19 muestra gráficamente el flujo de materia prima, subproductos y pérdidas dentro de la cadena de la ciruela, construido con datos promedios del trienio 2015-2017.

Una vez cosechada, la ciruela fresca generalmente es secada al sol o utilizando hornos, una vez concluido el secado las ciruelas son almacenadas, apiladas y removidas con el objetivo de lograr una humedad uniforme. Esta ciruela puede tener dos destinos: el primero es su clasificación y envasado para su posterior venta como "ciruelas desecadas o deshidratadas con carozo". El otro, el tiernizado, proceso que consiste en someter las ciruelas a la acción directa del vapor a fin de rehidratar parcialmente el producto. Luego del tiernizado, pueden ser vendidas con carozo o ser descarozadas. Generalmente los pequeños productores, una vez que deshidratan las ciruelas, venden su producto a empresas exportadoras que realizan los procesos de calibración, esterilización, envasado y tiernizado cuando corresponde.

De este proceso se producen 3 subproductos principales: descarte de ciruelas secas en la etapa de limpieza y calibrado (aspecto y bajo calibre), descarte de ciruela despepitada (ciruela mal descarozada) y carozos del descarozado, donde las dos primeras se destinan a la producción de jugo concentrado y/o pulpas.

Como se observa en el diagrama de Sankey (Figura 19), al volumen mayoritario de materia prima que se destina a deshidratado, le sigue la elaboración de jugo, y en menor medida de conserva, que proviene principalmente de fruta de descarte del deshidratado. Los subproductos de esta cadena están constituidos por carozo (27.995 T), fruta que queda en huerto (12.753 T) y torta/similar (136 T). Los

Informe de Diagnóstico – Parte 1: Identificación de pérdidas de materia prima en la industria.

carozos provienen principalmente del proceso de deshidratado (26.359 T), lo que representa un 11% de la materia prima total. La fruta que queda en huerto que no cumple los estándares de calidad y condición de la industria o cuyo precio no amerita su cosecha, actualmente se utiliza en alimentación animal o como compost. El carozo comúnmente es volcado en los caminos donde está ubicada la planta de proceso, para evitar el levantamiento de polvo.

3.5 Cerezas

3.5.1 Contexto Mundial

3.5.1.1 Producción

La producción mundial de cerezas en el 2016 alcanzó 2,35 millones de toneladas producidas en 448 mil ha. El principal país productor fue Turquía, con 25,4% de la producción mundial. La siguen Estados Unidos (12,3%), Irán (9,3%) y Chile (5.2%) como se aprecia en la Figura 36. Chile ha sido uno de los países que ha experimentado el mayor crecimiento de su producción, triplicándola en la última década.

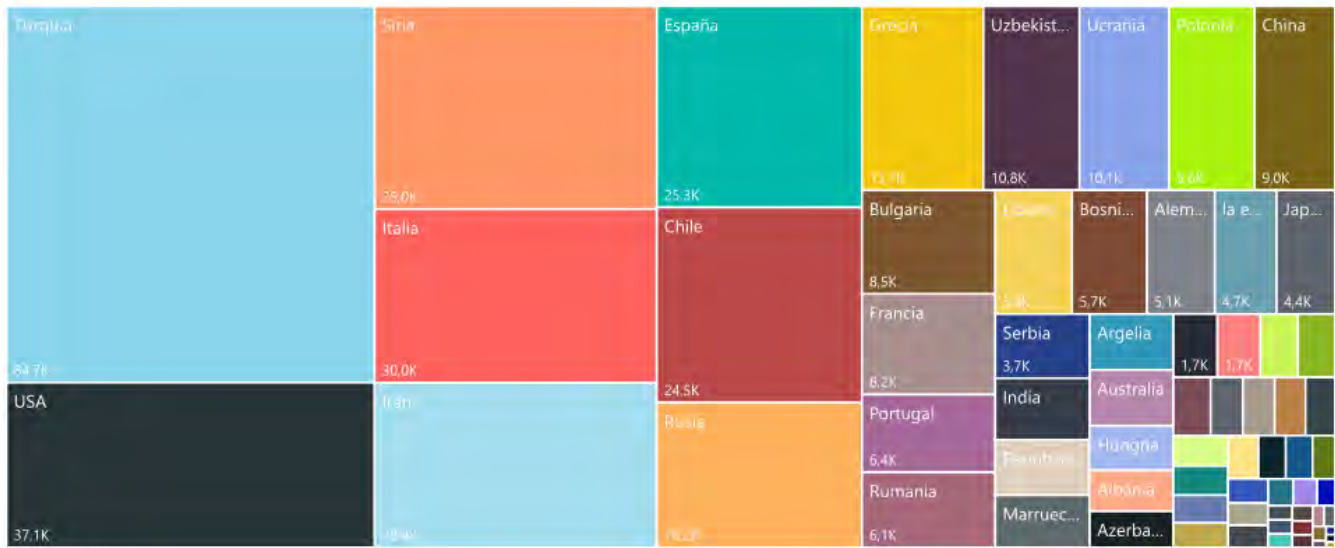


Figura 35: Superficie cultivada de cerezas a nivel mundial (miles de ha) Fuente: FAOSTAT, 2016.

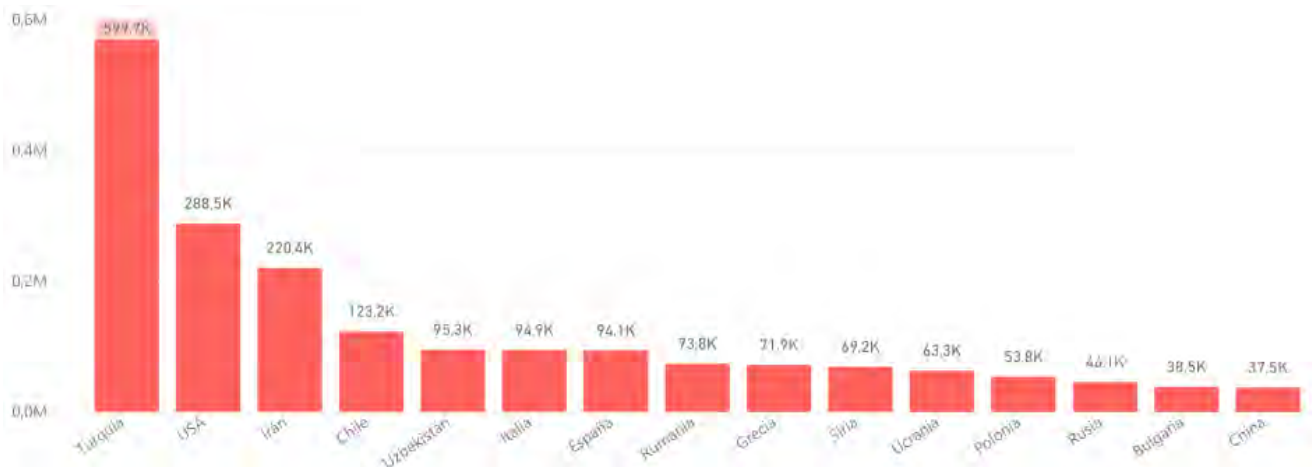


Figura 36: Principales productores de cerezas a nivel mundial (miles de Ton) Fuente: FAOSTAT, 2016.

3.5.1.2 Mercado

La exportación de cerezas es liderada por USA, Chile, Hong Kong, Turquía y España, transando en su conjunto 2/3 del volumen total exportado el 2017. Como se aprecia en la Figura 37, Hong Kong ha sido el país que más ha incrementado su participación en las exportaciones, con una tasa anual de crecimiento sobre el 30% en los últimos 5 años, seguido por Nueva Zelandia (26%). China y Hong Kong son los principales importadores de cerezas en el mundo acaparando el 42% del valor de las transacciones.



Figura 37: Balanza del comercio internacional de cerezas frescas y procesadas año 2013 y 2017.

3.5.1.3 Subproductos de la Industria del Cereza

Las especies más importantes de cereza son *Prunus avium L.* conocida como cereza dulce y *Prunus cerasus L.* conocida como cereza ácida. En general, las cerezas dulces tienen un contenido de azúcares simples más alto (~13%) que las cerezas ácidas (~8%). Mientras que la mayoría de las cerezas dulces se consumen frescas, las cerezas ácidas generalmente se destinan a procesamiento. Los productos de procesamiento incluyen jugo, mermelada, puré, concentrado, fermentación alcohólica, congelado, deshidratado o enlatada, mermelada, gelatina y productos de confitería. Las frutas enteras se utilizan comúnmente como adorno en pasteles (Yilmaz, Görgüç et al. 2018).

La industria de la cereza genera una variedad importante de subproductos como son: torta, carozo, fruta de descarte de proceso y fruta en huerto. Estos subproductos, pueden ser utilizados tanto para la extracción de compuestos de interés, como, por ejemplo, las antocianinas, que otorgan a la fruta color, aceites extraíbles de la semilla, y fibra.

La pomasa, que consiste en la piel y la pulpa de la fruta y se obtiene principalmente después del prensado para la producción de jugos. Dependiendo del proceso utilizado, la producción de pomasa es del 15 al 28% de la fruta inicial. La pomasa de la cereza es rica en fitoquímicos que incluyen compuestos fenólicos (antocianinas y flavonoides), carbohidratos (fibra dietética, celulosa, pectina y lignina), vitaminas (vitamina C) y minerales (potasio) (Yilmaz, Görgüç et al. 2018).

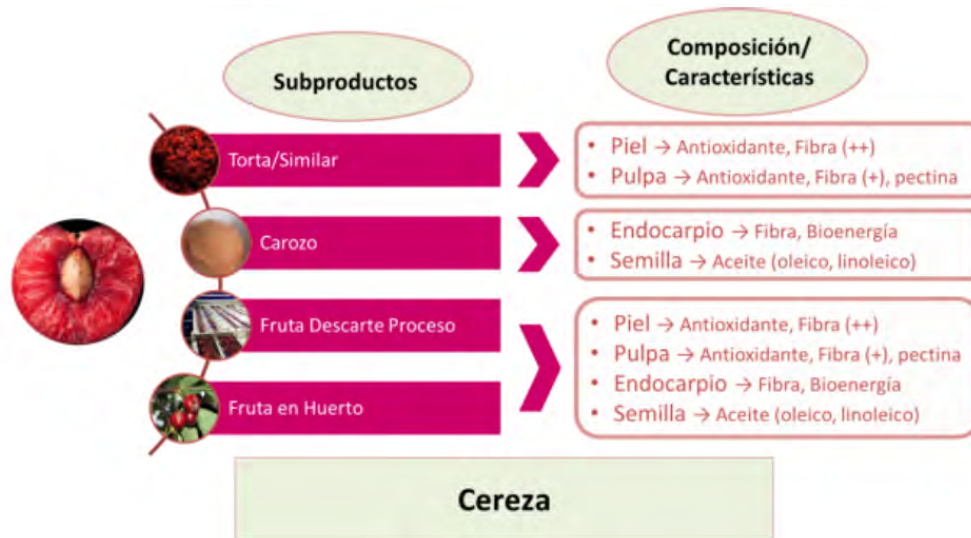


Figura 38: Características de los subproductos de la industria de la cereza.

Desde la perspectiva de las propiedades fisicoquímicas de la pomasa de la cereza ácida, el pH fluctúa entre 2.37 y 2.44, mientras que la actividad de agua entre 0.356 y 0.471. La pomasa es rica en fibra dietética por lo que podría tener un impacto positivo en la salud, especialmente en relación con el funcionamiento del sistema gastrointestinal. El contenido total de fibra dietética en la pomasa se ha determinado 71,4% en base seca, detectándose la siguiente composición: lignina (69,4%), celulosa (18,4%), hemicelulosa (10,7%) y pectina (1,5%). El carozo es otro subproducto del procesamiento de la cereza, especialmente en industria de enlatado y congelado. El carozo corresponde entre 7 y 15% de la fruta entera. Actualmente, se desechan grandes cantidades de este subproducto en plantas de procesamiento.

3.5.1.4 Soluciones para residuos de la industria

La investigación actual respecto a la potencial valorización de los subproductos de la industria de la cereza se centran principalmente en la extracción (Yilmaz, Karaaslan et al. 2015, Wozniak, Marszalek et al. 2016) y encapsulación (Saponjac, Cetkovic et al. 2016, Saponjac, Cetkovic et al. 2017) de antioxidantes y la creación de harina de pomasa para su incorporación en muffins, galletas y otros tipos de productos de panadería (Bajerska, Mildner-Szkudlarz et al. 2016, Gornas, Juhnevic-Radenkova et al. 2016). Respecto al carozo, su composición química revela que podría utilizarse como una fuente de proteínas, fibra dietética, lípidos y polifenoles. La mayoría de los procesos actuales desarrollados se centran en la extracción de aceite. Otros incluyen: relleno en la fabricación de cemento, uso como combustible de calefacción, fertilizante y producción de carbón activado de alta porosidad para tratamiento de aguas contaminadas (Yilmaz, Görgüç et al. 2018).

3.5.2 Contexto Nacional

3.5.2.1 Producción

En Chile se cultivan alrededor de 26.500 ha de cerezas con una producción cercana a las 117.000 T orientadas principalmente a la exportación de fruta fresca (81%). Con respecto a la superficie por región, la superficie plantada de cerezos se extiende desde la Región de Valparaíso hasta la Araucanía, incluyendo la Región de Aysén. En la Región del Maule se concentra la principal zona productora de cerezas, abarcando un total de 12.165 hectáreas, que corresponde al 44,4% de la superficie plantada, seguida por la región del Libertador Bernardo O’Higgins, con alrededor de 9.910 hectáreas. Coincidentemente, la región del Maule tiene la mayor infraestructura de procesamiento, donde casi un tercio de la producción destinada a procesamiento se sulfita (adición de metabisulfito de sodio), con el propósito de conservar previo a industrialización de la materia prima (Figura 39).

3.5.2.2 Mercado

Un elemento distintivo en el consumo de cerezas en Asia, y especialmente en China y Hong Kong, es la predilección por cerezas en un determinado período del año: el Año Nuevo Chino. Durante esta festividad, que por el calendario lunar se celebra en torno a los meses de enero y febrero, es usual el consumo masivo de cerezas, no tan solo por su apetecido sabor, sino por asociarse al rojo con la prosperidad y la fortuna, y la forma redondeada con la perfección. Esta combinación de características vuelve a las cerezas un producto único durante dichas fechas, utilizado ampliamente como obsequio y como elemento importante durante las cenas familiares. La celebración, en medio del invierno del hemisferio norte, coincide de manera precisa con las fechas de producción chilenas ventaja que no poseen los países productores del hemisferio norte (PROCHILE 2017).

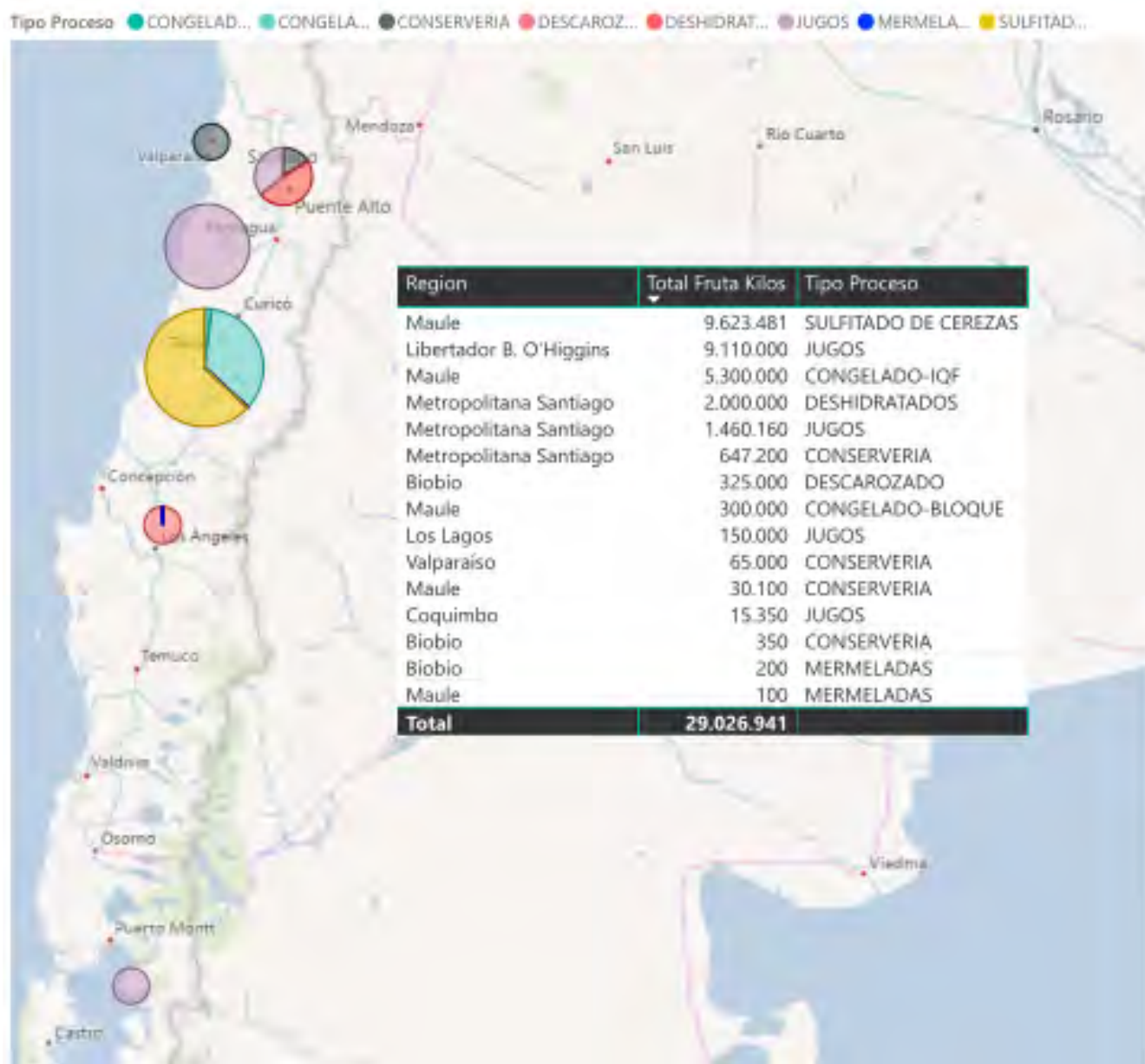


Figura 39 Distribución de la agroindustria procesadora de cerezas en Chile por tipo de procesamiento y volumen procesado Fuente: Catastro Frutícola ODEPA.

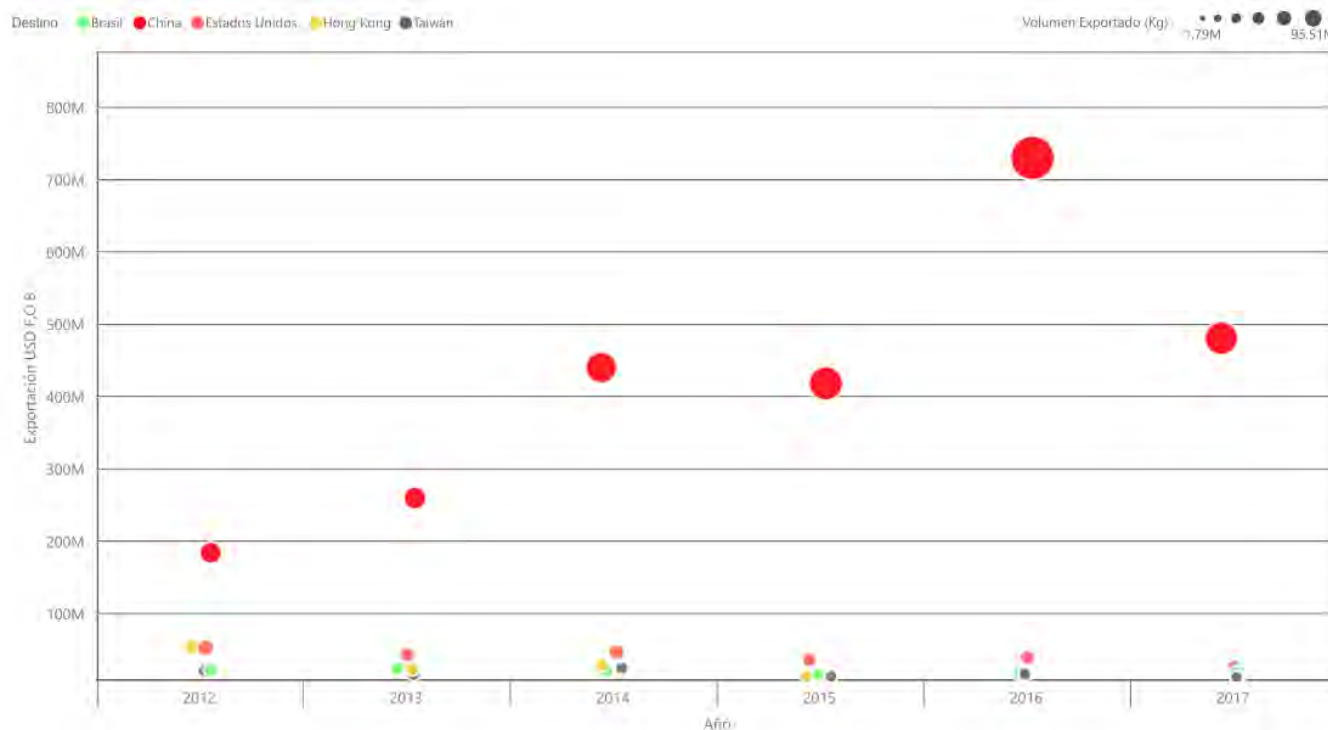


Figura 40: Evolución en el valor total de las exportaciones de cereza chilena (procesadas y frescas) en los 5 destinos principales (2013-2017).

Las importaciones chinas de cereza chilena sobrepasan con creces el resto de los países (Figura 40). Aproximadamente, de los 770 millones de dólares que importó China en el año 2017, 481 millones de dólares correspondieron a importaciones de fruta chilena. En el año 2017 China disminuyó sus importaciones totales respecto al periodo anterior, esto, adicionado a la tardía cosecha de la temporada y al envío expedito a Hong-Kong antes que China, repercutieron en una menor importación de cerezas chilenas. No obstante, de acuerdo con cifras de ODEPA, antes del cierre del año 2018, ya se ha reportado récord histórico de exportaciones de cerezas chilenas a China, por sobre 749 millones de dólares. Hong-Kong es otro mercado donde se espera crecimiento, país donde se ha realizado una importante campaña promocional por parte del estado chileno, de hecho, actualmente más del 80% de las cerezas importadas por ese país provienen de Chile (PROCHILE 2017).

3.5.3 Características generales de la cadena de la cereza en Chile

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2018 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, analizó un total de 7 empresas procesadores de cerezas, a las cuales se les aplicó una encuesta multicanal, además de la recopilación de datos generales respecto de las exportaciones. Del total de empresas analizadas se trabajó con dos empresas que en su conjunto representaban el 16,7% de las exportaciones totales del

sector al año 2016. De este estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como los balances de masa presentados.

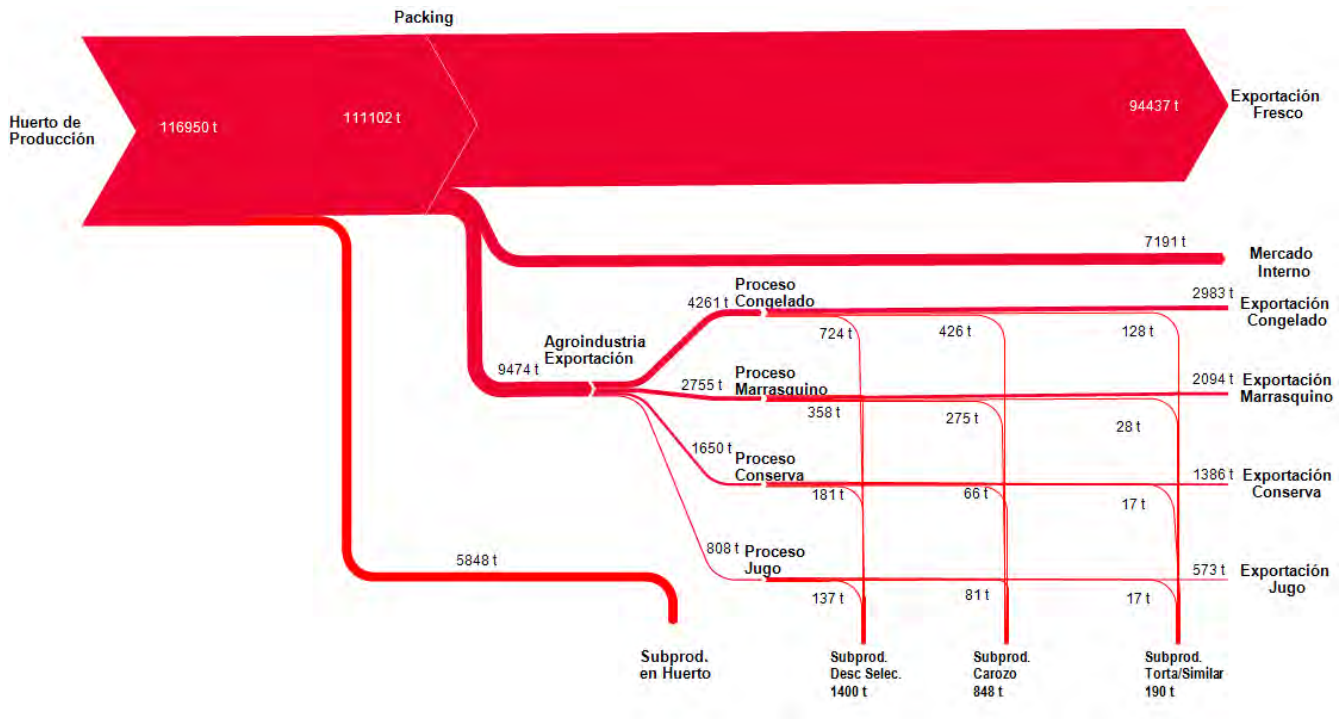


Figura 41: Diagrama de Sankey de la cadena de la cereza en Chile.

Como se observa en el Figura 41 construida con datos del trienio 2015-2017, se elaboran una serie de productos agroindustriales a partir de fruta de descarte de huertos o cosecha y de fruta de descarte que no cumple con los parámetros de calidad y condición de fruta de exportación. Ellos son: cerezas congeladas (3,6% de la producción total), marrasquino (2,4%), en conserva (1,4%) y jugo (0,7%). Asimismo, en el diagrama se aprecia que existe un volumen destinado al mercado interno como fresco de 7.000 t (6,1%).

En el proceso de packing de cerezas de exportación se revisa la calidad y condición de estas. En términos generales, se descarta toda la fruta que posea defectos que afecten su apariencia (golpe de sol, manchas, etc), así como defectos que afectan la fruta en sí (pudrición, herida abierta, partidura, etc). Esta fruta, dependiendo de su calidad y condición, es utilizada en otros procesos agroindustriales (conservas, jugos, entre otros) o destinada a consumo en fresco en el mercado nacional.

Los procesos industriales de elaboración de cerezas que incluyen cerezas al jugo, marrasquino, confitadas, coloreadas, blanqueadas, sulfitadas, pulpas y jugos, generan como principal residuo la fruta de descarte, el carozo (endocarpio y semilla), y la torta (piel más pulpa). Al igual que en el caso de la cadena del arándano, las mayores pérdidas en la cadena se generan a nivel de huerto, donde fruta que

no cumple con los parámetros de calidad y condición para ser exportada en fresco queda en el árbol o cae al suelo (5.850 t, 5%).

Actualmente, los subproductos y descartes que no se utilizan en la elaboración de jugo, se destinan para consumo nacional, son depositados en vertedero o son quemados (pérdida). En algunos casos se utilizan para alimentación animal. Al igual que en otras cadenas analizadas, los residuos requieren algún proceso de estabilización o conservación, posterior a su recolección, dado el contenido de humedad y nutrientes que contienen y facilitan la descomposición.

3.6 Tomate Industrial

3.6.1 Contexto Mundial

3.6.1.1 Producción

La superficie mundial total cultivada de tomate según datos de la FAO del año 2016 fue de 5.8 millones de hectáreas el año 2016. China, India y Nigeria abarcan el 48% de la superficie cultivada (Figura 42) mientras que



Figura 42: Superficie mundial cosechada de tomate (miles de ha) FAOSTAT, 2016.

El año 2016 se produjeron 177 millones de toneladas de tomates, siendo los principales productores son China y la India, aunque en la India el rendimiento promedio está por debajo de los 2,5 kilos kg/m². Esta cantidad contrasta con los rendimientos que los productores consiguen en los Estados Unidos (9,03 kg/m²), España (8,62 kg/m²) y Marruecos (8,08 kg/m²) y en mayor proporción contrasta con el rendimiento holandés se sitúa muy por encima del resto del mundo, con una media de 50,7 kg/m² (Chilealimentos 2018).

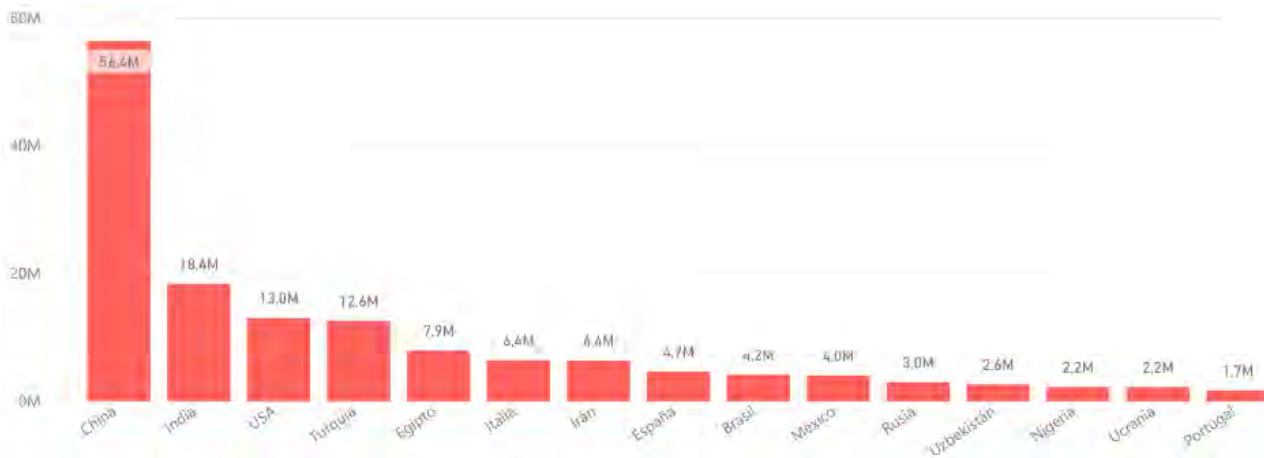


Figura 43: Principales productores de tomates (millones de toneladas) FAOSTAT, 2016.

3.6.1.2 Mercado

El mercado del tomate procesado ha sido testigo de un crecimiento saludable durante dos años consecutivos durante el período 2007-2009, seguido de un período de cinco años (2009-2014) donde los niveles de consumo se mantuvieron estables o experimentaron un descenso. Esto se debió al hecho de que los volúmenes procesados en 2009 superaron el nivel de consumo global y generaron grandes stocks que han continuado alimentando el mercado incluso cuando los volúmenes procesados de los años siguientes disminuyeron considerablemente (Expert Market Research 2017).

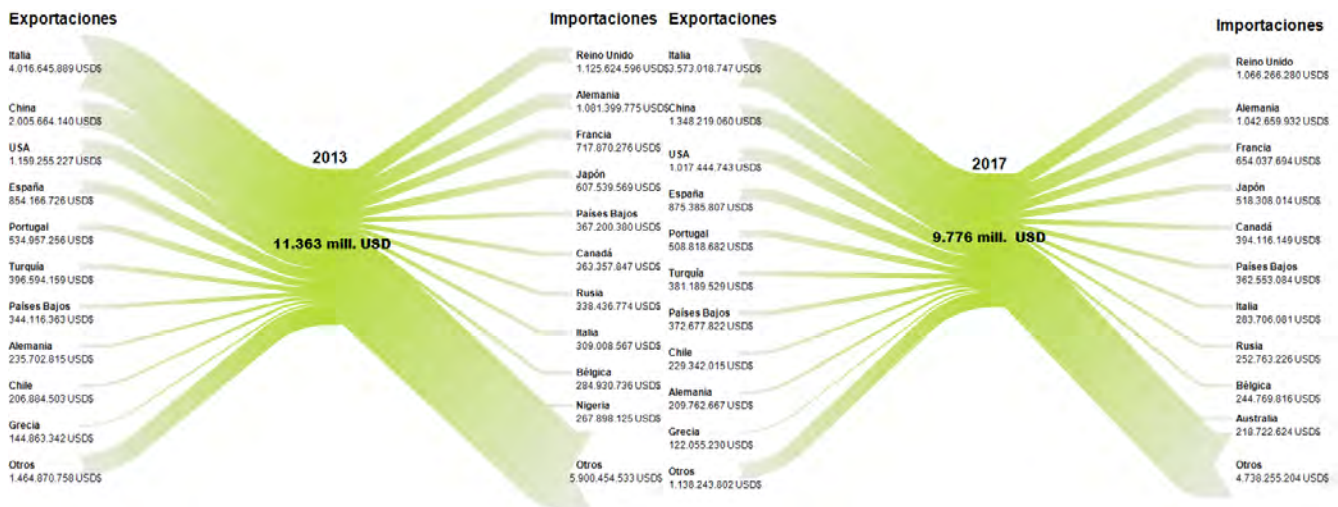


Figura 44 Balanza del comercio internacional del tomate procesado (conserva, pastas, salsas y jugos) año 2013 y 2017.

La Figura 44 representa la balanza comercial de los principales exportadores e importadores de tomate procesado en los años 2013 y 2017. En su conjunto, los 10 primeros países transan 88% y 60% del valor total de las exportaciones e importaciones respectivamente. Al comparar la evolución de las exportaciones en los últimos 5 años es posible comprobar que, solo en tres de ellos ha crecido el valor

de las exportaciones (Chile, España y Holanda), mientras que en los restantes países el valor de las exportaciones ha decrecido a tasas anuales que fluctúan desde -0,8% hasta -7,6 %. De manera similar, las importaciones han decrecido en los principales países importadores, a excepción de Canadá y Australia.

3.6.1.3 Subproductos de la Industria del Tomate

La tomasa corresponde principalmente de cáscara y semilla y está compuesta principalmente por fibra, proteínas y carbohidratos (Del Valle, Cámara et al. 2006). La Tabla 7 sintetiza los valores promedio del análisis proximal de 21 muestras tomasa expresadas en peso seco medidos por Del Valle, Cámara et al. (2006), los autores de ese estudio encontraron alta variabilidad en el contenido de proteínas y grasas de las muestras analizadas, de manera similar a datos publicados de otros estudios.

Tabla 7: Composición de la tomasa.

Tomate	Contenido (base materia seca)
Lípidos	5,9%
Mineral	3,9%
Proteína	19,3%
Azúcares Totales	26,7%
Pectina	7,6%
Fibra	59%

Fuente: Del Valle, Cámara et al. (2006).

En cuanto a composición de interés para valorizar el subproducto, se destaca el contenido de licopeno, pigmento carotenoide con altas cualidades funcionales por su efecto antioxidante y potencialmente beneficioso para la salud. De la misma forma, la semilla del tomate además contiene aceite linolénico y oleico. La tomasa presenta también cantidades significativas de fibra, vitamina A y C.

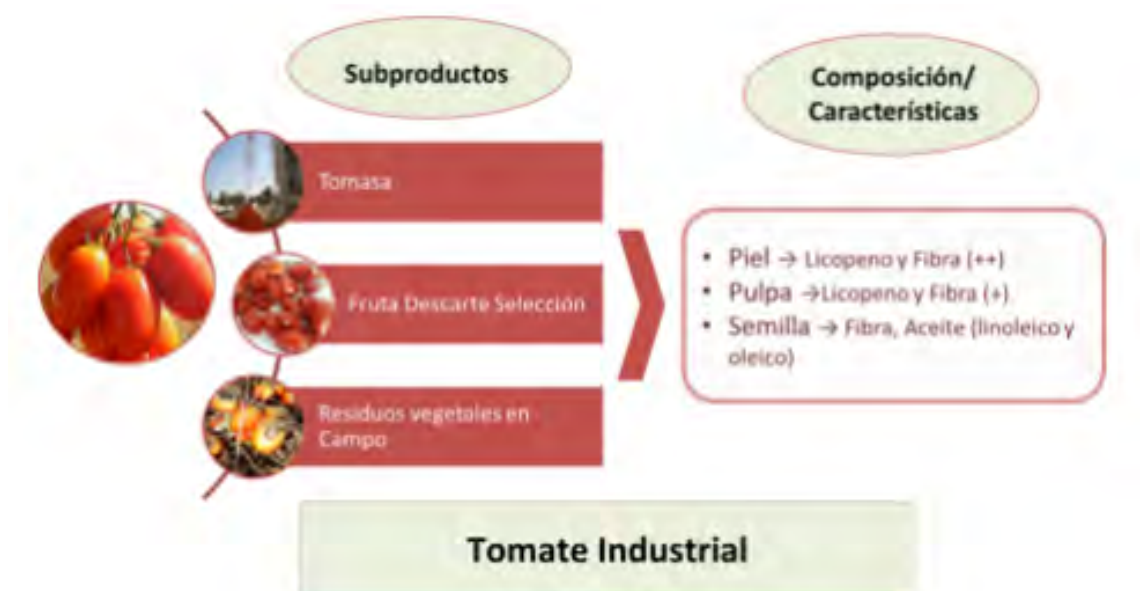


Figura 45 Características de los subproductos de la industria del tomate

3.6.1.4 Soluciones para residuos de la industria

En general, la tomasa consta de aproximadamente 60% de semilla y 40% de piel, se usa como forraje para el ganado o se descarga en vertederos controlados, lo que genera costos sustanciales de transporte, daños ambientales y pérdida de recursos.

Sin lugar a duda el producto más evidente a extraer es el licopeno, carotenoide principal que provee el matiz rojo característico de los tomates. La mayor parte del licopeno se encuentra en la piel y la fracción insoluble en agua. Diversos autores han extraído licopeno de la tomasa, alcanzando rendimientos que varían de 14ug/g a 800ug/g, en su mayoría utilizando extracción con CO₂ supercrítico (Allison and Simmons 2017). El contenido extraíble de licopeno varía según variedad de tomate, método de extracción (incluyendo tiempo y temperatura) y el método de secado de la tomasa (Allison and Simmons 2017). El licopeno se puede usar como colorante en alimentos y bebidas y también como suplemento alimenticio, solo o con otros carotenoides, como el betacaroteno y la luteína.

Investigaciones recientes han indicado que la proteína de harina de semillas de tomate desgrasada presenta la calidad comparable a la de otras proteínas de plantas, lo que inspiró la investigación en la recuperación y utilización de proteína de semilla de tomate. Como se describió con anterioridad, el contenido medio de proteínas de la tomasa es cercana al 20%, mientras que en las semillas de tomate desgrasadas es de 38%, con valores que equivalen a más del doble del contenido encontrado en, por ejemplo, la mayoría de las variedades de trigo, lo que podría ser relevante en la formulación de productos libres de gluten (Szabo, Cătoi et al. 2018).

La fibra, el principal componente de la tomasa, es también puede ser extraída y utilizada para consumo humano. Es así como García Herrera, Sánchez-Mata et al. (2010) consideran que la fibra de la tomasa se puede utilizar como ingrediente alimentario con el propósito de aumentar la ingesta de fibra insoluble en la población. De acuerdo con estos autores, los alimentos a los que se les adicione fibra de tomasa a nivel superior o igual al 3,9% cumplirían con el reglamento europeo (1924/2006), que permite etiquetar bajo la denominación "Fuente de fibra" (más de 3 g 100 g). Estos autores encontraron en la pomasa un contenido de fibra insoluble (726–798 g/kg) mucho más alto que la fibra soluble (44–85 g/kg).

Szabo, Cătoi et al. (2018) reportan recientes estudios de valorización de subproducto de tomates incorporándolos en diversos productos como: salchichas y hamburguesas de carne; pan, pastas y fideos, galletas, aceites de oliva y girasol, mermeladas bajas en calorías, mantequillas y helados.

3.6.2 Contexto Nacional

3.6.2.1 Producción

Según estimaciones del INE, en el año 2016, Chile produjo 859.930 toneladas de tomate industrial, en 9.332 ha, superficie que representa una variación anual del 10% respecto al período anterior. Geográficamente, la producción se concentrada en las regiones O'Higgins y Maule, donde se encuentran las plantas de proceso de los dos principales compradores y procesadores en el país. En cada una de estas regiones de produce aproximadamente 400 mil toneladas.

3.6.2.2 Mercado

El año 2017 Chile exportó 128 mil toneladas de tomate procesado (conserva, jugo y puré), de las cuales aproximadamente el 97% corresponde a puré. Cerca de un 60% del tomate procesado se vende en el mercado latinoamericano donde los compradores más importantes; Argentina, Brasil, Colombia y Venezuela y Asia (principalmente Japón, Tailandia y Corea del Sur) reciben un 15% del total exportado.



Figura 46: Evolución del valor total de las exportaciones de tomate procesado chileno por los 5 destinos principales (2013-2017).

3.6.3 Características generales de la cadena del tomate

En el marco de la iniciativa del estudio de diagnóstico Cero Pérdidas se recogió durante 2018 información sectorial para determinar los flujos de materia prima y dimensionar los subproductos generados, pérdidas y usos actuales dentro de distintas cadenas alimentarias. Este estudio, analizó un total de 4 empresas procesadores de tomate, a las cuales se les aplicó una encuesta multicanal, además de la recopilación de datos generales respecto de las exportaciones. Del total de empresas analizadas se trabajó con una empresa que por si sola procesa el 63,3% de las exportaciones totales del sector al año 2016. De este estudio diagnóstico, se extrajo la información sectorial y productiva, así como los balances de masa presentados.

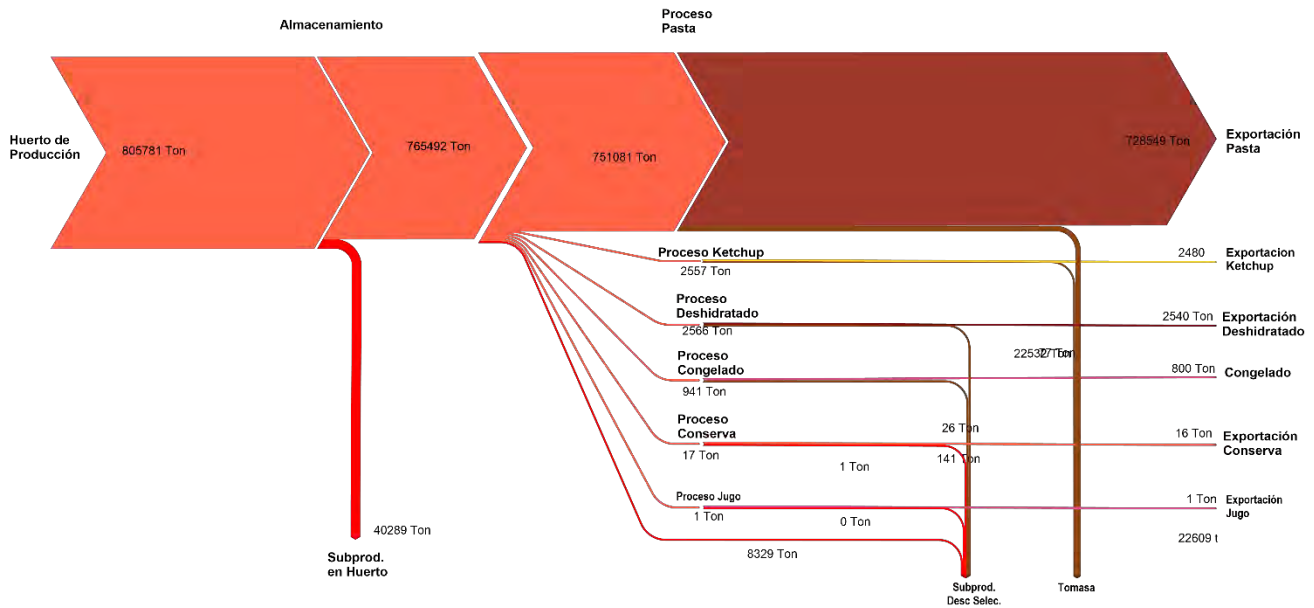


Figura 47: Diagrama de sankey de la cadena del tomate en Chile.

La producción de tomate industrial en Chile se encuentra en su totalidad bajo la modalidad de agricultura de contrato. Al observar el diagrama de la Figura 47, se aprecia que más de un 90% de la materia prima producida se transforma en pasta de tomate, proceso que genera como subproducto principal la tomasa, en un volumen equivalente a 22.532 T de materia prima (2,8%). Dentro de la cadena existen además otros procesos como elaboración de ketchup y salsas (2.480 T), deshidratado (2.540 T), congelado (941 T), conserva (17 T) y jugo (1 T), procesos que también generan subproductos como tomasa y descartes de selección, pero en muy bajos volúmenes. En el proceso de elaboración de pasta concentrada de tomate, los tomates son seleccionados, lavados, molidos y tamizados para extraer la pulpa, la cual es concentrada en evaporadores. El principal residuo es la tomasa, que se origina en el proceso de tamizado, conformado por la piel o cáscara y las semillas del tomate, sin embargo, también se producen pérdidas en el momento de la selección de los tomates. Éstos, generalmente son destinados a otros procesos industriales como la elaboración de ketchup salsa, deshidratados, jugo y conservas, así como también una fracción es destinada al mercado interno. Los residuos vegetales que quedan en el campo corresponden a tallos, hojas y frutos que quedan luego de la cosecha mecanizada y representan un 5% del volumen total de materia prima ingresada a la cadena. Se estima que la fruta dejada en campo es un residuo de difícil recolección, por no existir equipamiento específico para la labor. Teóricamente se podrían adaptar equipamiento de cosecha de forraje ya sea heno o ensilaje, pero no existen registros de su uso en Chile. Por otro lado, el residuo requiere algún proceso de estabilización o conservación (deshidratación, fermentación, etc.), previo o posterior a su recolección, ya que posee alta humedad y azúcares, favoreciendo la descomposición de este. Los usos o destinos actuales del residuo de cosecha de tomate industrial corresponden a elaboración de compost, alimentación animal en forma directa, incorporación al suelo o quema del rastrojo en potrero.

4 Conclusiones

El objetivo principal en la gestión de desperdicios es prevenir completamente, de ser posible, la producción de desechos. En segundo lugar, si no se pueden evitar los desechos, entonces se deben reciclar. Evitar por completo la producción de residuos o reciclar los residuos en la industria alimentaria es extremadamente difícil. Los residuos de esta industria son producto de la extracción o separación de la porción nutricionalmente valiosa de las materias primas. Los restos no utilizados consisten principalmente en material orgánico, pero su uso adicional como fuente de alimento es limitado, ya que posee poco valor nutricional o contiene componentes no comestibles.

Los esfuerzos para prevenir la acumulación de desperdicio de alimentos mientras se asegura la calidad constante del producto pueden realizarse aumentando la eficiencia de producción; sin embargo, el potencial de reducción de residuos, como este estudio ha revelado, es muy limitado.

En términos generales, los subproductos de la industria alimentaria deben procesarse antes de su uso, lo que agrega altos costos a la I+D y, debido a esto, es necesario obtener productos de alto valor agregado para justificar la inversión (Yates, Gomez et al. 2017). Es esencial para la evaluación del potencial aprovechamiento de subproductos tener en cuenta la ubicación geográfica de los productores, intermediarios y compradores. La simbiosis o asociación entre distintas partes interesadas es esencial para mejorar el potencial económico de las industrias que transforman y utilizan los desechos, teniendo en cuenta la sostenibilidad del proceso y evitando el riesgo, por ejemplo, de extracciones con productos químicos tóxicos o procedimientos de alto gasto energético. La biorrefinería debe abordarse teniendo en cuenta una evaluación del ciclo de vida y dando la mayor importancia a la salud de los consumidores.

El inminente crecimiento de la agroindustria chilena, a través del incentivo a producir menos materia prima y más productos con valor agregado, supone el desafío que implicará un incremento en la producción de subproductos y desechos. Lo cual requerirá a su vez, la extensión de la industria procesadora de los subproductos generados. Un problema que surge de la consolidación de ambas industrias es el aumento de la distancia entre los lugares donde se producen y donde se utilizan los desechos, lo implica a un aumento de los costos de logística. Por otra parte, se deben considerar factores limitantes como el relieve y la disposición geográfica norte sur de Chile, además del precio del combustible. Por este motivo, se requiere de un análisis más detallado de logística, por lo que se recomienda la realización de estudios en este ámbito, dado que, la adición de costos asociados al transporte de subproductos puede determinar la viabilidad económica de la siguiente transformación del subproducto, como se detallará en el siguiente capítulo.