



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA EMPRESARIAL

**ANÁLISIS DEL GRADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR
PARA LAS EMPRESAS DEL PROGRAMA ESTRATÉGICO REGIONAL MAULE
ALIMENTA**

Autor: Matías Monsalve Fuentes

Profesor guía: Martin Schaffernicht

Proyecto de memoria para optar al título de INGENIERO INFORMÁTICO EMPRESARIAL

TALCA – CHILE

2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023

Muchas gracias a quienes me han acompañado hasta este momento, desde mi familia, hasta cada una de las personas que han contribuido en mi formación como futuro profesional. Agradezco a mi contraparte Nadia Rojas y Cristina Bórquez representante del Programa estratégico regional Maule alimenta por la colaboración y gran experiencia al realizar esta investigación. También agradezco a los profesores del módulo de tesis y a mi profesor guía Martin Schaffernicht por ayudarme a proseguir la investigación que comencé con el profesor Johannes Lorenz Hartwig a quien también agradezco por su aporte en a este proyecto.

Índice de contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO	3
RESUMEN	10
SUMMARY	11
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	15
2.1. ECONOMÍA CIRCULAR	15
2.2. AGROINDUSTRIA Y ECONOMÍA CIRCULAR	19
2.3. AGROINDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA DE CHILE Y EL MAULE	25
2.4. EVALUACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	35
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	40
3.1. HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
3.2. CASO DE ESTUDIO.	44
3.3. ASPECTOS CONSIDERADOS RESPECTO AL ANÁLISIS DEL GRADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	46
3.4. DISEÑO INVESTIGACIÓN.....	52
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	53
4.1. INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR	53
4.3. REPORTE ECONOMÍA CIRCULAR.	60
CAPÍTULO 5: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	78

Índice de figuras

FIGURA 1:RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA ECONÓMICO Y LOS LIMITES AMBIENTALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "OPERATIONAL PRINCIPLES OF CIRCULAR ECONOMY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: LINKING THEORY AND PRACTICE", SUAREZ, 2019.	16
FIGURA 2: VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS BÁSICOS POR REGIONES DEL MUNDO (EN MILLONES DE TONELADAS). ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012.	20
FIGURA 3: "DESPERDICIO Y PERDIDA DE ALIMENTOS PER CÁPITA" (KG/AÑO). ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012.....	21
FIGURA 4: PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS DE CEREALES EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012. ...	22
FIGURA 5: PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012.	22
FIGURA 6:PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS DE OLEAGINOSAS Y LEGUMBRES EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012.	23
FIGURA 7: PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO – ALCANCE, CAUSAS Y PREVENCIÓN". FAO. 2012.	23
FIGURA 8: VOLUMEN EXPORTADO EN EL AÑO 2020 Y 2021 (TON). ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN " BOLETÍN DE LA FRUTA AÑO 2022". ODEPA 2022.....	25
FIGURA 9: VALOR EXPORTADO EN EL AÑO 2020 Y 2021 (TON). ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN " BOLETÍN DE LA FRUTA AÑO 2022". ODEPA 2022.....	26
FIGURA 10: VOLUMEN (KG) POR PAÍS AÑO 2020 Y 2021. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA AÑO 2022". ODEPA 2022.....	27
FIGURA 11: VOLUMEN EXPORTADO POR REGIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.....	28

FIGURA 12: EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA REGIÓN DEL MAULE 2004-2021. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	30
FIGURA 13: REGIONES MÁS PRODUCTIVAS DEL PAÍS EN EL SECTOR FRUTÍCOLA (TONELADAS). ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	31
FIGURA 14: SUPERFICIE FRUTÍCOLA DE LA REGIÓN DEL MAULE 2021. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	31
FIGURA 15: VOLUMEN EXPORTADO (TONELADAS) DE FRUTAS FRESCAS Y FRUTOS SECOS EN LA REGIÓN DEL MAULE. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	33
FIGURA 16: VOLUMEN EXPORTADO (TONELADAS) DE FRUTAS Y HORTALIZAS PROCESADA EN LA REGIÓN DEL MAULE. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	33
FIGURA 17: VALOR EXPORTADO (USD FOB) DE FRUTAS FRESCAS Y FRUTOS SECOS EN LA REGIÓN DEL MAULE. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	34
FIGURA 18: VALOR EXPORTADO (USD FOB) DE FRUTAS Y HORTALIZAS PROCESADA EN LA REGIÓN DEL MAULE. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "BOLETÍN DE LA FRUTA 2022". ODEPA. 2022.	34
FIGURA 19. VARIABLES DE INTERÉS RELACIONADAS AL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "MEDICIÓN DE LA CIRCULARIDAD EN ORGANIZACIONES: REVISIÓN DE HERRAMIENTAS Y CASO DE APLICACIÓN. VALLS-VAL, ET AL. 2021.	46
FIGURA 20. VARIABLES DE INTERÉS RELACIONADAS AL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "MEDICIÓN DE LA CIRCULARIDAD EN ORGANIZACIONES: REVISIÓN DE HERRAMIENTAS Y CASO DE APLICACIÓN. VALLS-VAL, ET AL. 2021.	47
FIGURA 21. VARIABLES DE INTERÉS RELACIONADAS AL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "MEDICIÓN DE LA CIRCULARIDAD EN ORGANIZACIONES: REVISIÓN DE HERRAMIENTAS Y CASO DE APLICACIÓN. VALLS-VAL, ET AL. 2021.	47
FIGURA 22. VARIABLES DE INTERÉS RELACIONADAS AL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "MEDICIÓN DE LA CIRCULARIDAD EN ORGANIZACIONES: REVISIÓN DE HERRAMIENTAS Y CASO DE APLICACIÓN. VALLS-VAL, ET AL. 2021.	48
FIGURA 23. INDICADORES PARCIALES PARTE 1. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN INDICADORES OBTENIDOS POR LAS ORGANIZACIONES.	57
FIGURA 24. INDICADORES PARCIALES PARTE 2. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN INDICADORES OBTENIDOS POR LAS ORGANIZACIONES.	57

FIGURA 25. INDICADORES GLOBALES. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN INDICADORES OBTENIDOS POR LAS ORGANIZACIONES DEL CASO DE ESTUDIO.	59
FIGURA 26. ASPECTOS DE INTERES PARA CAPACITACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RESPUESTAS FORMULARIO.	67
FIGURA 27. CRITERIOS DE INTERES PARA CAPACITACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RESPUESTAS FORMULARIO.	67
FIGURA 28. INVITACIÓN PARA LA PARTICIPACIÓN DE ESTE ESTUDIO. ELABORACIÓN PROPIA.	78

Índice de tablas

TABLA 1:NIVELES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN LOS DOCUMENTOS DE PRIETO, ET AL., 2018; KIRCHHERR, ET AL., 2017; YUAN, BI, Y MORIGUICHI, 2006.....	17
TABLA 2: CATASTRO AGROINDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA CHILENA 2012. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA AGROINDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA CHILENA", ODEPA 2012.....	29
TABLA 3.MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD UTILIZADOS EN ECOLOGÍA INDUSTRIAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ADAPTADO DE "DO WE NEED A NEW SUSTAINABILITY ASSESSMENT METHOD FOR THE CIRCULAR ECONOMY", WALZBERG, ET AL. 2021.	35
TABLA 4.MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LAS CIENCIAS DE SISTEMAS COMPLEJOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ADAPTADO DE "DO WE NEED A NEW SUSTAINABILITY ASSESSMENT METHOD FOR THE CIRCULAR ECONOMY", WALZBERG, ET AL. 2021.	36
TABLA 5.HERRAMIENTAS DIGITALES PARA EVALUAR LA ECONOMÍA CIRCULAR EN SUS DISTINTOS NIVELES DE IMPLEMENTACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "HOW CAN ORGANISATIONS MEASURE THEIR LEVEL OF CIRCULARITY? A REVIEW OF AVAILABLE TOOLS", VALLS-VAL, ET AL. 2022.	38
TABLA 6. HERRAMIENTAS DIGITALES PARA OBTENER INFORMACIÓN A NIVEL MICRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "HOW CAN ORGANISATIONS MEASURE THEIR LEVEL OF CIRCULARITY? A REVIEW OF AVAILABLE TOOLS", VALLS-VAL, ET AL. 2022.	40
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS HERRAMIENTAS DIGITALES PARA OBTENER INFORMACIÓN A NIVEL MICRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN "HOW CAN ORGANISATIONS MEASURE THEIR LEVEL OF CIRCULARITY? A REVIEW OF AVAILABLE TOOLS", VALLS-VAL, ET AL. 2022.....	41
TABLA 8. INDICADORES ESPERADOS HERRAMIENTAS DIGITALES. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SELECCIONADAS.	42
TABLA 9. ESTRUCTURA REPORTE ECONOMÍA CIRCULAR ESPERADO. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN REPORTE DE HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SELECCIONADAS.....	42
TABLA 10. ESCALA DE EVALUACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN ESCALA DE EVALUACIÓN DE HERRAMIENTA INEDIT.....	43
TABLA 11. ESCALA HERRAMIENTA CIRCULARTRANS. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN ESCALA DE RESULTADOS HERRAMIENTA CIRCULARTRANS.....	43

TABLA 12. DISTRIBUCIÓN ORGANIZACIONES CASO DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. BASADO EN INFORMACIÓN PROVISTA POR EL PROGRAMA ESTRATÉGICO REGIONAL MAULE ALIMENTA.....	44
TABLA 13. LISTADO CÓDIGO INTERNO, NOMBRE, ACTIVIDAD, ÁREA Y CARGO DE LAS EMPRESAS DE LA AGROINDUSTRIA INVITADAS A PARTICIPAR EN EL ESTUDIO ASOCIADAS AL PER-MAULE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. BASADO EN INFORMACIÓN PROVISTA POR LAS ORGANIZACIONES PERTENECIENTES AL PROGRAMA ESTRATÉGICO REGIONAL MAULE ALIMENTA.....	XLV
TABLA 14. INFORMACIÓN PREGUNTAS HERRAMIENTA DIGITAL. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN PREGUNTAS HERRAMIENTA DIGITAL INEDIT.	49
TABLA 15. INFORMACIÓN PREGUNTAS HERRAMIENTA DIGITAL. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN PREGUNTAS HERRAMIENTA DIGITAL CIRCULARTRANS.....	50
TABLA 16. INDICADOR HERRAMIENTA INEDIT. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RESULTADOS HERRAMIENTA DIGITAL INEDIT.....	53
TABLA 17. INDICADORES PARCIALES ESPERADOS. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RESULTADOS CIRCULARTRANS.....	54
TABLA 18. INDICADOR GLOBAL NIVEL DE MADUREZ. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESULTADOS CIRCULARTRANS.....	54
<i>TABLA 19. INDICADORES PARCIALES EXTRAPOLADOS. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESULTADOS HERRAMIENTAS DIGITALES.</i>	<i>55</i>
TABLA 20. INDICADOR GLOBAL NIVEL DE MADUREZ EXTRAPOLADOS. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESULTADOS HERRAMIENTAS DIGITALES.....	55
<i>TABLA 21. COMPARATIVA RESULTADOS ESCALA COMÚN DEL 1 AL 100. ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESULTADOS HERRAMIENTAS DIGITALES.....</i>	<i>56</i>
TABLA 22. COMPARATIVA INDICADORES GLOBALES CON ESCALA COMÚN DEL 1 AL 100.ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN RESULTADOS HERRAMIENTAS DIGITALES.	56
TABLA 23. ANÁLISIS DATOS GRÁFICOS INDICADORES FIGURA 23. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN INDICADORES ORGANIZACIONES CASO DE ESTUDIO.	58
TABLA 24. INTERPRETACIÓN INDICADORES GLOBALES FIGURA 25. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN INDICADORES OBTENIDOS.	59
TABLA 24. ESTRUCTURA REPORTE ECONOMÍA CIRCULAR. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN REPORTES GENERADOS POR HERRAMIENTAS DIGITALES.	60
TABLA 26. ASPECTOS PARA FORTALECER PARTE 1. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RECOMENDACIONES HERRAMIENTA DIGITAL.....	61
TABLA 26. ASPECTOS PARA FORTALECER PARTE 2. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN RECOMENDACIONES HERRAMIENTA DIGITAL.....	62
TABLA 28. PERCEPCIÓN DE CONTEXTO EXTERNO PARTE 1. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN REPORTE HERRAMIENTAS DIGITALES.....	63
TABLA 29. PERCEPCIÓN DE CONTEXTO EXTERNO PARTE 2. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN REPORTE HERRAMIENTAS DIGITALES.....	64

TABLA 30. ASPECTOS PARA MEJORAR PARTE 1. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN
REPORTE HERRAMIENTA DIGITAL INEDIT.....65

TABLA 31. ASPECTOS PARA MEJORAR PARTE 2. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN
REPORTE HERRAMIENTA DIGITAL INEDIT.....66

TABLA 31. PREGUNTAS INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
CIRCULARTRANS. ELABORACIÓN PROPIA BASADO EN HERRAMIENTA
CIRCULARTRANS.79

Resumen

Pese a que la investigación respecto a la economía circular es amplia, aún existe bajo conocimiento respecto a este concepto y su implementación en las organizaciones, en especial en las organizaciones pertenecientes a la agroindustria. Por lo que en este trabajo se estudió el análisis del grado de implementación de la economía circular en las empresas agroindustriales pertenecientes al programa estratégico regional Maule Alimenta ubicadas en la región del Maule, Chile. Dadas las características de esta investigación, esta investigación fue planteada desde el nivel micro de investigación e implementación de la economía circular. Se utilizó como método para el análisis de la implementación de la economía circular a nivel micro el uso de herramientas digitales de diagnóstico validadas en la literatura, dada las características del sector agroindustrial y debido a las variables de interés en que se enfocan estas herramientas como la sustentabilidad, las etapas del ciclo de vida, el interés en el producto y servicio, entre otras.

Se invitó a participar a 8 empresas agroindustriales hortofrutícola y de alimentos ubicadas en la región las cuales pertenecen al PER-Maule Alimenta. Cada empresa designó a un encargado con experiencia en el área para responder el cuestionario de 90 preguntas correspondientes a las preguntas requeridas por las herramientas digitales para realizar la evaluación. Estas herramientas digitales para el diagnóstico de la economía circular proporcionaron los resultados y descubrimientos de la investigación. Los resultados obtenidos pueden ser interpretado como un punto de partida para determinar el grado de implementación de la economía circular a través de los indicadores globales de carácter cualitativo. Las empresas del caso de estudio obtuvieron puntajes sobre el nivel básico y operativo en la mayoría de los indicadores, observando diferencias leves en algunos indicadores dependiendo el área o rubro en el que pertenece la organización.

Summary

Although the research regarding the circular economy is extensive, there is still low knowledge regarding this concept and its implementation in organizations, especially in organizations belonging to agroindustry. Therefore, in this work, the analysis of the degree of implementation of the circular economy in the agro-industrial companies belonging to the Maule Alimenta regional strategic program located in the Maule region, Chile, was studied. Given the characteristics of this research, this research was raised from the micro level of research and implementation of the circular economy. The use of digital diagnostic tools validated in the literature was used as a method for the analysis of the implementation of the circular economy at the micro level, given the characteristics of the agro-industrial sector and due to the variables of interest on which these tools focus, such as sustainability, life cycle stages, interest in the product and service, among others.

8 agro-industrial fruit and vegetable and food companies located in the region, which belong to PER-Maule Alimenta, were invited to participate. Each company appointed a person in charge with experience in the area to answer the 90-question questionnaire corresponding to the questions required by the digital tools to carry out the evaluation. These digital tools for diagnostics of the circular economy provided the results and findings of the research. The results obtained can be interpreted as a starting point to determine the degree of implementation of the circular economy through global indicators of a qualitative nature. The companies in the case study obtained scores on the basic and operational level in most of the indicators, observing slight differences in some indicators depending on the area or category in which the organization belongs.

Capítulo 1: Introducción

La economía circular establece una opción al modelo lineal de producir, consumir, desechar. Es un sistema económico el cual busca aprovechar y darle valor a la materia prima, productos y recursos, cerrando ciclos en los ecosistemas y minimizando el desperdicio de residuos (Cerdá, Khalilova, 2016; Ellen MacArthur, 2015). Con la publicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ha incrementado el interés y la urgencia de investigar respecto a la adopción de modelos de economía circular, donde para cumplir estos ODS, es de suma importancia la transición hacia modelos económicos sostenibles y circulares (Da Costa, 2022; Esposito, et al., 2020).

En este contexto, la agricultura y el sector de alimentos procesados, sectores intrínsecamente relacionados, desempeñan un rol determinante en el uso y preservación sostenible de los recursos naturales donde tanto la reutilización, valorización de recursos y la reducción en el desperdicio de alimentos son fundamentales (Aznar-Sánchez, et al., 2020). Para facilitar la transición hacia modelos económicos sostenibles es de importancia que las industrias tengan una visión clara de la economía circular (Saidani, et al., 2019).

Chile se encuentra entre los principales exportadores de alimentos procesados del hemisferio sur gracias a sus favorables condiciones edafoclimáticas para la producción de frutas y hortalizas, al compromiso público, privado, académico y a su gran reputación de proveer productos de calidad que cumplen altos estándares internacionales de calidad (Odepa, 2020). En este sentido, la región del Maule es gran contribuyente de estos hechos, contando con alrededor de 76.000 hectáreas plantadas de frutales, gran capital humano disponible y centros de investigación y desarrollo, además de asociaciones a nivel nacional y regional que integran a las organizaciones de la región como Chilealimentos y Maule Alimenta, siendo fundamental para Chile y su inmersión en potenciales mercados internacionales (Competitiveness, 2015; Odepa, 2019).

La presente investigación se realiza a través del enlace entre la Unidad de Formulación y Monitoreo de Proyectos de la Universidad de Talca y el programa estratégico regional para la agroindustria Maule Alimenta (PER-Maule Alimenta), buscando contribuir respecto a la economía circular en las empresas agroindustriales de alimentos procesados hortofrutícolas pertenecientes al PER-Maule a través del análisis del grado de implementación de la economía circular, contribuyendo además con el cumplimiento de los objetivos del PER-Maule alimenta respecto al cambio estratégico de las empresas hacia una económica circular y gestión sustentable el cual busca incorporar acciones en torno a la económica circular, permitiendo a través del análisis de circularidad visibilizar el estado actual, las brechas y los avances de las organizaciones en la transición a la economía circular.

- **Objetivos**
- **Objetivo general**

El objetivo general de la investigación es:

- Analizar el grado de implementación de la economía circular para las empresas del Programa Estratégico Regional Maule Alimenta.
- **Objetivos específicos**

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- Revisar literatura y construir marco teórico.
- Diseñar la metodología para recolectar información respecto a la economía circular.
- Validar el método de recolección de información por las partes interesada del PER-Maule Alimenta.
- Aplicar la metodología al caso de estudio y analizar resultados.
- Plasmar los resultados de la investigación y desarrollar las conclusiones de la investigación.

- Estructura general

Esta investigación está estructurada de la siguiente manera:

Capítulo 1. Introducción: Busca contextualizar al lector con el tema, presenta los objetivos de la investigación y la estructura general de la investigación.

Capítulo 2. Marco teórico: Se explican los conceptos centrales y principios teóricos de la investigación buscando una mejor comprensión del problema presentado a través de la revisión de la literatura existente sobre el tema.

Capítulo 3. Metodología: Abarca el marco metodológico de la investigación, el cual aborda el tipo, el procedimiento y la metodología que se utilizó para desarrollar el tema.

Capítulo 4. Resultados y descubrimientos: Se ejecuta la investigación planteada en la metodología, plasmando el desarrollo del objetivo general y los objetivos específicos.

Capítulo 5. Discusiones y conclusiones: Se presentan las discusiones y conclusiones de la investigación dado los resultados obtenidos.

Capítulo 2: Marco teórico

El presente capítulo busca enmarcar la investigación a partir de la introducción de determinados conceptos en materia de la economía circular y su implementación en empresas agroindustriales de alimentos procesados hortofrutícolas.

Todas las definiciones que se desarrollan a continuación tienen como objetivo facilitar la comprensión del concepto de la economía circular, sus niveles de implementación a nivel micro, meso y macro, su relación con la agroindustria, el sector agroalimentario y el sector hortofrutícola local además de la importancia de evaluar el grado de implementación de la economía circular en las empresas.

2.1. Economía circular

En el ámbito de la literatura, Kirchherr, et al. (2017) analizaron 114 definiciones del concepto economía circular, llegando a una definición la cual describe la economía circular como un "sistema económico que se basa en modelos de negocios que reemplazan el concepto de fin de vida útil con la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en los procesos de producción, distribución y consumo" (p. 4).

Este modelo proporciona orientación para el desarrollo sostenible, se centra en optimizar la productividad de los recursos y en la ecoeficiencia de una manera integral (Hu, et al., 2011), busca integrar el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental, basándose en nuevas prácticas y desarrollos tecnológicos (Park, Sarkis y Wu, 2010).

Como plantea Cerdá et al. (2016), la economía circular constituye una alternativa al modelo lineal de extraer, producir, consumir, desechar. A diferencia de la economía lineal, la economía circular busca ser un sistema económico sostenible donde el crecimiento económico se desvincula del uso de los recursos, a través de la reducción y recirculación de los recursos naturales (Corona, et al., 2019). Prieto, et. al

(2018) y Suarez (2019) muestran en sus estudios el paso del tiempo del modelo lineal desde sus inicios gracias a la innovación científica y tecnológica durante la revolución Industrial del siglo XVII, pero las cuales no eran conscientes o ignoraban las limitaciones ambientales y el daño a largo plazo que causaba a la sociedad, donde el modelo lineal con el crecer de la economía y la sociedad sobrepasa los límites ambientales. La Figura 1 a continuación muestra dicha información.

Figura 1. Relación entre el sistema económico y los límites ambientales.

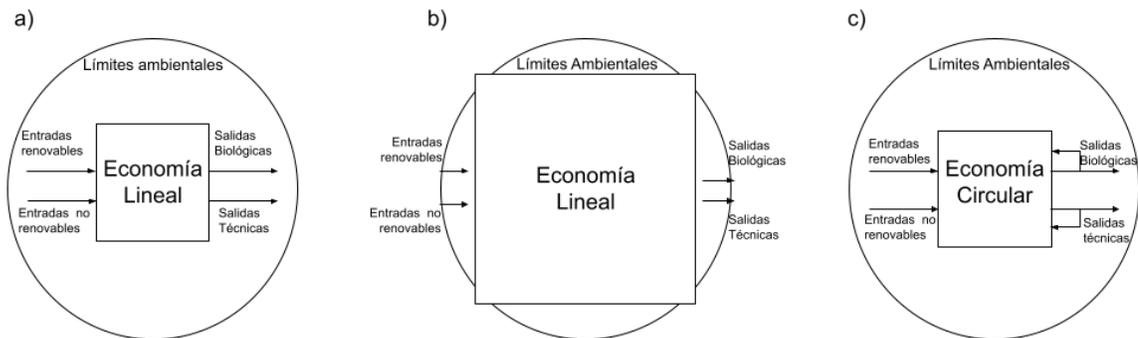


Figura 1: Relación entre el sistema económico y los límites ambientales. Fuente: elaboración propia basado en "Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice", Suarez, 2019.

Suarez (2019), muestra la relación entre los límites ambientales global con el modelo de economía lineal, respecto a los recursos naturales extraídos (entradas) y los desechos producidos (salidas), donde:

- (a) Representa el sistema de economía lineal en el pasado, donde la economía lineal era factible con los límites ambientales.
- (b) Representa el sistema económico actual, donde la economía lineal sobrepasa los límites ambientales términos de consumo y extracción.
- (c) Representa los objetivos de la economía circular ajustando la economía con los límites ambientales.

Las salidas biológicas y salidas técnicas son enmarcadas dentro de la categoría de nutrientes biológicos, Leube (2017) describe a la salida biológica como materia prima que puede reincorporarse al sistema mediante procesos biológicos como el

compostaje y a las salidas técnicas como residuos derivados de plástico, metal, entre otros. En una economía circular el objetivo es que estos nutrientes biológicos sean valorados y reaprovechados la mayor cantidad de veces posibles.

Cuando se habla de modelos lineales y circulares, conocer el concepto de ecología industrial es relevante, definido por (Erkman, 2003, como se citó en Sosa, et al., 2009) describe a esta como “un área de conocimiento que busca transformar el modelo lineal de los sistemas productivos a modelos cíclicos, buscando un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales” (p. 3). La ecología industrial está fuertemente ligada a la economía circular, ya que contempla dentro de su definición los conceptos simbiosis industrial, parques ecos industriales, sinergia y conceptos relacionados con la sostenibilidad (Torre-Marín, et al., 2009).

La economía circular representa un cambio de paradigma en la forma en que la sociedad humana se interrelaciona con la naturaleza facilitando el desarrollo sostenible y se caracteriza por tres niveles diferentes de investigación e implementación: micro, meso y macro (Prieto, et al., 2018; Kirchherr, et al., 2017; Yuan, Bi, y Moriguichi, 2006). La tabla 1 a continuación desglosa dichos niveles de implementación y el segmento que abarcan.

Tabla 1: Niveles de implementación de la economía circular. Fuente: elaboración propia basado en los documentos de Prieto, et al., 2018; Kirchherr, et al., 2017; Yuan, Bi, y Moriguichi, 2006.

Nivel de implementación	Abarca
Micro	Productos ,empresas, consumidores.
Meso	Parques eco industriales, agentes económicos.
Macro	Gobiernos, naciones, regiones, ciudades.

En el nivel micro o de primer nivel, las empresas individuales pueden diseñar sus productos en función de la disponibilidad de materia prima (Masi, et al., 2018). Este nivel es particularmente relevante, dado el papel central de las empresas en llevar a cabo la transición a una economía circular (Lindgreen, et al., 2021). Este nivel se centra en generar acciones en torno al diseño del producto orientada a la mejora ambiental y a las estrategias de producción limpia, incentiva a las empresas a realizar auditorías de producción limpia y como sucede en Países como China, divulgar públicamente su información sobre su desempeño ambiental para que el público pueda monitorear su funcionamiento (Yuan, et al., 2006; Cerdá, et al., 2016)

El nivel meso o de segundo nivel es abordado ocasionalmente en la literatura, por lo que esta mucho menos definido en contraste con los términos macro y micro, que son bien conocidos en economía (Alaerts, et al., 2019). El principal objetivo del nivel meso es fomentar el desarrollo de parques y redes eco industriales que beneficiarán tanto a la economía regional como al entorno natural (Yuan et al.,2006).

El nivel macro o de tercer nivel, está integrado entre las perspectivas meso y micro, estas perspectivas permiten abarcar un mayor grado de circularidad, a través de sinergias de estas perspectivas (Geisendorf y Pietrulla, 2018). En el nivel macro el desarrollo de la eco-ciudad, el eco-municipio o la eco-provincia es uno de los conceptos y movimientos ambientales más destacados, en este nivel tanto la producción como el consumo sostenible son elementos claves (Yuan, et al., 2006). Las empresas también están limitadas por el precio de la materia prima en el nivel macro donde la oferta y la demanda determinarán un precio de mercado. Las políticas de gobierno también influyen en los precios y la materia prima (Masi, et al., 2018).

2.2. Agroindustria y economía circular

En el año 2020 los sistemas agroalimentarios produjeron sobre 11.000 millones de toneladas de alimentos (FAO, 2021). Diversas proyecciones esperan que la población mundial llegue cerca de 9.000 millones de personas para 2030 y para el 2050 alcance los 10.000 millones de personas. Esto ejerce una gran presión sobre los recursos naturales para satisfacer las futuras demandas de los consumidores (Odepa, 2019; Lacy, et al., 2020).

El continuo crecimiento de la población mundial y el aumento del consumo por parte de la sociedad, impulsan la demanda mundial de alimentos, por lo que la actividad agrícola debe estar en constante expansión para mantener el ritmo a las demandas de la población (Toop, et al., 2017). Para mantener esta expansión el sector agroalimentario debe enfrentar las externalidades que van desde la escasez de recursos como el uso de suelo, el consumo de agua, la generación de gases invernadero, la pérdida de alimento y generación de desechos (ODEPA, 2019).

El posicionamiento de la economía circular es de suma importancia en el sector de agroalimentario, Esposito, et al. (2019), comenta que dada las proyecciones futuras, la mayor demanda de alimentos ocurrirá bajo condiciones de limitación de suelo, limitaciones respecto al agua disponible y bajo los efectos del cambio climático. Por lo que es imperativo cambios y adaptaciones en la forma de producir, buscando una producción sustentable hacia una economía circular.

A pesar de las externalidades que afectan al sector agroalimentario, siempre se ha caracterizado por avanzar hacia objetivos sustentables y ofrecer respuesta a las exigencias de los consumidores (García-Baquero, 2020). En el caso del sector agroalimentario, se espera una mayor demanda de productos orgánicos, una reducción en la pérdida y desperdicio de alimentos (CEPAL, 2019).

La reducción y pérdida de alimentos se consideran variables ampliamente importantes al momento de aumentar la eficiencia del sistema alimentario, mejorar la seguridad alimentaria, reducir los costos de producción y contribuir a la sostenibilidad

ambiental (FAO, 2019). Respecto a la producción mundial de alimentos, (FAO 2012) muestra el volumen de producción de las regiones en el mundo. La Figura 2 a continuación muestra dicha información.

Figura 2. Volumen de producción de productos básicos por regiones del mundo.

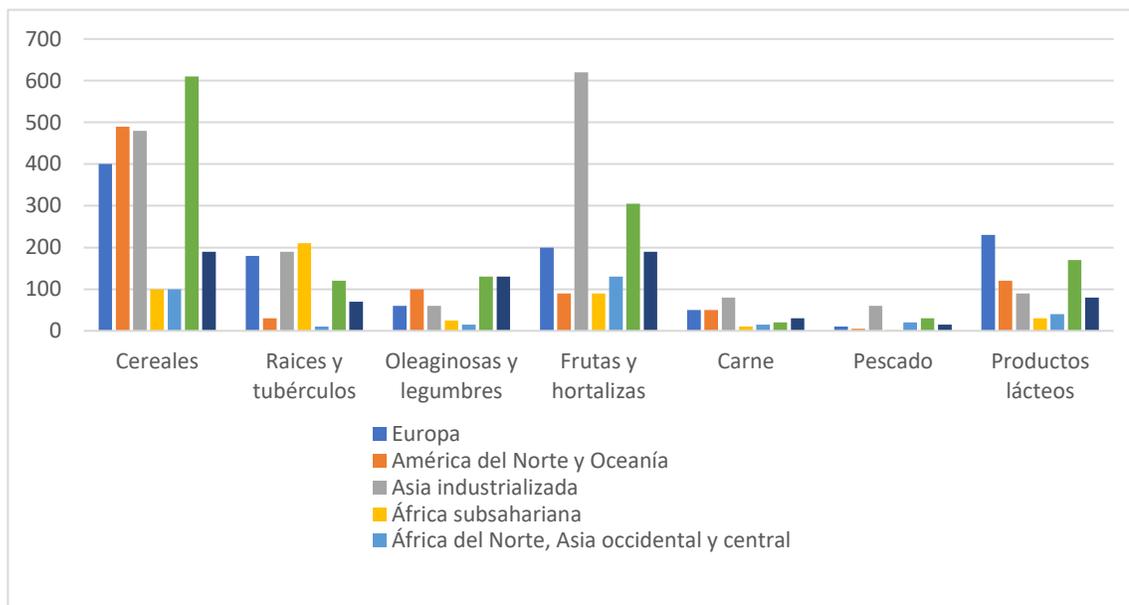


Figura 2: Volumen de producción de productos básicos por regiones del mundo (en millones de toneladas). Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Este gráfico permite apreciar la productividad de las regiones del mundo respecto a las distintas categorías de productos, destacando a Europa, Asia, América como regiones que producen gran cantidad de recursos, África por su parte produce mucho menos si se contrasta con las demás regiones del mundo.

Dada las grandes cantidades de alimento que se produce a nivel mundial, la atención a la pérdida y el desperdicio de alimentos es de importancia. Esta atención se ve reflejada en los ODS, en específico en la meta 12, la cual habla de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles fomentando el uso eficiente de los recursos (CEPAL, 2019). En específico, la Meta 12.3 "exige reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita y reducir la pérdida de alimentos a lo largo

de las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha” (FAO, 2019, p. 2).

El estudio de FAO (2012) muestra el desperdicio y pérdida de alimentos per cápita (kg/año) en las diferentes regiones del mundo. La Figura 3 a continuación presenta la información mencionada.

Figura 3. Desperdicio y pérdida de alimentos per cápita.

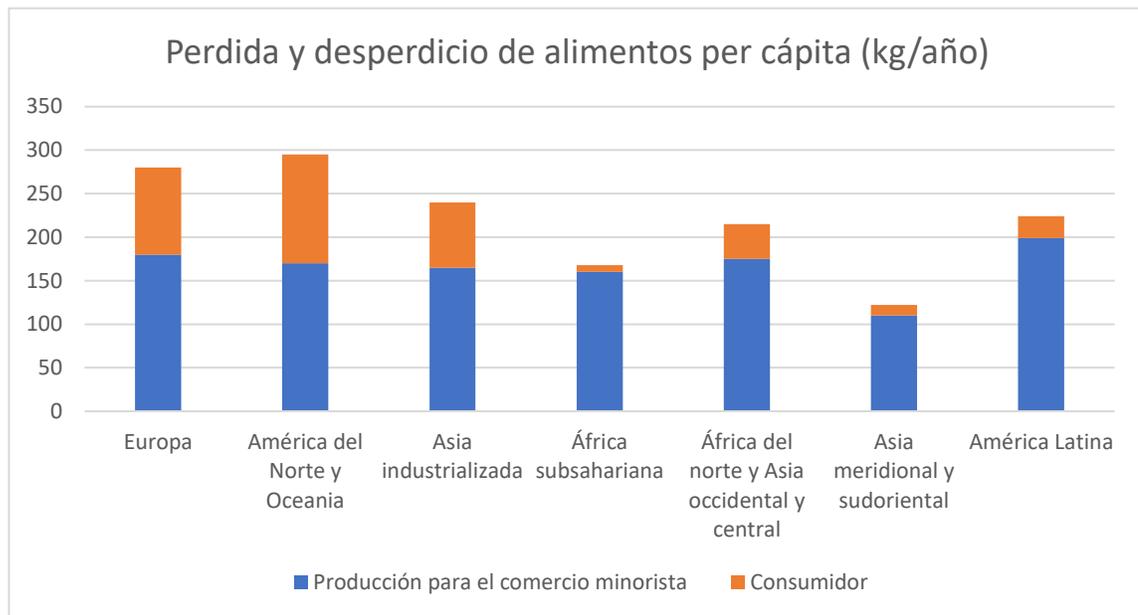


Figura 3: "desperdicio y pérdida de alimentos per cápita" (kg/año). Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Como se aprecia en la Figura 3, las pérdidas per cápita de alimentos por parte de Europa y América del norte y Oceanía son sobre los 250 kg/año. Asia industrializada, occidental y central, América latina y África del norte entre 200 a 250 kg/año. Por su parte las regiones de África subsahariana, Asia meridional y sudoriental producen menos de 170 kg/año per cápita. El total mundial de las pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita sobrepasa los 1000 kg/año.

Este estudio además muestra el desperdicio y pérdida producida en los grupos de cereales, raíces y tubérculos, oleaginosas y legumbres, frutas y hortalizas. Esta información es desglosada en la figura 4, 5, 6 y 7.

Figura 4. Pérdidas y desperdicio de cereales en el mundo.

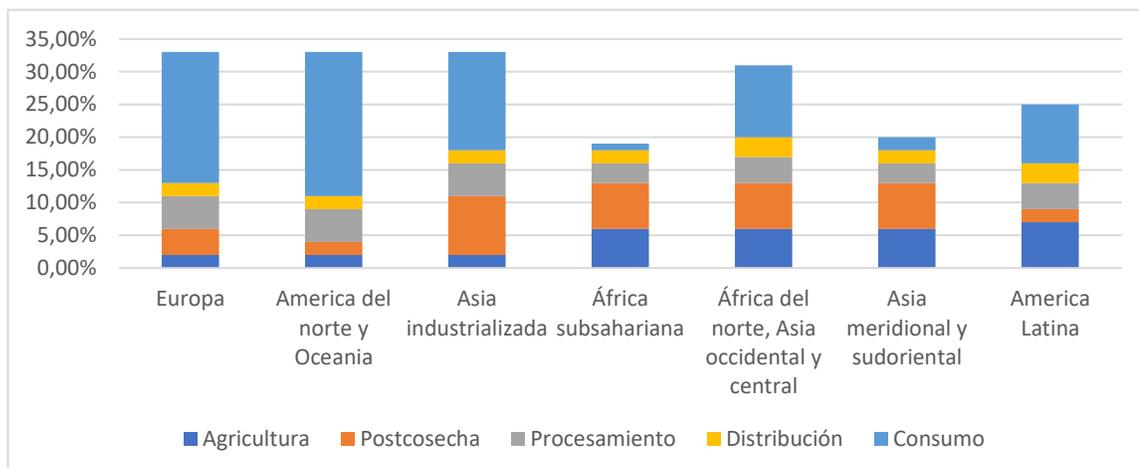


Figura 4: Pérdidas y desperdicios de cereales en diferentes regiones del mundo. Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Figura 5. Pérdidas y desperdicios de raíces y tubérculos en el mundo.

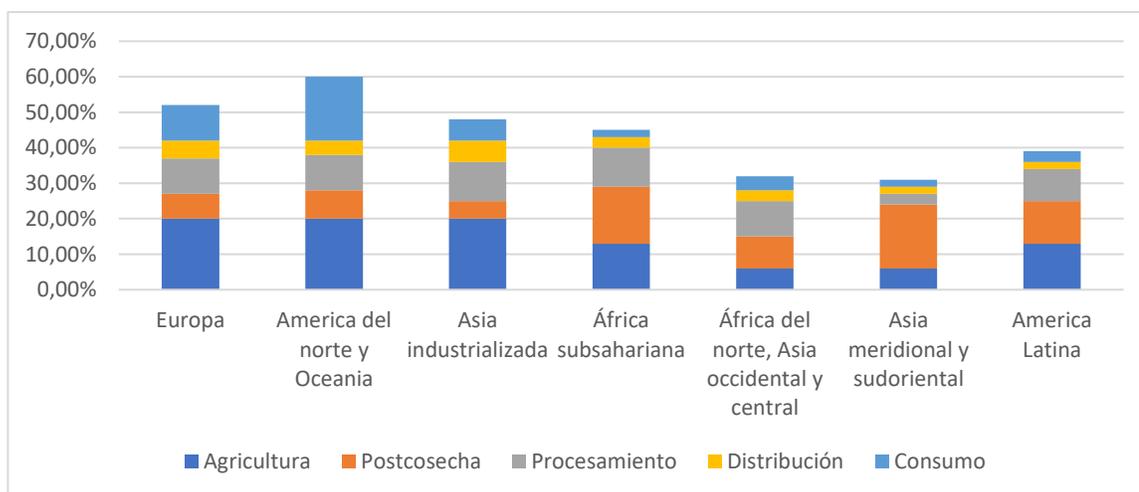


Figura 5: Pérdidas y desperdicios de raíces y tubérculos en diferentes regiones del mundo. Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Figura 6. Pérdida y desperdicio de Oleaginosas y legumbres en el mundo.

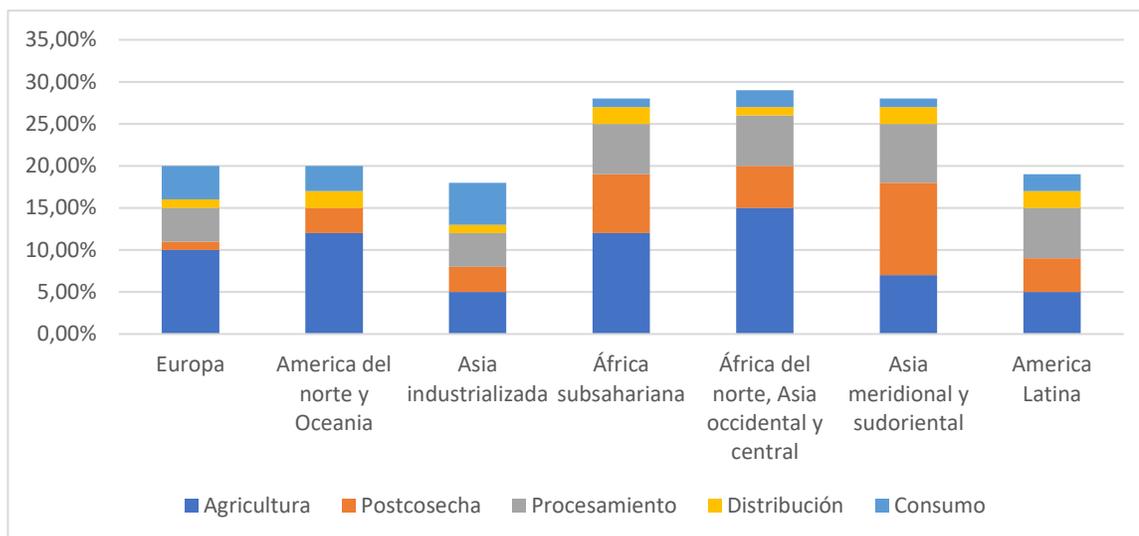


Figura 6: Pérdidas y desperdicios de Oleaginosas y legumbres en diferentes regiones del mundo. Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Figura 7. Pérdida y desperdicio de frutas y hortalizas.

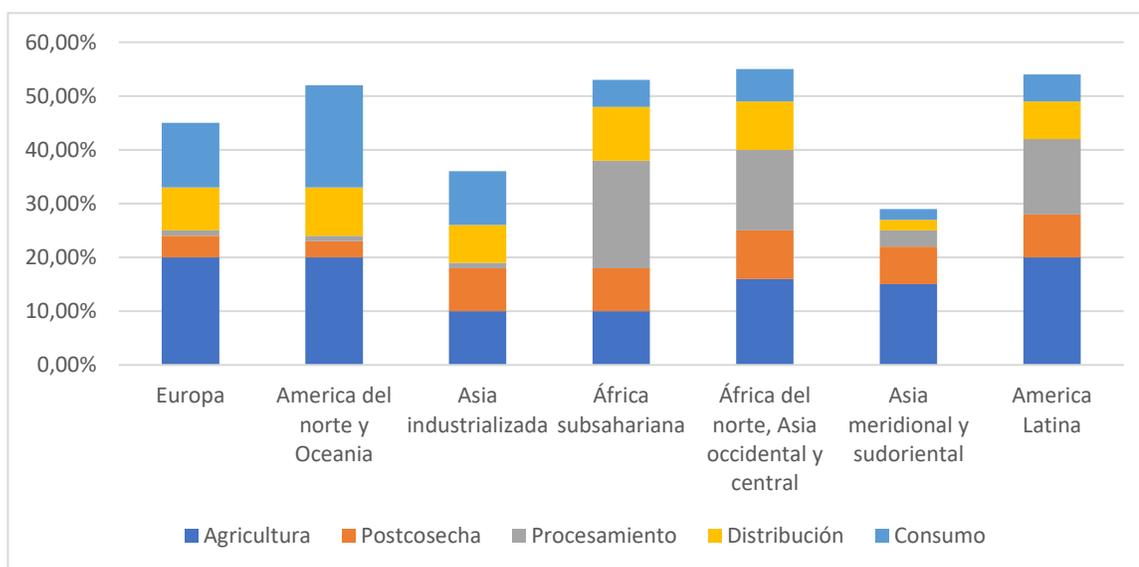


Figura 7: Pérdidas y desperdicios de frutas y hortalizas en diferentes regiones del mundo. Elaboración propia basado en "Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención". FAO. 2012.

Como se aprecia en las figuras 4, 5, 6 y 7, el mundo pierde y desperdicia alimentos en los distintos puntos de la cadena de suministro, pasando por la cultivo, postcosecha, procesamiento, distribución y consumo. El sector agroalimentario se enfrenta a retos en el que la eficiencia de los recursos y los modelos innovadores para reducir la pérdida de alimentos a lo largo de la cadena proporcionarían oportunidades para la transición hacia un desempeño sostenible (esposito, et al., 2019).

Dado lo expuestos en los párrafos anteriores, la agricultura y el sector alimenticio desempeñan un rol crucial en la preservación y uso sostenible de los recursos naturales, por lo que es un sector clave donde es fundamental actuar en la transición hacia modelos de desarrollo sostenible, consciente de los límites ambientales y recursos naturales para enfrentar los desafíos futuros (Poponi, et al., 2022; Aznar-Sánchez, et al., 2020).

El enfoque de la economía circular puede ser de gran ayuda para intervenir y moderar los impactos generados en el sector agroalimentario, proponiendo acciones y soluciones para readmitir residuos y subproductos en la cadena productiva, entre otras estrategias relacionadas con los principios de la economía circular y la sostenibilidad (Chiaraluce, et al., 2021).

2.3. Agroindustria hortofrutícola de Chile y el Maule

En Chile el sector agrícola y frutícola es importante para el desarrollo como País, este sector se centra en mercados internacionales, proveyendo productos competitivos y de calidad para los mercados del mundo y a las crecientes exigencias de calidad de los consumidores (ODEPA, 2019).

De acuerdo ODEPA (2010), gran parte de la producción tiene como destino mercados internacionales, alrededor del 85% de la fruta industrializada del País es exportada. El boletín informativo realizado por ODEPA 2022 muestra el volumen exportado en toneladas y el valor en USD FOB. La figura 8 a continuación muestra el volumen exportado.

Figura 8. Volumen exportado en el año 2020 – 2021 (Toneladas).

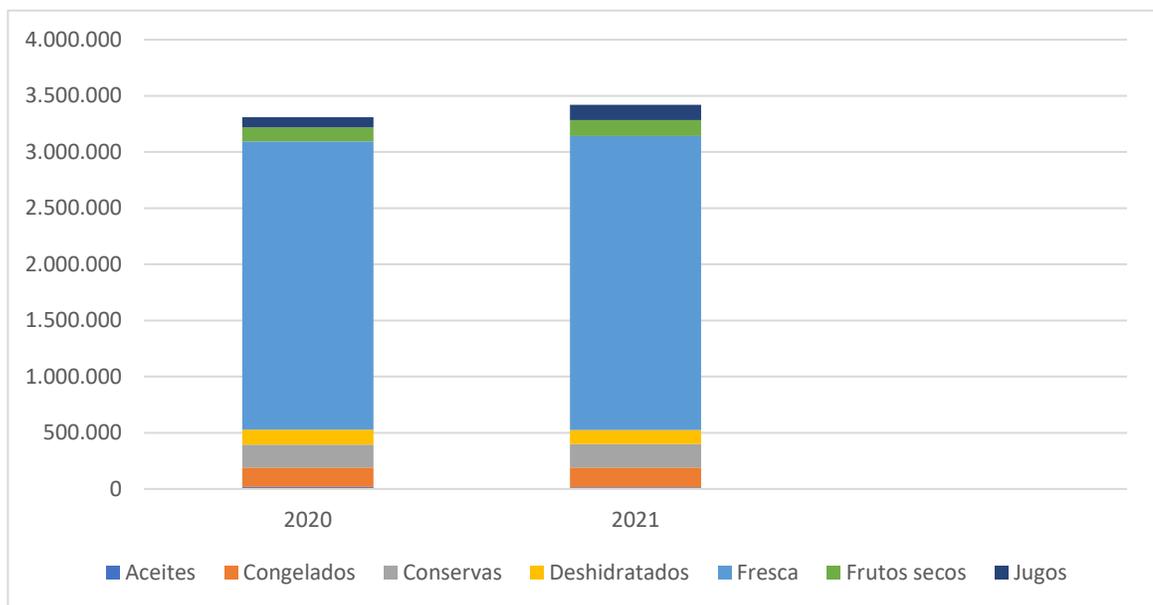


Figura 8: Volumen exportado en el año 2020 y 2021 (TON). Elaboración propia basado en " Boletín de la fruta año 2022". ODEPA 2022.

Como se aprecia en la figura 8, el total de las exportaciones del sector agrícola y frutícola del año 2020 fueron de 3.309.461 toneladas, donde aproximadamente el 77,5% de esta corresponde a fruta fresca, el 6,2% a conservas, 5,16% a congelados, 4% a deshidratados, 3,7% a frutos secos y el 2,7% a jugos.

Por su parte el año 2021, el total de exportaciones del sector agrícola fueron de 3.419.152 toneladas, donde aproximadamente el 76,5% de esta corresponde a fruta fresca, el 6,18% a conservas, 5,12% a congelados, 3,6% a deshidratados, 4,18% a frutos secos y el 3,9% a jugos. La figura 9 a continuación muestra el equivalente en las exportaciones del sector frutícola Chileno expresado en USD FOB.

Figura 9. Valor exportado en el 2020 – 2021 (USD FOB)

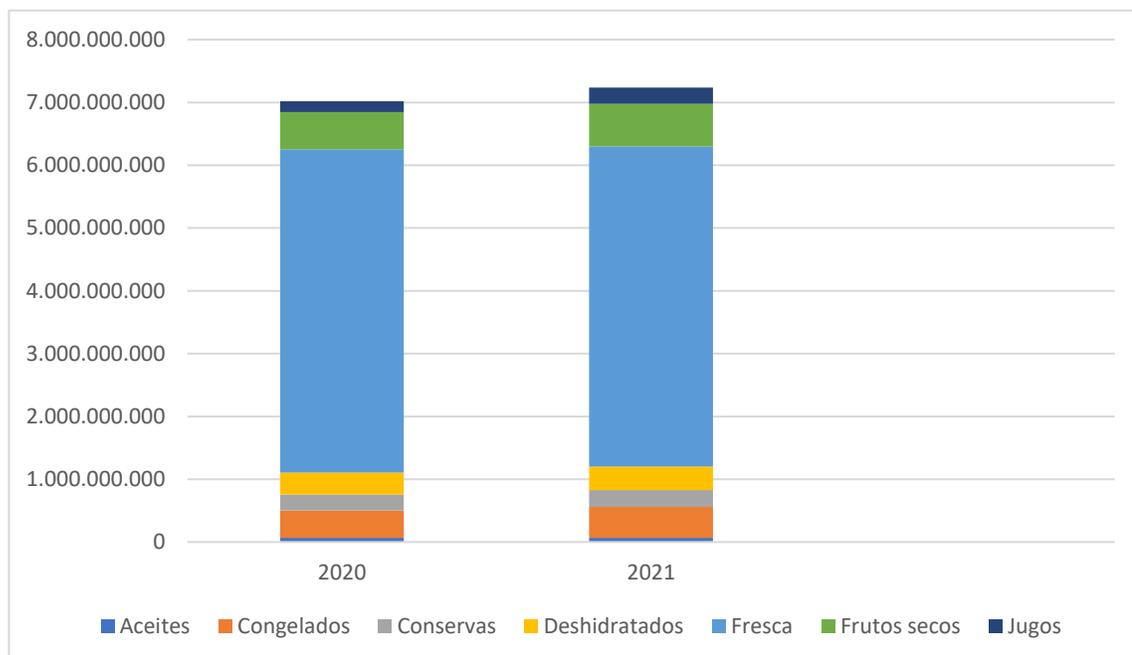


Figura 9: Valor exportado en el año 2020 y 2021 (TON). Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta año 2022". ODEPA 2022.

Dado los datos de la figura 9, el valor de las exportaciones del sector frutícola del año 2020 fue 7.018.032.695 USD FOB, donde aproximadamente el 73,3% de esta corresponde a fruta fresca, el 3,6% a conservas, 4,9% a congelados, 4,9% a deshidratados, 8,3% a frutos secos y el 2,4% a jugos.

El 2021 por su parte, el valor de las exportaciones del sector frutícola asciende a los 7.235.290.801 USD FOB, donde aproximadamente el 70,4% de esta corresponde a fruta fresca, el 3,6% a conservas, 6,8% a congelados, 5,1% a deshidratados, 9,3% a frutos secos y el 3,5% a jugos (ODEPA, 2022).

La figura 10 a continuación muestra los principales Países donde se exporta lo producido por el sector frutícola, destacando países como Estados Unidos, China, hondura entre otros, donde el círculo interno representa el año 2020 y el externo al 2021.

Figura 10. Volumen exportado por Países año 2020 – 2021.

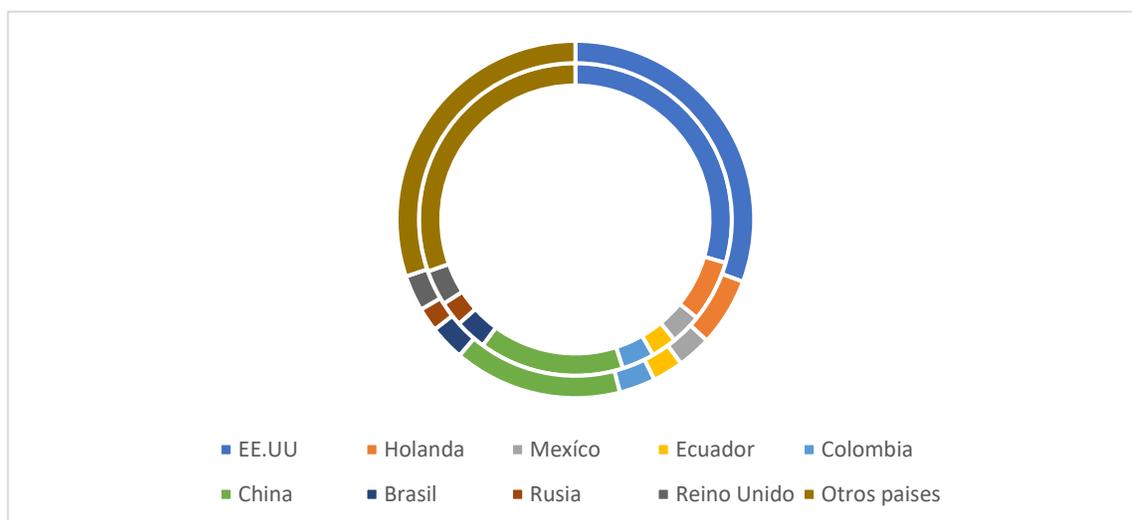


Figura 10: Volumen (kg) por País año 2020 y 2021. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta año 2022". ODEPA 2022.

El destino de los productos frutícolas producidos por el País en el año 2020 – 2021 se concentra en Países como Estados Unidos, con alrededor de 1 millón de toneladas, China con aproximadamente 500 mil toneladas, Holanda con aproximadamente 200 mil toneladas, Países como México, Brasil, Colombia, Reino Unido sobre las 100 mil toneladas. El resto de lo producido es exportado a otros países del mundo, en cantidades entre las 1 a 100 toneladas aproximadamente (ODEPA, 2022).

Chile es considerado un gran proveedor en el sector productivo de frutícola produciendo y procesando gran variedad de productos de esta área, como la uva, arándano, aceitunas, damascos, frambuesas manzanas, entre otras. Se caracteriza por su fiabilidad y cumplimiento de estándares en base a la normativa internacional (ODEPA, 2020).

Boza, et al. (2020) y ODEPA (2022) coinciden respecto a que la exportación frutícola se encuentra concentrada en la zona central del país, donde las regiones entre Valparaíso y El Maule concentran gran parte de las de las exportaciones nacionales, el resto de las regiones tienen una participación reducida. La figura 11 a continuación muestra el volumen exportado por región.

Figura 11. Volumen exportado por región.

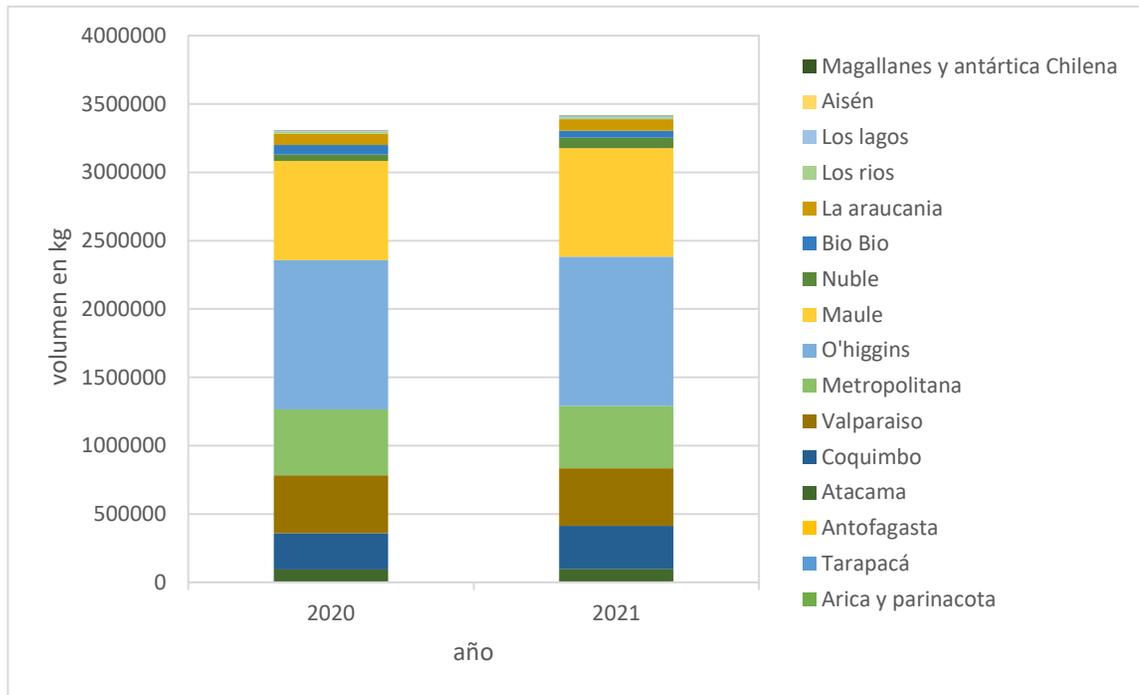


Figura 11: Volumen exportado por región. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

En la industria frutícola de Chile, tanto productores y exportadores incorporan y sostienen condiciones productivas sustentables, ya que su propia existencia precisa de aquello (Fundación para el Desarrollo Frutícola [FDF], 2013). Para que el País se desarrolle en el sector agroalimentario tiene que ser capaz de producir de una forma que impacte positivamente al medio ambiente y permita sostener los recursos en el tiempo (ODEPA, 2017).

históricamente la industria frutícola nacional ha aplicado sostenidamente prácticas sustentables que responden al concepto de sustentabilidad, lo cual indica que

la industria frutícola nacional ha realizado todo un esfuerzo previo para ser una industria sustentable (FDF, 2013). El desarrollo y fortalecimiento de la industria frutícola de Chile se debe en parte al esfuerzo público-privado de investigación, desarrollo e innovación y la colaboración con entidades extranjeras, desarrollando en el país capacidades científicas y tecnológicas que acompañan a las industrias (CONICYT, 2007).

De acuerdo con el catastro actualizado de la agroindustria hortofrutícola chilena del 2012, elaborado por ODEPA, las plantas de la agroindustria hortofrutícola se distribuirían como se muestra en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2: Catastro agroindustria hortofrutícola Chilena 2012. Fuente: elaboración propia basado en "Actualización del catastro de la agroindustria hortofrutícola chilena", ODEPA 2012

Región	Conservas	Deshidratado	Congelados	Jugos	Aceite	Total
Arica y Parinacota	2					2
Atacama	4				3	7
Coquimbo	7	1		3	6	17
Valparaíso	9	20	1	1	8	39
Metropolitana	9	32	9	5	7	62
O'Higgins	3	17	6	3	10	39
Maule	12	8	20	7	8	55
Bío Bío	3	3	5		1	12
La Araucanía	1	2	2			5
Los Ríos		1	2	1		4
Los Lagos		1	2	1		4
Total	50	85	47	21	43	246

Acorde con este catastro, existen 246 plantas procesadoras donde 50 plantas procesan conservas, 85 procesan deshidratados, 47 procesan congelados, 21 plantas procesan jugos y 43 procesan aceites a lo largo del país, donde 55 pertenecen al Maule (ODEPA, 2012).

Agroindustria hortofrutícola en la región del Maule

La Región del Maule tiene una superficie de 30.296,1 kilómetros cuadrados, representa el 4.0% del territorio nacional. Cuenta con un clima de tipo mediterráneo cálido y subhúmedo, condiciones ideales para la existencia de vegetación nativa y el desarrollo de cultivos artificiales (ODEPA, 2019).

ODEPA (2022), describe la evolución de la superficie frutícola de la región del Maule desde el 2004 al 2021. La figura 12 a continuación muestra dicha evolución.

Figura 12. Evolución de la superficie región del Maule 2004 – 2021.

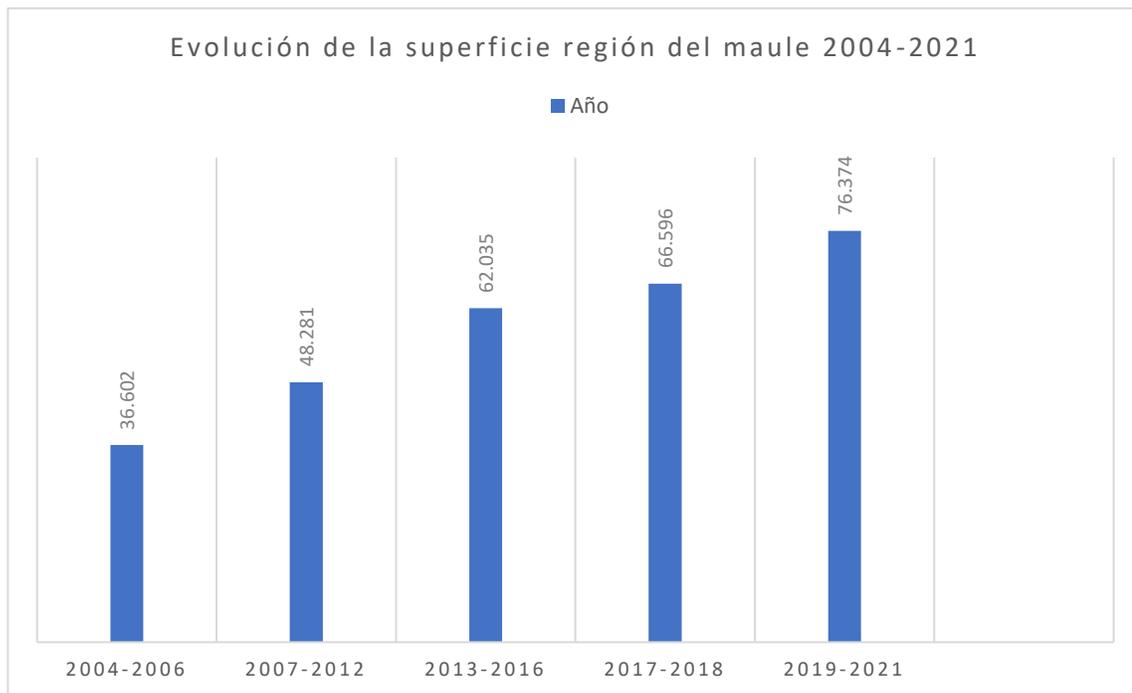


Figura 12: Evolución de la superficie de la región del Maule 2004-2021. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

La superficie frutícola de la región del Maule se ha duplicado en los últimos años, permitiendo al Maule estar entre las regiones que más producen junto con la región de O'Higgins, Valparaíso y la región metropolitana. La figura 13 a continuación muestra al Maule como la segunda región más productora en el sector frutícola.

Figura 13. Regiones más productivas del País en el sector frutícola (Toneladas).

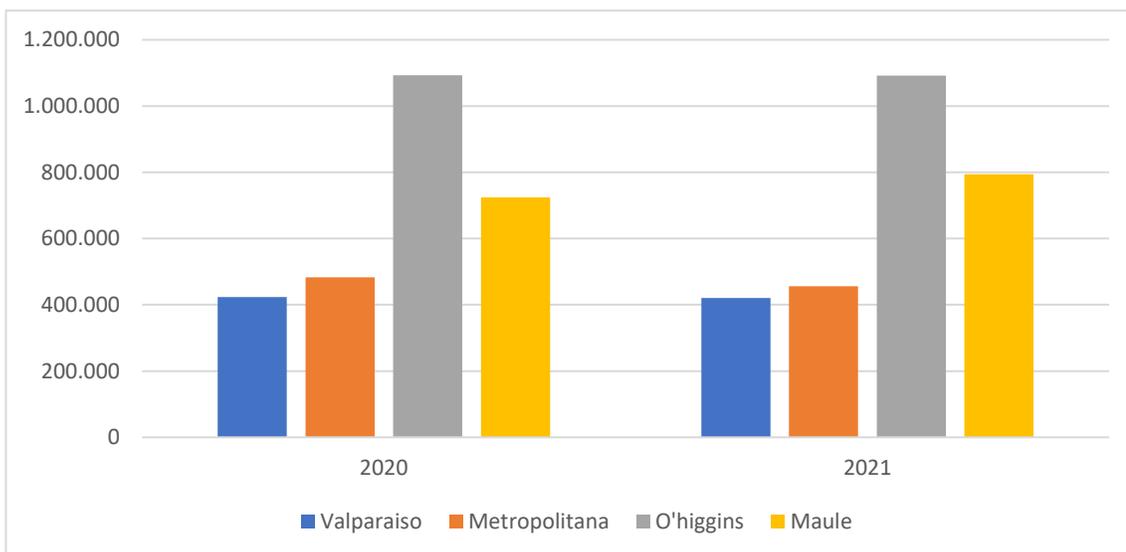


Figura 13: Regiones más productivas del País en el sector frutícola (toneladas).
Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

La superficie frutícola del maule está compuesta principalmente por manzanos, cerezos, avellanos entre otras especies, como muestra la figura 14 a continuación.

Figura 14. Superficie frutícola de la región del Maule año 2021.

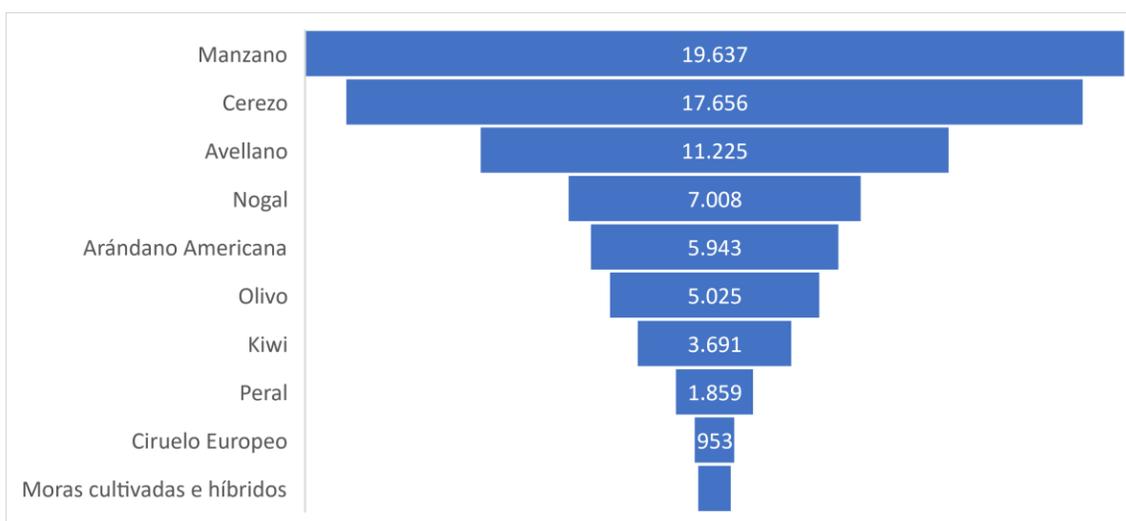


Figura 14: Superficie frutícola de la región del maule 2021. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

ODEPA (2022) descompone a la industria agroindustria hortofrutícola en el Maule en los rubros de frutas frescas, frutos secos y de las frutas y hortalizas procesadas compuesta por conservas, deshidratados, congelados, jugos y aceites. Competitiveness (2015) entrega información del rubro de las frutas y hortalizas, describiendo las características de cada producto, y datos respecto a ellos.

Conservas: Alimentos envasados de forma hermética expuesto a procesos industriales que alarga su vida útil, se destaca por la producción de pasta de tomate, pulpas de fruta y conservadas en diversos formatos.

Deshidratados: Producto que se le extrae el agua a través de procesos, este rubro se destaca por producir ingredientes tipo snacks como pasas, manzanas, etc.

Congelados: Producto cuyas características son más parecidas al producto original, Maule la segunda región en términos de producción de congelados del País, prestando el servicio de comprar fruta para congelar, distribuir y también de arrendar la capacidad de congelamiento a otras empresas.

Jugos: Producto líquido extraído de la fruta concentrado a granel y productos de jugos naturales conservando propiedades naturales. La región es la segunda productora de jugo de manzana como de uva.

Aceites: Producto acuoso graso obtenido del procesamiento de diversa materia prima, la región es la segunda productora de aceite de Chile, un tercio de la producción nacional donde el principal negocio es la venta a granel principalmente a Europa donde la utilizan para mejorar la calidad del producto local.

Cada rubro exporta gran parte de su producción reflejado en la figura 15 y 16 a continuación.

Figura 15. Volumen exportado (Toneladas) de frutas frescas y frutos secos en la región del Maule.

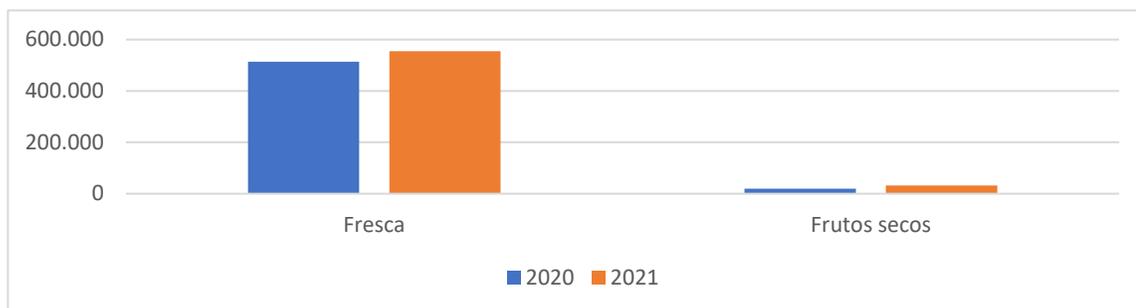


Figura 15: Volumen exportado (toneladas) de frutas frescas y frutos secos en la región del Maule. Elaboración propia basada en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

Figura 16. Volumen exportado (Toneladas) de frutas y hortalizas procedas en la región del Maule.

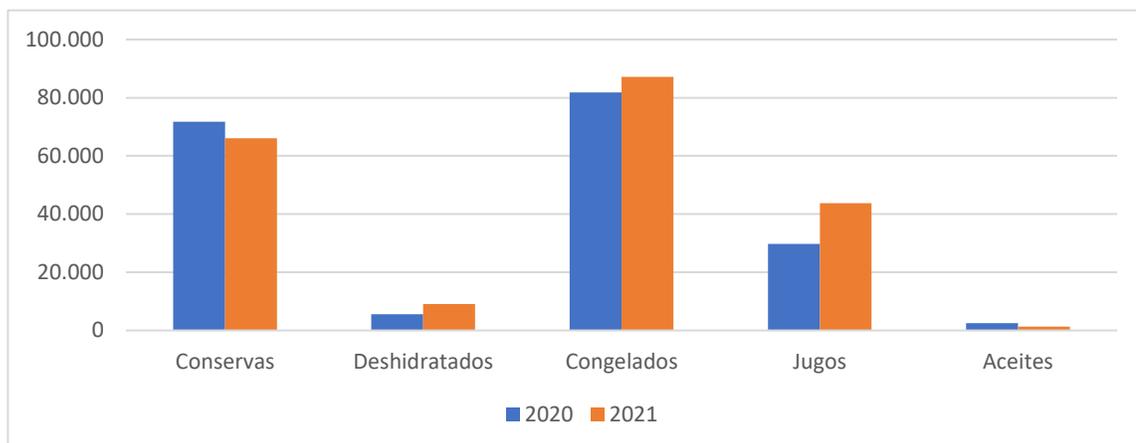


Figura 16: Volumen exportado (Toneladas) de frutas y hortalizas procesada en la región del Maule. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

El total de lo que exporta el Maule entre estos dos grupos es de 724.354 toneladas en el 2020 y de 794.006 toneladas en 2021. Gran parte de lo que exporta el Maule es producida por el rubro de fruta fresca y frutos secos, por su parte, el rubro de frutas y hortalizas procesadas sigue en aumento y mantiene una producción constante. Estas exportaciones se reflejan en USD FOB en la figura 17 y 18 a continuación (ODEPA, 2022).

Figura 17. Valor exportado (USD FOB) de frutas frescas y frutos secos en la región del Maule

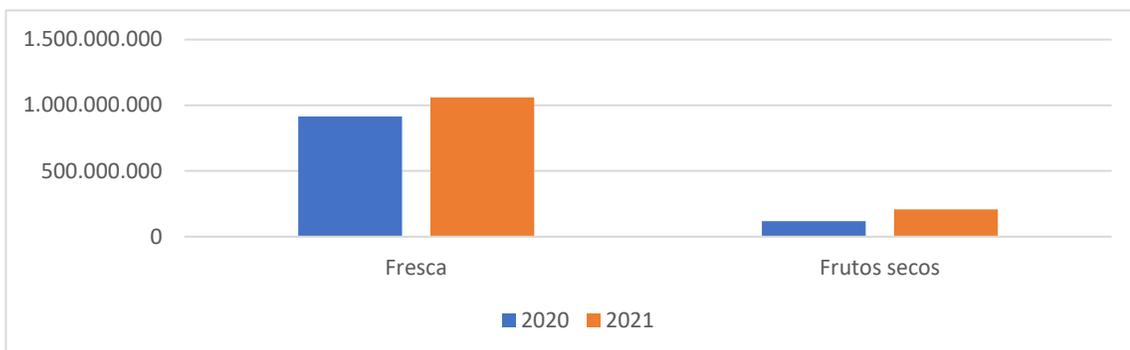


Figura 17: Valor exportado (USD FOB) de frutas frescas y frutos secos en la región del Maule. Elaboración propia basada en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022

Figura 18. Valor exportado (USD FOB) de frutas y hortalizas procesada en la región del Maule.

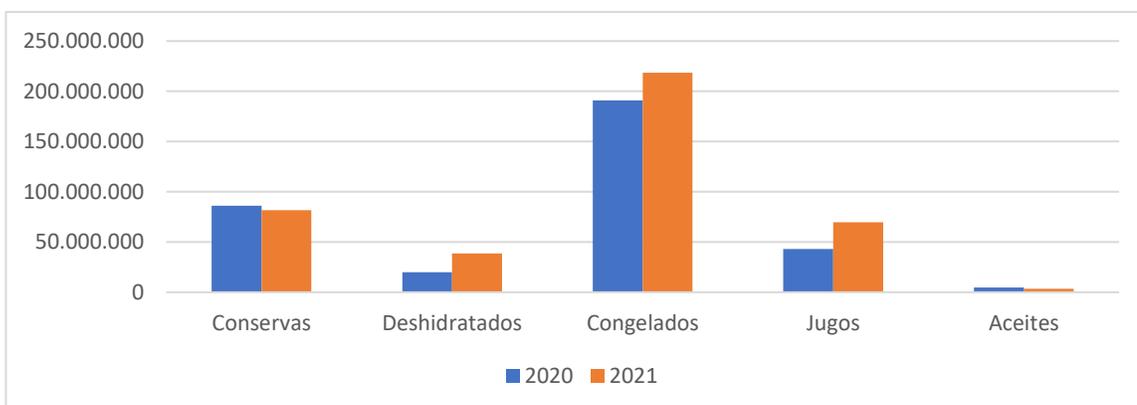


Figura 18: Valor exportado (USD FOB) de frutas y hortalizas procesada en la región del Maule. Elaboración propia basado en "Boletín de la fruta 2022". ODEPA. 2022.

El total de lo que exporta el Maule entre estos dos grupos equivale a 1.377.138.562 USD FOB en el 2020 y de 1.680.976.112 USD FOB en 2021. Respecto al grupo hortofrutícola procesado, sumo un total de 344.884.571 USD FOB en 2020 y 412.453.301 USD FOB en 2021 (ODEPA, 2022).

El interés creciente en la economía circular por parte de las organizaciones y la comunidad científica ha impulsado la evolución en el desarrollo metodológico de campo, continuamente se está en la búsqueda de identificar los mejores métodos que proporcionen una medida de circularidad que contemplen la sostenibilidad (Stillitano. et al, 2021).

2.4. Evaluación de la economía circular.

2.4.1. Métodos tradicionales para evaluar la sustentabilidad

La economía circular junto a la sostenibilidad está ampliamente relacionada, Geissdoerfer, et al. (2017) describen las similitudes y relación de estos dos términos, los cuales son utilizados en contextos similares, estas se basan en que ambos comparten una perspectiva global y compromiso intra e intergeneracional, integran aspectos no económicos en su desarrollo, siempre con la innovación en el centro y la cooperación entre las partes interesadas es un factor fundamental alcanzar sus metas.

En una revisión literaria de artículos entre el 2000 al 2020, Walzberg, et al. (2021) orientan la investigación respecto a los métodos de evaluación de la sostenibilidad utilizados en ecología industrial y en las ciencias de sistemas complejos. La tabla 3 a continuación presenta los métodos de evaluación utilizados en la ecología industrial analizados.

*Tabla 3. Métodos de evaluación de la sostenibilidad utilizados en ecología industrial.
Fuente: elaboración propia adaptado de "Do we need a new sustainability assessment method for the circular economy", Walzberg, et al. 2021.*

Método	Nivel	Relevancia
Evaluación del ciclo de vida	Micro/ Meso	Puede evaluar la sostenibilidad de la economía circular
Análisis de entrada salida ambientalmente	Macro	Puede evaluar la sostenibilidad de la economía circular
Análisis de flujo	Macro	Evalúa el uso de materiales

La tabla 4 a continuación presenta los métodos de evaluación utilizados en la ciencia de sistemas complejos analizados.

Tabla 4. Métodos de evaluación de la sostenibilidad en las ciencias de sistemas complejos. Fuente: elaboración propia adaptado de "Do we need a new sustainability assessment method for the circular economy", Walzberg, et al. 2021.

Método	Nivel	Relevancia
sistemas dinámicos	Macro/Meso	Permite modelar el potencial del mercado
Simulación de eventos discretos	Micro	Es de ayuda en la fase de repensar procesos dentro de las estrategias circulares
Modelado basado en agentes	Micro/ Meso	Explorar las relaciones entre varios actores en la economía circular
La investigación de operaciones	Micro/Meso	Es de relevancia para la identificación de la mejor estrategia

La revisión por parte de Walzberg, et al. (2021) muestra que estos métodos que vienen de a ecología industrial y la ciencia de sistemas complejos aportan dimensiones relevantes y pueden ser abordados desde una perspectiva que incluya los niveles de implementación micro, meso y macro considerado su relevancia para la economía circular. Además expone que la combinación de estos métodos puede llegar a buenos resultados.

2.4.2. Evaluación de la economía circular en la Agroindustria hortofrutícola y sector agroalimentario.

La índole perecedera de los productos, su estrecha vinculación con los ecosistemas naturales y la estacionalidad de la producción son características diferenciadoras del sector agrícola. Sin embargo, pocos estudios han analizado la aplicación de la economía circular centrándose en las características del sector (Velasco. et al., 2021).

Poponi, et al. (2022) luego de analizar 102 indicadores disponibles para medir la economía circular, solo 17 de estos cuentan con características transversales, por lo que contar con más indicadores transversales aplicables a todos los niveles de implementación de la economía circular buscando su facilidad de uso e interpretación.

Velasco, et al. (2021 luego) de analizar los métodos disponibles para evaluar el grado de implementación de la economía circular en los modelos agrícolas, concluyen que los métodos actuales proporcionan información parcial el grado de implementación de la economía circular, por lo que proponen las siguientes indicaciones para desarrollar nuevos métodos:

- i) Reflejar los múltiples procesos y actividades al interior de la agroindustria.
- ii) Orientar la recolección de información en todos los niveles, micro, meso y macro con énfasis en los dos últimos debido a que gran parte de los métodos disponibles va enfocada al nivel micro.
- iii) Tener en cuenta las áreas de la sostenibilidad, como la ambiental, la económica o la social.

Existen bases constituidas que no se deben pasar por alto en el desarrollo metodológico por el que se guie el camino de la construcción de métodos para conocer el grado de implementación de la economía circular. A pesar de estas bases constituidas, no existe un marco que estandarice los principios y estrategias en el contexto de la medición de la economía circular en la agricultura, por lo que la necesidad de desarrollar métodos e indicadores que contemplen las características del sector (Stillitano, et al., 2021; Velasco, et al., 2021).

2.4.3. Herramientas disponibles en los distintos niveles de implementación de la economía circular para el diagnóstico y la recolección de información.

Pavlović, et al. (2021) plantea la posibilidad de utilizar tecnologías digitales como método para la recolección de información respecto a la economía circular en las organizaciones. Valls-Val, et al. (2022) propone la utilización de estas herramientas digitales para la recolección de información cuantitativa y cualitativa, además agrupan las herramientas existentes actualmente en los distintos niveles de implementación de la economía circular. La tabla 5 a continuación presenta las herramientas digitales que recolectan información de tipo cuantitativo presentadas en el estudio.

Tabla 5. Herramientas digitales para evaluar la economía circular en sus distintos niveles de implementación. Fuente: Elaboración propia basado en "How can organisations measure their level of circularity? A review of available tools", Valls-Val, et al. 2022.

Nivel	Herramienta	Tipo
macro	CIRCLE CITY SMART TOOL	Cuantitativa
Micro	CTI Tool	Cuantitativa
Meso	Idemat	Cuantitativa
Meso	KATChE	Cuantitativa
Meso	Circularity Calculator	Cuantitativa
Micro	CEEI	Cualitativa
Micro	CircularTRANS	Cualitativa
Micro	Inedit	Cualitativa
Micro	MATChE	Cualitativa
Micro	CM-FLAT	Cualitativa
Meso	CEEI autodiagnóstico diseño	Cualitativa
Meso	EdTool	Cualitativa
Meso	PCDS	Cualitativa
Meso	CircularityCheck	Cualitativa
Meso	Circular Economy toolkit	Cualitativa
Meso	Circular PathFinder	Cualitativa
Micro	CIRCelligence	Híbrida
Micro	Circulytics	Híbrida

Urain, et al. (2022) utilizan las preguntas de la herramienta digital (CircularTRANS, 2020) para desarrollar y validar un instrumento para el análisis y diagnóstico de la economía circular en un caso de estudio que incluye 30 compañías industriales. Entregando entre resultados el análisis del indicador global obtenido por las compañías, junto con un reporte proporcionado por la herramienta digital.

Las herramientas presentadas en el estudio de Valls-Val, et al. (2022) presentan preguntas comprensibles y pueden ser útil dependiendo el nivel de investigación o implementación de la economía circular que se quiera abordar y el tipo de organización, además de ser desarrolladas por instituciones y universidades expertas en el área de la sustentabilidad y la economía circular, siendo útiles para las organizaciones para obtener un punto de referencia respecto al grado de implementación de la economía circular en que se encuentran a través de los indicadores de tipo cualitativo y cuantitativo.

Capítulo 3: Metodología

Este capítulo este compuesto por cuatro secciones que desglosan el proceder metodológico de esta investigación. La primera sección contempla el detalle de las herramientas disponibles a nivel micro de implementación de la economía circular para la recolección de información. La segunda sección especifica el caso de estudio correspondiente a las empresas pertenecientes al Programa estratégico regional Maule Alimenta. La tercera sección corresponde a las variables relacionadas a la economía circular en que se enfocan las preguntas del instrumento de recolección seleccionado y una breve explicación de las herramientas de recolección de datos a utilizar. La cuarta sección corresponde al diseño de la investigación.

3.1. Herramientas para la recolección de información.

3.1.1. Selección herramienta digital.

El alcance de esta investigación al estar relacionada con el Programa Estratégico Regional Maule Alimenta se platea desde el nivel micro, uno de los tres niveles de investigación e implementación de la economía circular (Prieto, et al., 2018; Kirchherr, et al., 2017; Yuan, Bi, y Moriguichi, 2006). Las herramientas digitales de diagnóstico que permiten obtener información en el nivel micro de implementación de la economía circular fueron analizadas en el estudio de Valls-Val, et al. (2022). Desglosadas en la tabla 6 a continuación.

Tabla 6. Herramientas digitales para obtener información a nivel micro. Fuente: Elaboración propia basado en "How can organisations measure their level of circularity? A review of available tools", Valls-Val, et al. 2022.

Nombre	Categorías	Preguntas	Tipo
CircularTRANS	8	153	Cualitativa
Inedit	1	6 - 16	Cualitativa
MATChe	8	39	Cualitativa
CM-FLAT	2	45	Cualitativa
Circulytics	12	23 - 51	Hibrida
Acodea	1	7	Cuantitativa

De las herramientas digitales presentadas en la tabla anterior, se descarta (MATCHe, 2021) y CM-FLAT (Sacco, et al. 2021) ya que están desarrolladas para obtener información de otros sectores distintos al de este estudio. (Circulytics, 2020) brinda acceso a su herramienta a través del registro exclusivo para empresa y no para consultores, por lo que la herramienta no es la indicada para este estudio. Por último, (Acodea, 2018) permite obtener información de tipo cuantitativa, pero se requiere de datos técnicos específicos, los cuales deben ser obtenidos en producción.

La herramienta digital para el diagnóstico de la implementación de la economía circular (CircularTRANS, 2020) puede ser utilizada a nivel micro en general a distintos tipos de sectores industriales y subsectores, en este caso, para la agroindustria. Las preguntas de esta herramienta digital para recolectar información son aplicables al caso de estudio de esta investigación, descartando las preguntas que no corresponden al caso.

La herramienta digital para el diagnóstico de la implementación de la economía circular (Inedit, 2022) puede aplicarse en la industria en general y en especial en el agroalimentario y en el sector hortofrutícola para obtener información respecto al grado de implementación de la economía circular en este sector específico. Por lo que ambas herramientas digitales son ideales para el desarrollo de este estudio. La tabla 7 a continuación resume las características de las herramientas seleccionadas.

Tabla 7. Características herramientas digitales para obtener información a nivel micro.

Fuente: Elaboración propia basado en "How can organisations measure their level of circularity? A review of available tools", Valls-Val, et al. 2022.

Nombre	Categorías	Preguntas	Tipo
CircularTRANS	10	1 - 153	Cualitativa
Inedit	1	1 - 16	Cualitativa

3.1.2. Descripción resultados esperados por herramientas digitales.

Este apartado describe los indicadores esperados de cada herramienta digital seleccionada para obtener información a nivel micro de implementación de la economía circular. La tabla 8 a continuación corresponde a los indicadores esperados que entregan cada herramienta digital.

Tabla 8. Indicadores esperados herramientas digitales. Elaboración propia basado en herramientas de recolección de información seleccionadas.

Herramienta digital	Nombre indicador	Tipo
Inedit	Índice de circularidad	Global - Cualitativo
CircularTRANS	Procesos estratégicos	Parcial - Cualitativo
	Procesos operativos	Parcial - Cualitativo
	Procesos de apoyo	Parcial - Cualitativo
	Repensar	Parcial - Cualitativo
	Alargar vida útil	Parcial - Cualitativo
	Optimizar recursos	Parcial - Cualitativo
	Cierre ciclo/ fin de vida	Parcial - Cualitativo
	Nivel de madurez	Global – Cualitativo

A través de las respuestas y los indicadores, se espera un reporte generado por la combinación de ambos reportes entregados por las herramientas (Inedit, 2022) y (CircularTRANS, 2020). La tabla 9 a continuación la estructura del reporte esperada.

Tabla 9. Estructura reporte economía circular esperado. Elaboración propia basado en reporte de herramientas de recolección de información seleccionadas

Herramienta digital	Estructura
CircularTRANS	Aspectos para fortalecer del contexto interno.
CircularTRANS	La percepción de contexto externo.
Inedit	Aspectos para mejorar.
CircularTRANS	Interés en capacitar.

3.1.3. Escala de evaluación.

La tabla 10 y 11 a continuación corresponde a la escala de evaluación de las herramientas digitales.

Tabla 10. Escala de evaluación. Elaboración propia basado en escala de evaluación de herramienta Inedit.

Indicador	Valores	Descripción
Índice de circularidad	1 al 100	Describe el nivel de implementación de la economía circular a nivel cualitativo, entregando una evaluación inicial la cual sirve como punto inicial para medir la circularidad en las empresas.

Tabla 11. Escala herramienta CircularTRANS. Elaboración propia basada en escala de resultados herramienta CircularTRANS.

Nivel	Valores	Nivel	Descripción
5	4,2 - 5	Estratégico	El modelo de negocio, la forma organizativa y la creación de valor están totalmente alineadas con las estrategias de la economía circular.
4	3,4 – 4,2	Compromiso	La propuesta de valor de la organización está alineada con las estrategias de la economía circular.
3	2,6 – 3,4	Operativo	Las formas de trabajar se alinean con la economía circular, aunque el trabajar sobre la economía circular no esté estructurada.
2	1,8 – 2,6	básico	Hay indicios de que la organización desea alinear su actividad a la economía circular.
1	1 – 1,8	Incipiente	Se caracteriza con acciones limitadas y acciones legalmente exigidas.

3.2. Caso de estudio.

Esta sección contempla la información respecto a las organizaciones que componen el caso de estudio pertenecientes al Programa Estratégico Regional Maule Alimenta. La tabla 12 a continuación desglosa las actividades de estas organizaciones junto con un respectivo código interno.

Tabla 12. Distribución organizaciones caso de estudio. Fuente: Elaboración propia. Basado en información provista por el programa estratégico regional Maule Alimenta.

Código interno actividad	Actividad	Número
A01	Congelados	1
A02	Conservas	1
A03	Deshidratados	2
A04	Jugos/Pulpas	1
A05	Alimentos	3
	Total	8

Se procedió a asignar un código interno a cada organización que acepto participar en este estudio, junto con la actividad, área encargada y cargo de las empresas participantes en la investigación asociadas al PER- Maule alimenta. La tabla 13 a continuación presenta los datos descritos.

Tabla 13. Listado código interno, nombre, actividad, área y cargo de las empresas de la agroindustria invitadas a participar en el estudio asociadas al PER-Maule. Fuente: Elaboración propia. Basado en información provista por las organizaciones pertenecientes al programa estratégico regional Maule Alimenta.

Código interno	Actividad	Área encargada de responder	Cargo de quien responde
E01	- Congelados	- Departamento ambiental	- Ingeniero en gestión
E02	- Jugos, concentrados y conservas	- Investigación, desarrollo e innovación	- Directora de I+D+i
E03	- Deshidratados	- Departamento de calidad	- Encargada de calidad
E04	- Elaboración de alimentos	- Producción	- Dueña y fundadora
E05	- Jugos	- Prevención de riesgos	- Experto en prevención de riesgos
E06	- Alimentos	- Gestión Ambiental	- Supervisora de Control Ambiental
E07	- Deshidratados	- I&D y Optimización de Procesos.	- Jefe de I+D
E08	- Alimentos	- Desarrollo de negocios y productos alimentarios	- CEO

3.3. Aspectos considerados respecto al análisis del grado de implementación de la economía circular.

Dada la naturaleza de este estudio y del tipo de información de origen cualitativo que entregan las herramientas digitales de recolección de información, las variables de interés de este estudio están relacionadas a los aspectos relevantes en que se enfoca cada instrumento de recolección de información utilizado.

Valls-Val, et al. (2021). Categorizan esos aspectos relevantes respecto a las preguntas de las herramientas digitales. Las figuras 19, 20, 21 y 22 a continuación muestran estos aspectos relevantes analizados en el estudio mencionado.

Figura 19. Aspecto sostenibilidad.

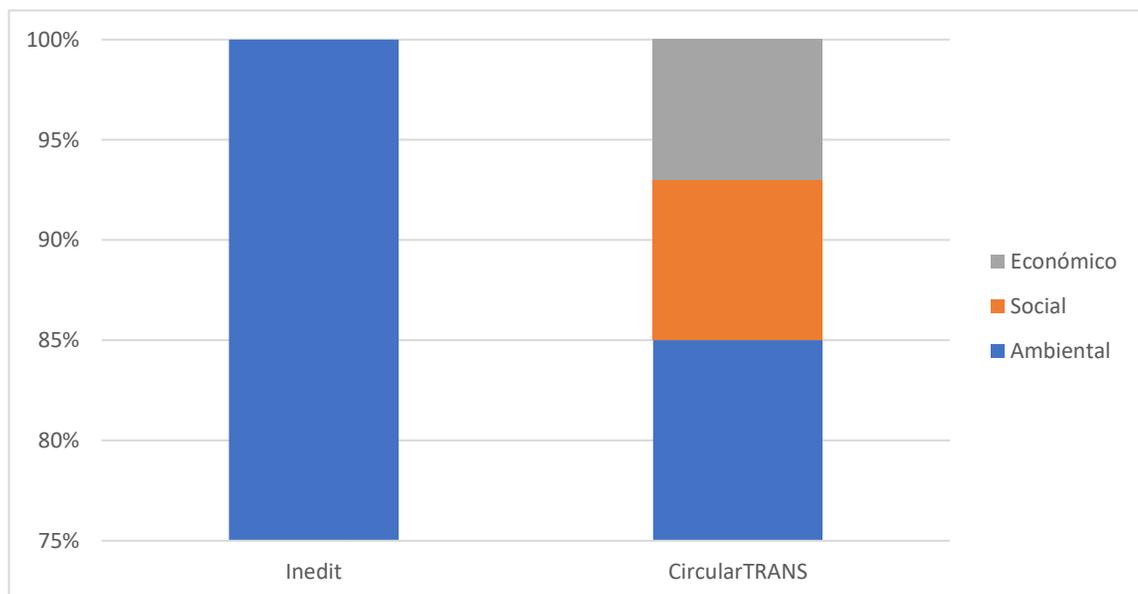


Figura 19. Variables de interés relacionadas al instrumento de investigación.

Elaboración propia basado en "Medición de la circularidad en organizaciones: revisión de herramientas y caso de aplicación. Valls-Val, et al. 2021.

La herramienta digital Inedit enfoca la totalidad de sus preguntas al área ambiental. Mientras que la herramienta CircularTRANS contempla el 85% de sus preguntas al área ambiental, 8% al área social y 7% a lo económico.

Figura 20. Principal agente afectado.

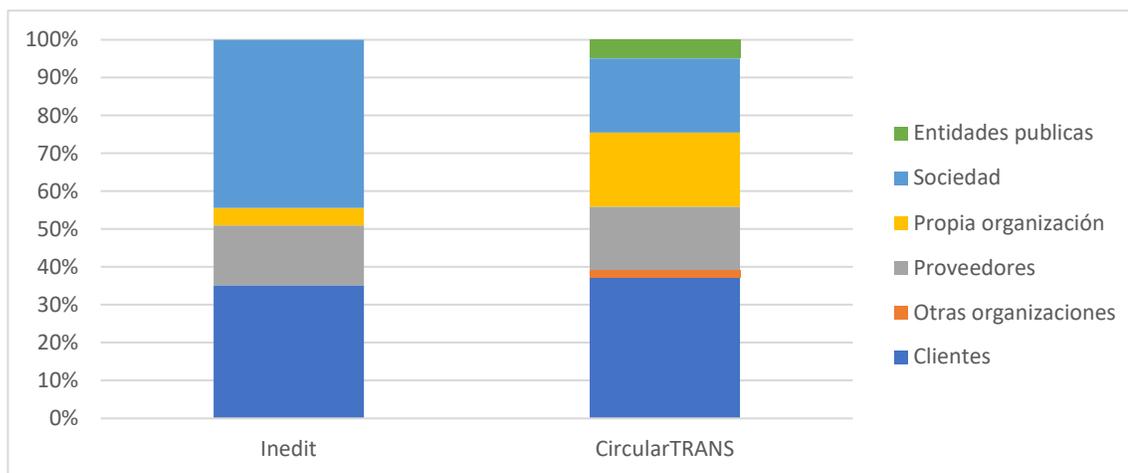


Figura 20. Variables de interés relacionadas al instrumento de investigación.

Elaboración propia basado en "Medición de la circularidad en organizaciones: revisión de herramientas y caso de aplicación. Valls-Val, et al. 2021.

La herramienta Inedit enfoca el 35% de sus preguntas enfocado en Clientes, el 16% a los proveedores, 4% a la propia organización y el 45 restante a la sociedad. Mientras que la herramienta CircularTRANS, el 37% de sus preguntas se enfoca en clientes, el 2% a otras organizaciones, el 16% a proveedores, el 20% a la propia organización, 20% a la sociedad y el 5% a entidades públicas.

Figura 21. Organización / Producto – servicio.

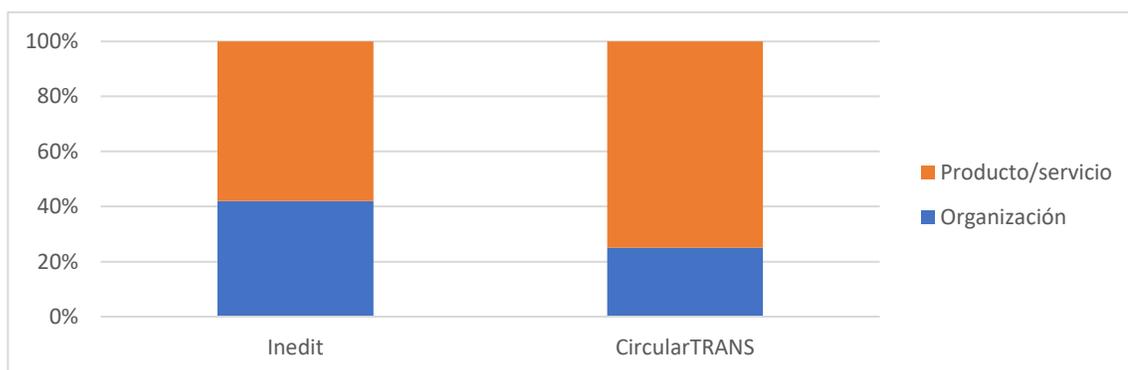


Figura 21. Variables de interés relacionadas al instrumento de investigación. Elaboración propia basado en "Medición de la circularidad en organizaciones: revisión de herramientas y caso de aplicación. Valls-Val, et al. 2021.

El 42% de las preguntas de Inedit se enfocan a la organización mientras que el 58% restante al producto/servicio. Mientras que solo el 25% de las preguntas de CircularTRANS se enfocan en la organización, el 75% restante al producto/servicio.

Figura 22. Etapa del ciclo de vida.

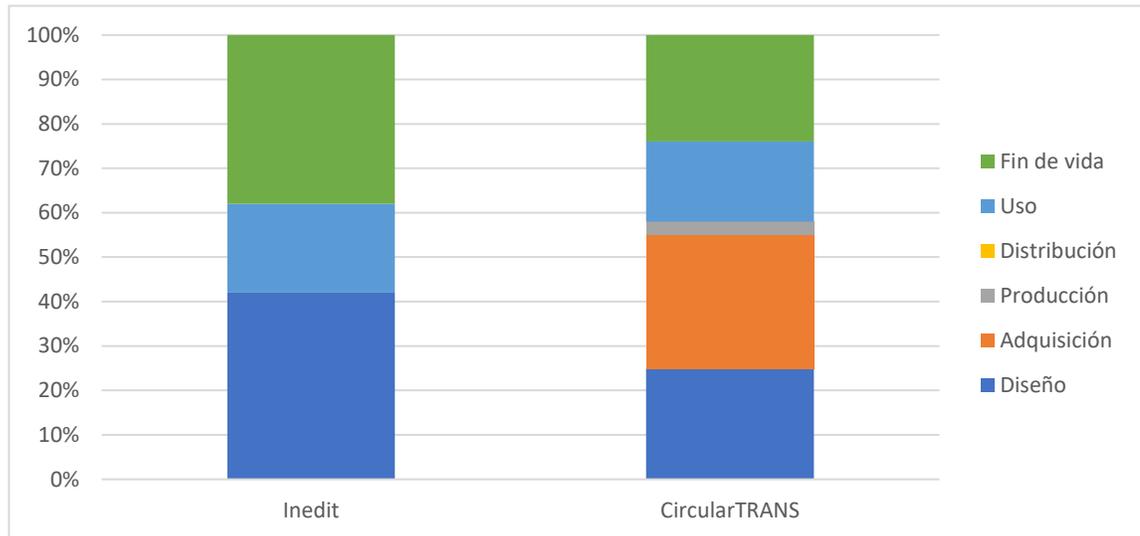


Figura 22. Variables de interés relacionadas al instrumento de investigación. Elaboración propia basado en "Medición de la circularidad en organizaciones: revisión de herramientas y caso de aplicación. Valls-Val, et al. 2021.

Con los aspectos relevantes definidos, se procedió a asignar un código interno a cada categoría, en el caso de la herramienta Inedit. cuenta con una sola categoría por lo que se procedió a solo asignar el código interno de las preguntas P1 al P13. Respecto a la herramienta CircularTRANS se procedió a asignar el código interno a las categorías del CT01 al CT10 donde cada categoría está compuesta por un número determinado de preguntas, con los códigos internos T01 al T73 respectivamente.

La tabla 14 a continuación presenta las preguntas, el código interno y la tipología de las preguntas de la herramienta digital Inedit.

Tabla 14. Información preguntas herramienta digital. Elaboración propia basado en preguntas herramienta digital Inedit.

Pregunta	Código interno pregunta	Tipología
Proximidad de los proveedores	P1	Selección múltiple
Políticas de compra verde	P2	Selección múltiple
Plan de estrategia energética con criterios sostenibles	P3	Selección múltiple
Productos reciclables	P4	Selección múltiple
Trazabilidad de la cadena de proveedores	P5	Selección múltiple
Cuantificación del impacto ambiental con visión de ciclo de vida	P6	Selección múltiple
Generación de residuos peligrosos/especiales	P7	Selección múltiple
Residuos generados durante el uso de los productos vendidos por la empresa	P8	Selección múltiple
Porcentaje de desperdicios y mermas de alimentos (relación entre el peso de los residuos orgánicos y el peso total de producción)	P9	Selección múltiple
Envasado (Packaging)	P10	Selección múltiple
Productos vendidos como servicios	P11	Selección múltiple
Servicio de recuperación/recolección de productos usados para su reutilización	P12	Selección múltiple
Aprovechamiento alimentario	P13	Selección múltiple

La tabla 15 a continuación presenta información respecto de la herramienta digital Inedit. Debido a la cantidad de preguntas, el desglose de las 77 preguntas se encuentra asociado junto al código interno en el **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 15. Información preguntas herramienta digital. Elaboración propia basado en preguntas herramienta digital CircularTRANS.

Instrumento	Categoría	Código interno categoría	Código interno pregunta	Tipología
CircularTRANS	Proveedores	CT01	T01 al T10	Escala 1 al 5
	Clientes	CT02	T10 al T15	Escala 1 al 5
	Tecnológico	CT03	T16 al T17	Escala 1 al 5
	Político legal	CT04	T18 al T22	Escala 1 al 5
	Económico	CT05	T23 al T24	Escala 1 al 5
	Sociocultural	CT06	T25 al T27	Escala 1 al 5
	Medio ambiental	CT07	T28 al t29	Escala 1 al 5
	Procesos estratégicos	CT08	T30 al T40	Escala 1 al 5
	Procesos operativos	CT09	T41 al T66	Escala 1 al 5
	Procesos de apoyo	CT10	T67 al t77	Escala 1 al 5

Descripción breve herramientas de recolección de información a utilizar

Las herramientas digitales para la recolección de información utilizadas en este estudio corresponden a Inedit (2022) y CircularTRANS (2021). Ambas herramientas han sido desarrolladas para recolectar información desde el nivel micro de implementación de la economía circular como se mencionó anteriormente en este capítulo. La siguiente información describe brevemente cada herramienta digital respecto a su documentación oficial.

Breve descripción herramienta digital Inedit

La herramienta digital Inedit recolecta información desde el nivel micro de investigación de la economía circular, permite a quien la utilice obtener una autoevaluación a nivel cualitativo respecto al grado de implementación de la economía circular en la organización. Esta herramienta cuenta con varios casos de éxito en áreas de sostenibilidad, eco innovación, entre otras áreas para empresas y organizaciones. Esta herramienta digital aborda el sector agroalimentario, industrial, comercial y servicios como sus distintos subsectores, en el caso de este estudio, el sector agroalimentario.

Breve descripción herramienta CircularTRANS

La herramienta digital CircularTRANS recolecta información desde el nivel micro de investigación de la economía circular, al igual que la herramienta descrita anteriormente, permite obtener información a nivel cualitativo respecto al grado de implementación de la economía circular a través un proceso compuesto por etapas. Estas etapas corresponden al diagnóstico, el resultado correspondiente y el plan de acción sugerido generados por la herramienta digital. además de estas características incluye módulos de formación con información teórica y ejemplos de buenas prácticas respecto a la economía circular.

3.4. Diseño investigación

Luego de definido el caso de estudio y las herramientas digitales para recolección de información en las secciones anteriores de este capítulo. El proceder de esta investigación en esta sección es definir en etapas el continuar de la metodología.

3.4.1. Primera etapa

Para iniciar la recolección de datos, se procedió a traspasar las preguntas de las herramientas digitales a la plataforma de formularios autoadministrado de Google Forms (<https://docs.google.com/forms/>). Este formulario quedo dividido en tres secciones. La primera correspondiente a los datos de quien responde. La segunda con las preguntas del instrumento Inedit y la tercera parte Las preguntas del instrumento CircularTRANS.

Una vez redactado se procedió a revisar este formulario en la reunión semanal junto a la contraparte del PER-Maule Alimenta, en paralelo se redactó una carta de invitación a las empresas pertenecientes al PER-Maule Alimenta junto con la descripción de la investigación, el propósito y el link del formulario (**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**

3.4.2. Segunda etapa

La segunda etapa corresponde a la aplicación del formulario de recolección de datos. Se procedió a enviar el formulario de invitación a la investigación personalmente a las organizaciones correspondiente a las empresas del caso de estudio descritas en la sección 3.2 de este capítulo. Una vez obtenidas las respuestas por parte de las empresas se recolectaron los datos de las secciones del formulario por separado.

3.4.3. Tercera etapa

La tercera etapa corresponde a los resultados de la investigación, se procesaron los datos de cada organización en las herramientas digitales correspondientes. Una vez procesados los datos se procedió a redactar el análisis de los resultados obtenidos dividiendo el capítulo 4 en tres secciones para analizar y comparar los indicadores y reportes obtenidos a través de las herramientas digitales.

Capítulo 4: Resultados

A continuación se presentan los resultados y descubrimientos de la investigación obtenidos a través de la metodología propuesta. Para estructurar los resultados y descubrimientos de la investigación, este capítulo es dividido en tres secciones.

La primera sección presenta los indicadores de economía circular obtenidos por las organizaciones del caso de estudio, junto con la comparativa de estos. La segunda sección presenta el análisis de los indicadores obtenidos por las organizaciones junto a su interpretación. La tercera sección presenta el resumen del reporte global generado por la combinación de recomendaciones entregadas por las herramientas digitales de diagnóstico de la economía circular para las organizaciones.

4.1. Indicadores de economía circular

4.1.1. Resultados herramienta digital Inedit

Los resultados a continuación corresponden al indicador global obtenido al procesar las respuestas P1 a la P13 proporcionadas por las organizaciones del caso de estudio en la herramienta digital de diagnóstico Inedit.

Tabla 16. Indicador herramienta Inedit. Elaboración propia basado en resultados herramienta digital Inedit.

Organización	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	Índice de circularidad
E01	C	B	B	B	B	A	C	C	B	B	B	B	C	75%
E02	C	B	A	B	B	A	A	B	B	A	A	A	B	31%
E03	C	A	A	A	B	B	B	A	C	A	A	A	C	41%
E04	A	C	B	A	B	B	C	C	B	A	A	B	C	57%
E05	B	A	A	A	A	A	C	B	D	C	A	B	B	49%
E06	B	A	B	B	B	A	C	B	B	A	A	B	B	42%
E07	C	A	A	B	B	A	C	A	C	A	A	A	C	43%
E08	C	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	A	C	46%

4.1.2. Resultados herramienta digital CircularTRANS

La sección a continuación corresponde a los resultados obtenidos al procesar los datos por la herramienta digital. Las respuestas obtenidas en las categorías CT01 a la CT10 (Anexo 3) son utilizadas por la herramienta CircularTRANS para generar los indicadores parciales esperados.

Tabla 17. Indicadores parciales esperados. Elaboración propia basado en resultados CircularTRANS.

Indicador	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Repensar el modelo de negocio	2,9	1,7	1,4	3,4	3,1	1,8	2,5	2,8
Optimizar recursos	3,6	2,7	2,8	3,4	2,9	2,8	3,2	3,2
Alargar la vida útil	1,2	2	2,6	3	2,8	3,2	1,5	3,1
Fin de vida / cierre de ciclo	2,2	1,6	1,7	2,9	3,2	1,4	1,3	3,1
Procesos estratégicos	3,8	2,5	2	5	4	2,7	3,3	4,1
Procesos operativos	1,6	1,1	1,1	1,3	1,7	1,1	1,2	1,4
Procesos de apoyo	3,9	2,5	2,6	4,4	4,7	3,1	2,9	3,5

A través de los siete indicadores mencionados en la tabla anterior, la herramienta digital CircularTRANS genera el indicador global de nivel de madurez. La tabla 18 a continuación desglosa estos resultados.

Tabla 18. Indicador global nivel de madurez. Elaboración propia basada en resultados CircularTRANS.

Indicador	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Nivel de madurez	2,9	1,9	1,7	3,5	3,2	2,1	2,4	3

Valls-Val, et al. (2022) propone transformar los indicadores a una escala común para una mejor comprensión. La tabla a continuación presenta los indicadores de ambas herramientas extrapolados en una escala común del 1 al 100. La tabla 19 a continuación presenta la comparativa de todos los indicadores obtenido.

Tabla 19. Indicadores parciales extrapolados. Elaboración propia basada en resultados herramientas digitales.

Indicador	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Repensar el modelo de negocio	58	34	28	68	62	36	50	56
Optimizar recursos	72	54	56	68	58	56	64	64
Alargar la vida útil	24	40	52	60	56	64	30	62
Fin de vida / cierre de ciclo	44	32	34	58	64	28	26	62
Procesos estratégicos	76	50	40	100	80	54	66	82
Procesos operativos	32	22	22	26	34	22	24	28
Procesos de apoyo	78	50	52	88	94	62	58	70

La tabla 20 a continuación desglosa el indicador global obtenido por cada organización asociado a su escala de evaluación.

Tabla 20. Indicador global nivel de madurez extrapolados. Elaboración propia basada en resultados herramientas digitales.

Organización	Nivel de madurez	Nivel	Nombre nivel
E01	58%	3	Operativo
E02	38%	2	Básico
E03	34%	1	Incipiente
E04	70%	4	Compromiso
E05	64%	3	Operativo
E06	42%	2	Básico
E07	48%	2	Básico
E08	60%	3	Operativo

4.1.3. Comparativa indicadores obtenidos herramientas digitales

Las tablas descritas anteriormente desglosan los indicadores parciales y globales de carácter cualitativo obtenidos por las herramientas digitales de diagnóstico de la economía circular utilizadas para la recolección de información, este apartado compara los indicadores obtenidos como lo recomienda la metodología utilizada. La tabla 21 a continuación muestra la comparativa de los indicadores parciales obtenidos.

Tabla 21. Comparativa resultados escala común del 1 al 100. Elaboración propia basada en resultados herramientas digitales.

Indicador	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Repensar el modelo de negocio	58	34	28	68	62	36	50	56
Optimizar recursos	72	54	56	68	58	56	64	64
Alargar la vida útil	24	40	52	60	56	64	30	62
Fin de vida / cierre de ciclo	44	32	34	58	64	28	26	62
Procesos estratégicos	76	50	40	100	80	54	66	82
Procesos operativos	32	22	22	26	34	22	24	28
Procesos de apoyo	78	50	52	88	94	62	58	70

La tabla 22 a continuación presenta la comparativa de los indicadores globales obtenidos por ambas herramientas digitales en porcentaje.

Tabla 22. Comparativa indicadores globales con escala común del 1 al 100. Elaboración propia basada en resultados herramientas digitales.

Indicador	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Índice de circularidad	75%	31%	41%	57%	49%	42%	43%	46%
Nivel de madurez	58%	38%	34%	70%	64%	42%	48%	60%
Diferencia puntaje entre indicadores	17%	7%	7%	13%	15%	0%	5%	14%

4.2. Análisis e interpretación de los indicadores de economía circular obtenidos.

- Indicadores parciales.

La figura 23 y 24 a continuación agrupa los distintos indicadores parciales obtenidos por las empresas.

Figura 23. Indicadores parciales parte 1.

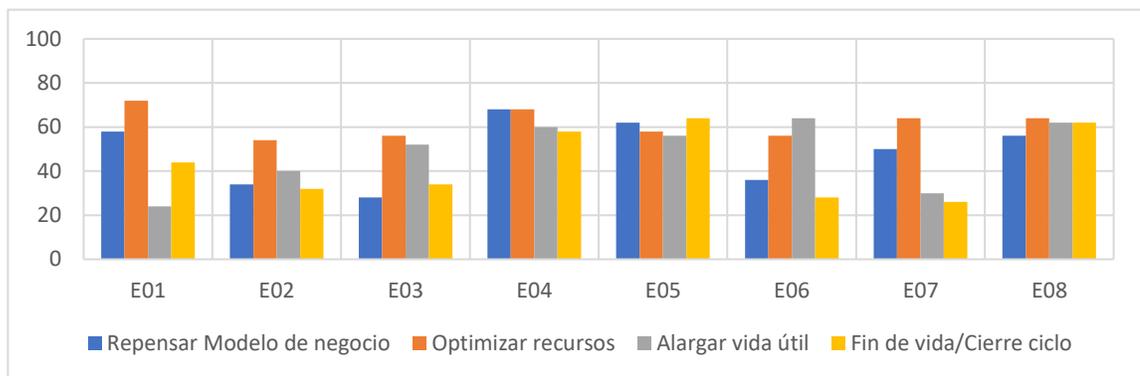


Figura 23. Indicadores parciales parte 1. Elaboración propia basado en indicadores obtenidos por las organizaciones.

Figura 24. Gráficos indicadores parciales parte 2.

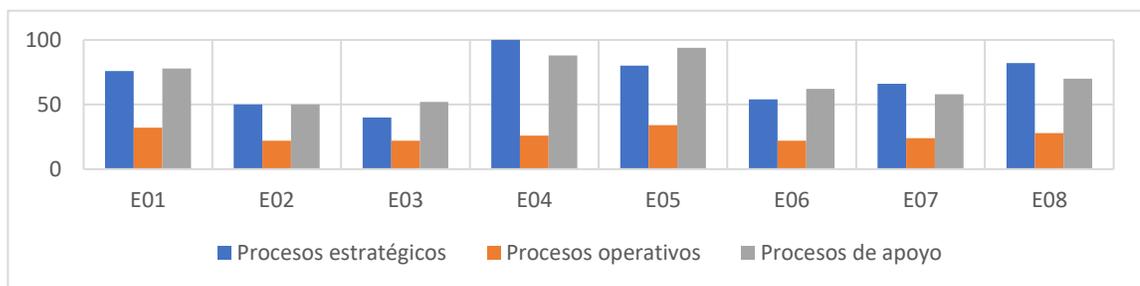


Figura 24. Indicadores parciales parte 2. Elaboración propia basado en indicadores obtenidos por las organizaciones.

La tabla 21 a continuación presenta la interpretación con respecto a la escala de evaluación de las figuras 23 y 24 presentadas anteriormente.

Tabla 23. Análisis datos gráficos indicadores figura 23. Elaboración propia basado en indicadores organizaciones caso de estudio.

Indicador	Interpretación
Repensar modelo de negocio	Las organizaciones están por sobre el nivel básico, el 75% de las organizaciones están sobre el nivel 2 o etapa básica, con indicios de que la organización se encuentra alineando sus procesos a los principios de la economía circular. A su vez el 50% de las organizaciones se encuentra en el nivel 3 de la escala de evaluación.
Optimizar recursos	Todas las organizaciones están por sobre el nivel 3 o nivel operativo, donde las formas en que trabajan respecto a la optimización de recursos están alineados a los principios de la economía circular.
Alargar vida útil	La mayoría de las organizaciones están por sobre el nivel 2 o nivel básico, incluyendo en sus operaciones lineamientos hacia una economía circular.
F.V/C.C	El 42% de las organizaciones se encuentran sobre el nivel básico, existiendo indicios de que las organizaciones desean alinear sus procesos en esta actividad a los principios de la economía circular.
Procesos estratégicos	Las organizaciones se encuentran entre el nivel 1 y nivel 2, sus acciones en este proceso son limitadas pero existen indicios de que las organizaciones desean alinear sus actividades y sus procesos operativos hacia la economía circular.
Procesos operativos	Las organizaciones están por sobre el nivel básico, Sobre el 50% de las empresas se encuentran en el nivel 4 o etapa de compromiso con sus procesos estratégicos alineados a los principios de la economía circular.
Procesos de apoyo	La mayoría de las organizaciones se encuentra en un el nivel 3 o nivel operativo respecto a este indicador. El 28% de las organizaciones se encuentra sobre el nivel 4 o nivel de compromiso, alineando el modelo de negocio, y la propuesta de valor con los principios de la economía circular.

- **Indicadores globales.**

La figura 25 a continuación agrupa los indicadores globales obtenidos por las empresas.

Figura 25. Indicadores globales.

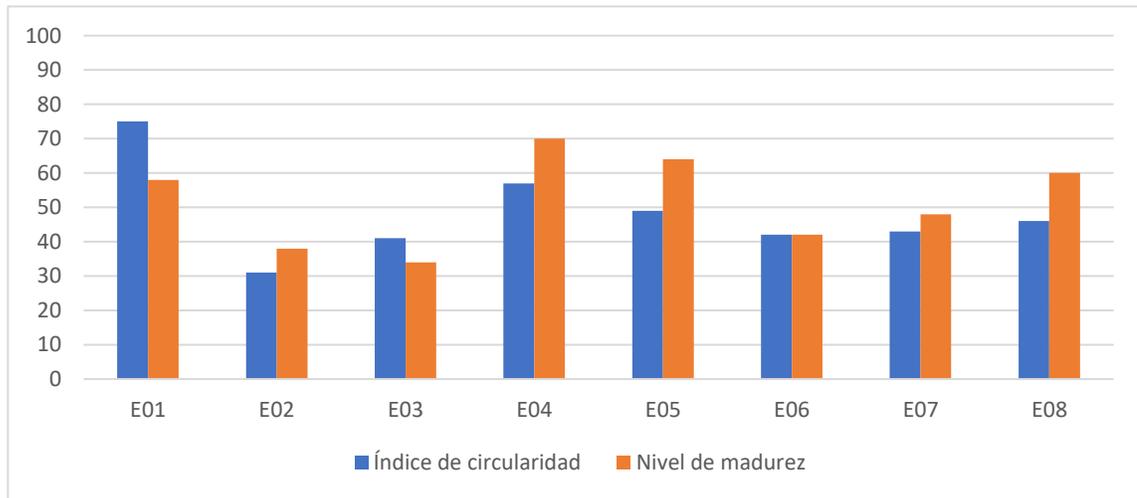


Figura 25. Indicadores globales. Elaboración propia basado en indicadores obtenidos por las organizaciones del caso de estudio.

Tabla 24. Interpretación indicadores globales figura 25. Elaboración propia basado en indicadores obtenidos.

Indicador	Interpretación
Índice de circularidad	Este indicador proporciona un primer acercamiento respecto a la economía circular en la organización. Considerando las variables que contempla este instrumento, en general las empresas se encuentran en un nivel de transición hacia modelos de economía circular.
Nivel de madurez	En su mayoría están sobre el nivel básico, existen indicios de que la organización está alineando su estrategia con los principios de la economía circular, el 50% de las empresas se encuentran en el nivel 3 o nivel operativo, alineando las formas de trabajo con dichos principios de circularidad.

4.3. Reporte economía circular.

La sección a continuación agrupa las recomendaciones generadas por las herramientas digitales en su reporte compuesto por los aspectos para fortalecer del contexto interno, la percepción del contexto externo, aspectos a mejorar e interés a capacitar. Este reporte de economía circular se elaboró para cada organización del caso de estudio a partir de los indicadores y las respuestas del instrumento de recolección de información utilizado para el análisis del grado de implementación de la economía circular.

La tabla 25 a continuación presenta la estructura del reporte generado junto con el nombre de la herramienta que proporciona dicha información. Dicho reporte se entregó al programa estratégico regional Maule alimenta para su difusión.

Tabla 25. Estructura reporte economía circular. Elaboración propia basado en reportes generados por herramientas digitales.

Herramienta digital	Estructura
CircularTRANS	Aspectos para fortalecer del contexto interno.
CircularTRANS	La percepción de contexto externo.
Inedit	Aspectos para mejorar.
CircularTRANS	Interés en capacitar.

- **Aspectos para fortalecer del contexto interno.**

La tabla 26 y 27 a continuación presenta los aspectos a fortalecer basado en las respuestas del formulario junto con el código de la organización a las que se le recomienda dichos aspectos a fortalecer.

Tabla 26. Aspectos para fortalecer parte 1. Elaboración propia basado en recomendaciones herramienta digital.

Aspectos para fortalecer	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
Valorar aumentar los esfuerzos en la vigilancia tecnológica del sector.			x				x	x
Valorar cómo comunicar los pasos que debe seguir el cliente una vez el producto quede en desuso.		x	x			x	x	
Valorar el empleo de material/componentes reciclables y facilitar dicha labor.		x				x		
Valorar el empleo de materiales reciclados en lugar de material virgen.	x	x	x			x	x	x
Valorar cómo fomentar la reutilización de los embalajes.		x				x	x	
Valorar emplear materiales que puedan ser compostables en su fin de vida.		x	x			x		
Valorar realizar labores de comunicación interna en la concienciación sobre desarrollo sostenible.	x	x	x			x	x	
Valorar redirigir la estrategia para asegurar alargar al máximo la vida útil de la oferta que realiza la organización.	x	x					x	
Valorar si la economía circular puede ser un argumento de venta de los productos/servicios.		x	x	x		x	x	
Valorar redirigir la organización hacia la innovación de modelos de negocio circulares.		x	x			x	x	
Valorar si existe posibilidad de instalar sistemas de recuperación energética para la planta.		x	x	x	x		x	
Valorar si ofrecer soluciones de economía circular a los productos en su fin de vida puede ser estratégico.	x	x	x			x	x	

Tabla 27. Aspectos para fortalecer parte 2. Elaboración propia basado en recomendaciones herramienta digital.

Aspectos para fortalecer	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08
La organización no realiza ningún tipo de informe sobre desarrollo sostenible, podría ser una buena opción para enseñar lo que la empresa realiza en ese campo.		x	x				x	x
Las instalaciones no tienen realizada la valoración energética o tiene un resultado bajo.		x				x	x	x
Por lo general la plantilla desconoce qué es la economía circular. Valorar impartir formación en temas relevantes.	x	x	x			x		
Se trabaja para que los equipos instalados sean de bajo consumo.				x				
Valorar aumentar la colaboración con otras partes interesadas.			x			x		
Valorar aumentar la inversión en iniciativas de economía circular.	x	x	x			x		x
Valorar emplear embalajes compostables.	x	x	x			x	x	
Valorar incorporar la economía circular a la estrategia de la organización.			x			x	x	
Valorar instalar o modificar instalaciones para optimizar el consumo.	x	x					x	
Valorar mantener una comunicación fluida con el cliente o usuario final, lo que permitiría conocer las condiciones de uso de los productos.		x						
Valorar cómo optimizar el uso de embalaje.						x	x	
Valorar implementar criterios para la compra de elementos que antes tenían otro uso.	x	x	x			x		

- **percepción de contexto externo.**

La tabla 28 y 29 a continuación presenta percepción de contexto externo basado en las respuestas del formulario junto con el código de la organización a las que se le recomienda dichos aspectos a fortalecer.

Tabla 28. Percepción de contexto externo parte 1. Elaboración propia basado en reporte herramientas digitales.

Percepción del contexto externo	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	Entorno
Se realiza una vigilancia continuada de los posibles cambios legislativos que afecten a la organización.	x	x	x	x	x	x	x	x	político legal
Se esperan cambios legislativos que afectarán al sector.	x	x		x	x			x	
No se esperan cambios significativos en la legislación que aplica al sector.			x			x	x		
La organización está preparada para responder a los cambios legales que pudiera haber.	x	x		x	x		x	x	
Valorar cómo prepararse para responder a los cambios legislativos que podrían afectar al sector.			x			x			
Se participa en foros para influir en la definición de nuevas políticas públicas.	x	x			x		x		
Aunque la coyuntura económica no sea la ideal, valorar cómo buscar oportunidades dentro de la economía circular.	x	x	x					x	Económico
La coyuntura económica es la propicia para poner en marcha proyectos de economía circular.				x	x	x	x		
Se participa en proyectos financiados de economía circular.				x				x	
Valorar participar en proyectos financiados de economía circular	x	x	x			x	x		

Tabla 29. Percepción de contexto externo parte 2. Elaboración propia basado en reporte herramientas digitales.

Percepción del contexto externo	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	Entorno
La sociedad valora las iniciativas basadas en la economía circular y la sostenibilidad.	x	x		x		x		x	Sociocultural
Se tiene la percepción de que la sociedad está dispuesta a pagar más por un producto sostenible.	x	x	x	x			x	x	
No se tiene la percepción de que la sociedad esté dispuesta a pagar más por un producto sostenible.					x	x			
La imagen de la empresa es la de una empresa medio ambientalmente responsable.	x	x		x	x	x		x	
Buscar que la imagen de la empresa sea la de una empresa medio ambientalmente responsable.			x				x		
Se conocen las tendencias tecnológicas del sector.	x	x				x	x	x	tecnológico
Se conocen las tendencias tecnológicas sobre los procesos productivos del sector.				x	x	x	x	x	
Se podrían mejorar los conocimientos tecnológicos sobre lo procesos productivos empleados por la organización.				x					
El impacto ambiental generado por la organización no es elevado.	x	x	x			x	x		Medioambiental
El impacto ambiental generado por la organización puede ser considerable. Valorar cómo disminuir dicho impacto.				x					
El entorno medio ambiental no afecta a las labores diarias de la organización.	x	x				x	x		

- Aspectos para mejorar

La tabla 30 y 31 a continuación presenta los aspectos para mejorar basado en las estrategias de economía circular del reporte generado por la herramienta digital Inedit incluido en el reporte general entregado a las organizaciones.

Tabla 30. Aspectos para mejorar parte 1. Elaboración propia basado en reporte herramienta digital Inedit.

Estrategia	Propuesta
Recursos	<ul style="list-style-type: none">- Analizar la cadena de suministro desde la óptica de la sostenibilidad con el fin de implementar una estrategia de compras que integre criterios de circularidad.- Cuantificar el impacto ambiental de las materias primas para identificar puntos débiles y estudiar alternativas más sostenibles, eficientes y económicas.- Incluir criterios de compra verde relacionados con la utilización de recursos y la producción y consumo sostenibles, el cambio climático, etc., para adquirir productos y servicios con un impacto ambiental reducido.- Realizar un análisis de la cadena de proveedores para determinar su estructura a todos los niveles y sus prácticas de sostenibilidad, con el fin de identificar puntos débiles y oportunidades de mejora.
Fabricación y distribución	<ul style="list-style-type: none">- Cuantificar el impacto ambiental de los procesos de fabricación y distribución permitirá realizar un análisis para encontrar mejoras potenciales que reduzcan el uso de materias primas, residuos y emisiones, ahorrando costes y minimizando el impacto ambiental.- Cuantificar el impacto ambiental de los productos para identificar puntos débiles que permitan aplicar estrategias de ecodiseño para cumplir normativas, ahorrar costes y reducir el impacto.- Incluir criterios sostenibles en la estrategia energética, mejorando la eficiencia energética para reducir el consumo y aumentando el uso de energías procedentes de fuentes renovables.- Cuantificar los impactos ambientales de la actividad de la empresa y obtener las certificaciones ambientales más adecuadas.- Aplicar estrategias de prevención para evitar el desperdicio alimentario.- Realizar proyectos de ecodiseño que identifiquen oportunidades de mejora del packaging para maximizar su sostenibilidad a lo largo de todo su ciclo de vida.

Tabla 31. Aspectos para mejorar parte 2. Elaboración propia basado en reporte herramienta digital Inedit.

Estrategia	Propuesta
Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Eco diseñar una o más categorías de producto para alargar su vida útil, minimizar el impacto ambiental, fidelizar a los clientes y mejorar la competitividad y la percepción social de la empresa. - Estudiar nuevas líneas de negocio basadas en la servitización, minimizando el impacto ambiental de la empresa y ahorrando costes nuevos al tiempo que evoluciona el modelo de negocio y se aumenta la interacción positiva con los clientes. - Repensar los productos para minimizar la cantidad de residuos que generan durante su uso: evitando residuos derivados de recargas o consumibles y envases / embalajes (especialmente los de un solo uso).
Reúso	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la mejora ambiental y económica que supone la sustitución de líneas de negocio asociadas a productos no pensados para la reutilización. - Realizar un estudio de las estrategias de reusó utilizadas por empresas del sector y cómo integrarlas para mejorar la competitividad de la empresa. - Ofrecer a los clientes un servicio de recuperación/recolección de productos (o envases) utilizados, alargando su vida útil. - Dar una segunda vida a los alimentos/productos alimentarios descartados mediante valorización material (donaciones a organizaciones benéficas, bancos de alimentos, etc.) o energética (generación de energía).
Reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> - Eco diseñar una o más categorías de producto para determinar materiales que pueden ser sustituidos por otros materiales reciclables, minimizando el impacto ambiental, fidelizando a los clientes y mejorando la competitividad y la percepción social de la empresa. - Desarrollar estrategias Residuo Cero de reducción del impacto de los residuos, minimizando la generación y su gestión en vertederos como residuos indiferenciados.

- Aspectos para capacitar

Las empresas mostraron interés de capacitarse en las siguientes áreas relacionadas a los conceptos de la economía circular.

Figura 26 - Aspectos de interes para capacitación.

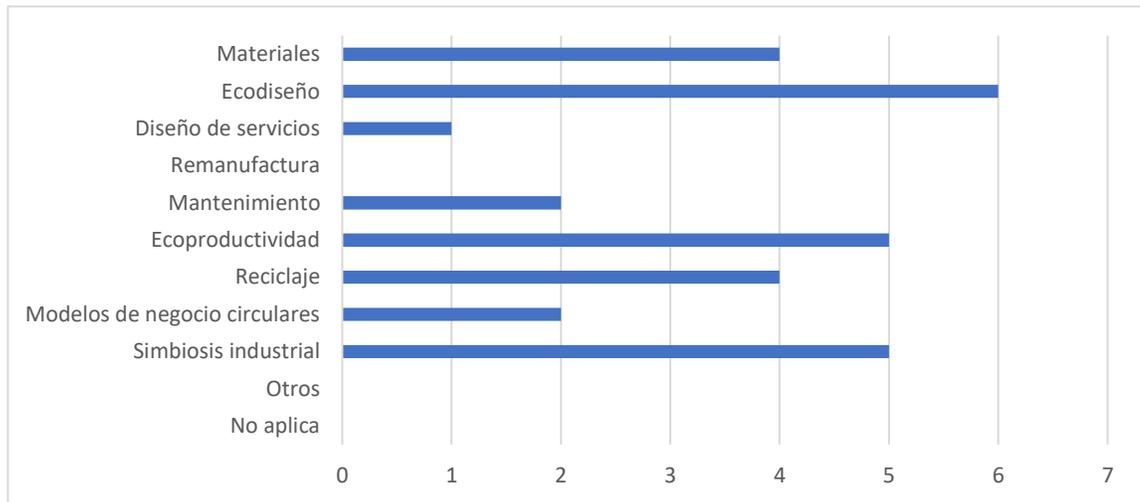


Figura 26. Aspectos de interes para capacitación. Elaboración propia basado en respuestas formulario.

Figura 27 – Criterios de interes para capacitación.

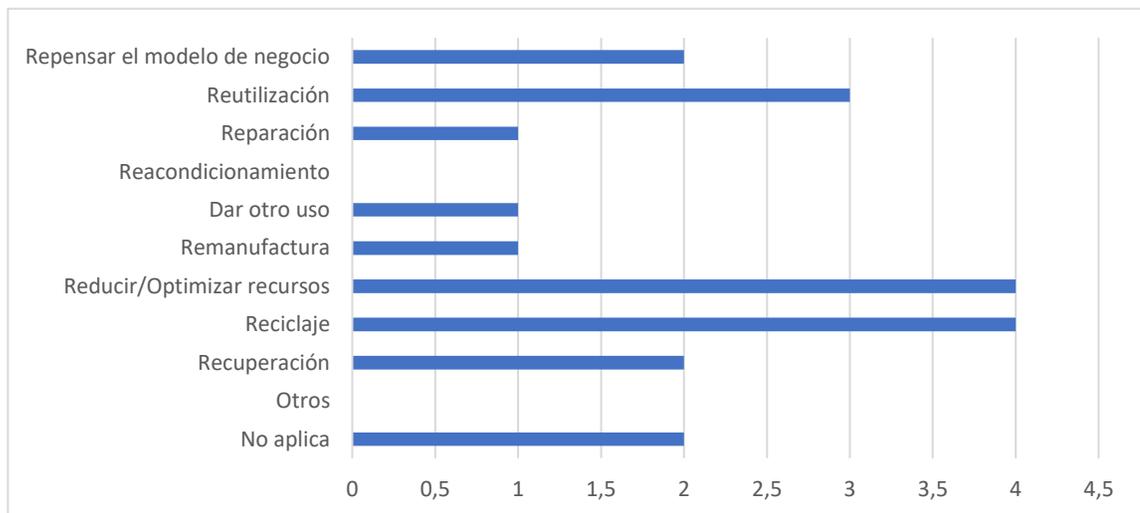


Figura 27. Criterios de interes para capacitación. Elaboración propia basado en respuestas formulario.

Capítulo 5: Discusiones y Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el grado de implementación de la economía circular para las empresas agroindustriales del programa Maule Alimenta en la región del Maule a través del uso de herramientas digitales de diagnóstico validadas por la literatura.

Como se mencionó en la metodología, el alcance de esta investigación se planteó desde el nivel micro, uno de los tres niveles de investigación e implementación de la economía circular (Prieto, et al., 2018; Kirchherr, et al., 2017; Yuan, Bi, y Moriguichi, 2006). Mediante el análisis de la literatura correspondiente realizada en el marco teórico y dadas las características de esta investigación se decidió utilizar como método para el análisis de la implementación de la economía circular a nivel micro el uso de herramientas digitales de diagnóstico validadas en la literatura.

Se analizaron las herramientas digitales para el diagnóstico de la economía circular (CircularTRANS, Inedit, MATChe, CM-FLAT, Circulytics, Acodea) desarrolladas para recolectar información de carácter cualitativo, cuantitativo o mixto a nivel micro, analizadas en la propuesta metodológica de Valls-Val, et al. (2022). Seleccionando las herramientas digitales (CircularTRANS, 2020) e (Inedit, 2022) dada las características del sector agroindustrial y debido a las variables de interés en que se enfocan estas herramientas.

Estas herramientas digitales para el diagnóstico de la economía circular proporcionaron los resultados y descubrimientos de la investigación, se extrapolaron estos resultados junto a la escala de evaluación de una de las herramientas digitales para generar una escala común del 1 al 100 para comparar los indicadores obtenidos como lo recomendaba la propuesta metodológica. Además una de las características de la escala de evaluación de la herramienta CircularTRANS son sus 5 niveles de evaluación para la economía circular (Incipiente, básico, operativo, compromiso, estratégico).

Se invito a participar a 8 empresas agroindustriales hortofrutícola y de alimentos ubicadas en la región del Maule las cuales pertenecen al PER-Maule Alimenta. Cada empresa designo a un encargado con experiencia en el área para responder el cuestionario de 90 preguntas, 13 y 73 preguntas respectivamente correspondientes a la información requerida por las herramientas digitales para realizar la evaluación. Este formulario estuvo disponible durante cuatro semanas, obteniendo la participación total de las empresas seleccionadas para participar en el caso de estudio.

Los resultados obtenidos pueden ser interpretado como un punto de partida para determinar el grado de implementación de la economía circular a través de los indicadores globales de carácter cualitativo obtenido por las empresas. Las empresas del caso de estudio obtuvieron puntajes sobre el nivel básico y operativo de la escala de evaluación en la mayoría de los indicadores, observando diferencias leves en algunos indicadores dependiendo el área o rubro en el que pertenece la organización.

De igual manera, los indicadores parciales que se obtuvieron sirvieron para obtener información relevante, como es el caso de las organizaciones que trabajan con alimentos congelados, conservas y deshidratados tienen mayor énfasis y puntaje en el indicador de extender la vida útil que las organizaciones que trabajan con materia prima vegetal o estacional dada las características perecederas de estas. A través del análisis de las respuestas y los diferentes indicadores cualitativos obtenidos se puede inferir que las organizaciones han tomado acciones en torno a los principios de la economía circular, difundiendo los principios de esta en los procesos estratégicos y dentro de la organización.

Además de los indicadores de economía circular, parte de los resultados entregados a las organizaciones del caso de estudio pertenecientes al PER-Maule Alimenta corresponde al robusto reporte con recomendaciones relevantes respecto a los aspectos a fortalecer del contexto interno, la percepción de contexto externo, los aspectos a mejorar y los aspectos a capacitar para cada organización generados a través de la combinación de los reportes generados por las herramientas digitales de diagnóstico de la economía circular.

Se destaca la gran colaboración por parte de la unidad de Formulación y Monitoreo de Proyectos de la Universidad de Talca y el programa estratégico regional para la agroindustria Maule Alimenta (PER-Maule Alimenta) en la investigación, siendo el nexo entre la investigación y las empresas del caso de estudio. La predisposición de las empresas y el énfasis del PER-Maule Alimenta en la transición de la economía circular fueron de gran ayuda y motivantes de esta investigación.

Los descubrimientos de la investigación son relevantes para el enriquecimiento de la literatura de la medición y análisis de la economía circular en empresas agroindustriales. Las organizaciones que fueron parte del caso de estudio lograron establecer un punto inicial con respecto a la evaluación o medición de los principios de la economía circular y la transición hacia ella, considerando que algunas organizaciones no contaban como medir o analizar qué tan implementada están los principios de la economía circular en la organización.

Los indicadores obtenidos en esta investigación concuerdan con las recomendaciones del estudio de Poponi, et al. (2022) y Velasco, et al. (2021) respecto a la facilidad de uso e interpretación del uso de nuevos indicadores que reflejen los múltiples procesos dentro de la agroindustria, que se oriente a uno de los tres niveles de investigación e implementación de la economía circular y que tenga en cuenta las áreas de sostenibilidad ambiental, económica y social.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas al contexto del caso de estudio y las limitaciones de este mismo. El caso de estudio al estar relacionado con el PER-Maule Alimenta solo se invitó a las empresas agroindustriales pertenecientes a este. Además debido a la falta de una metodología unificada para obtener información respecto a la economía circular en el nivel micro para empresas pertenecientes a la agroindustria, se utilizó la propuesta metodológica de Valls-Val, et al. (2022) para obtener información relevante a través de herramientas digitales de uso gratuito y libre para el análisis de economía circular de idioma inglés y español.

Otra limitante de este estudio fue que no se pudo recolectar información de carácter cuantitativo debido a que las herramientas digitales que permitían obtener

información de este tipo no se adaptaban a la investigación o no se contaba con los datos o registros históricos necesarios para ese tipo de análisis.

Para futuras investigaciones relacionadas al análisis o medición de la economía circular en organizaciones, se recomienda conocer el área o rubro que pertenezca la empresa a la que se le realiza el análisis, ya que las herramientas digitales en esta investigación fueron seleccionadas específicamente para empresas agroindustriales. además realizar la correcta aplicación del cuestionario y quien lo responda tenga conocimiento previo respecto a la organización.

El método utilizado para el análisis del grado de implementación de la economía puede ser replicado tanto para nuevas investigaciones como para nuevas empresas u organizaciones que deseen realizar un diagnóstico o análisis inicial con respecto a la economía circular, como también para las empresas que ya han sido evaluadas y desean actualizar los indicadores globales y parciales cada cierto periodo de tiempo.

Bibliografía

- ACODEA (2018). Circularity Calculator for Organisations. Solidforest. Disponible en <https://acodea.solidforest.com/>.
- Alaerts, L., Van Acker, K., Rousseau, S., De Jaeger, S., Moraga, G., Dewulf, J., ... & Eyckmans, J. (2019). Towards a more direct policy feedback in circular economy monitoring via a societal needs perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 363-371.
- Aznar-Sánchez, J. A., Mendoza, J. M. F., Ingrao, C., Failla, S., Bezama, A., Nemecek, T., & Gallego-Schmid, A. (2020). Indicators for circular economy in the agri-food sector. *Resour. Conserv. Recycl*, 163, 105028.
- Boza, S., Muñoz, J., Núñez, A., & Díaz-Lanchas, J. (2020). Dinámica de las exportaciones frutícolas chilenas desde una perspectiva regional (2008-2018). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 36(1), 26-34.
- CEPAL, N. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.
- Chiaraluce, G., Bentivoglio, D., & Finco, A. (2021). Circular economy for a sustainable agri-food supply chain: A review for current trends and future pathways. *Sustainability*, 13(16), 9294.
- CircularTRANS (2020). Herramienta para el diagnóstico de economía circular Mondragón university. Disponible en <https://www.mondragon.edu/circulartrans/es/login>.
- Circulytics (2020). Measuring circularity. ellen MacArthur foundation. Disponible en <https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview>
- Competitiveness. (2015). Consultoría para Identificación de Brechas y Construcción de Hoja de Ruta del Programa Estratégico - Diseño "Agroindustria para el desarrollo" Región del Maule.

- CONICYT. 2007. The fruit sector in Chile Research capabilities and science & technology development areas. CONICYT, Santiago, Chile. Disponible en http://repositorio.conicyt.cl/bitstream/handle/10533/206966/EL_SECTOR_FRUTICOLA_EN_CHILE.pdf (Consulta 05 mayo 2022)
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Carreón, J. R., & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104498.
- Da Costa Pimenta, C. C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, (35), 1-18.
- Ellen MacArthur, F. (2015). Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition. *Ellen MacArthur Foundation Cowes*.
- Esposito, B., Sessa, M. R., Sica, D., & Malandrino, O. (2020). Towards circular economy in the agri-food sector. A systematic literature review. *Sustainability*, 12(18), 7401.
- FAO. 2012. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma.
- FAO. 2022. FAOSTAT. Forestal Producción y Comercio. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FO> (Consulta el 23 de mayo del 2022)
- FAO. 2022. FAOSTAT. Nuevos balances de alimentos. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS> (Consulta el 23 de mayo del 2022)
- FDF. 2013. guía de buenas prácticas de sustentabilidad en la industria frutícola de Chile: implementación y autoevaluación en huertos. disponible en http://www.fdf.cl/chilegap/sustentabilidad/portada_guia/guia_b_p_sustentabilidad.pdf (Consulta 08 de mayo 2022)
- García-Baquero, R. D. (2020). Agroindustria 4.0, la era de la información y la conectividad. *Mercacei magazine*, (104), 56-61.

- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771–782. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>
- Geissdoerfer, Martin, et al. "The Circular Economy—A new sustainability paradigm?" *Journal of cleaner production* 143 (2017): 757-768.
- Hu, J., Xiao, Z., Zhou, R., Deng, W., Wang, M., & Ma, S. (2011). Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. *Journal of Cleaner Production*, 19(2-3), 221-228.
- Inedit (2022). Autoevalúate. Herramienta de autodiagnóstico en economía circular. Disponible en: <https://circular.ineditinnova.com>.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.
- Lacy, P., Long, J., & Spindler, W. (2020). How Can Businesses Accelerate the Transition to a Circular Economy. In *World Economic Forum: Cologny, Switzerland*.
- Leube, M., & Walcher, D. (2017). Designing for the next (Circular) Economy. An appeal to renew the Curricula of Design Schools. *The Design Journal*, 20(sup1), S492-S501.
- Masi, D., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., & Godsell, J. (2018). Towards a more circular economy: exploring the awareness, practices, and barriers from a focal firm perspective. *Production Planning & Control*, 29(6), 539-550.
- ODEPA. 2010. Chile y el Mercado Mundial de la Fruta Industrializada. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2311.pdf>. (Consulta 10 de mayo 2022).
- ODEPA. 2012. Actualización del catastro de la agroindustria hortofrutícola chilena. Disponible en <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/9083/CatastroAgroindustrial2012.pdf> (Consulta 09 de mayo 2022)

- ODEPA. 2017. Agricultura chilena. Reflexiones y desafíos al 2030. 1a. edición. Disponible en https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/ReflexDesaf_2030-1.pdf (Consulta 06 de mayo 2022)
- ODEPA. 2019. Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario Chileno. ODEPA, Santiago, Chile. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/EstEconomiaCircular2019.pdf>. (Consulta 02 mayo 2022)
- ODEPA. 2019. Panorama de la agricultura chilena – 2019. ODEPA, Santiago, Chile. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf> (Consulta 02 mayo 2022)
- ODEPA. 2020. Evolución de la Fruticultura Chilena en los Últimos 20 Años. Disponible en <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/70234/evolucionFruticulturachilena.pdf> (consulta 06 de mayo 2022)
- ODEPA. 2022. Boletín de la fruta año 2022. Disponible en <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZThmY2EwZDAzMWMxYy00MjIyLWl5ZjAtYTJiMTdhYTM1MmRkIiwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZlNmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZlNWZhMCI9ImMiOjR9> (consulta 23 de mayo 2022)
- Park, J., Sarkis, J., & Wu, Z. (2010). Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*, 18(15), 1494-1501.
- Pavlović, A., Nestić, S., & Bošković, G. (2021). Circular economy management in business organizations using digital technologies. *Serbian Journal of Engineering Management*, 6(1), 22-29.
- Poponi, S., Arcese, G., Pacchera, F., & Martucci, O. (2022). Evaluating the transition to the circular economy in the agri-food sector: Selection of indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 176, 105916.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of cleaner production*, 179, 605-615.

- Roos Lindgreen, E., Mondello, G., Salomone, R., Lanuzza, F., & Saija, G. (2021). Exploring the effectiveness of grey literature indicators and life cycle assessment in assessing circular economy at the micro level: a comparative analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(11), 2171-2191.
- Sacco, P., Vinante, C., Borgianni, Y., & Orzes, G. (2021). Circular economy at the firm level: A new tool for assessing maturity and circularity. *Sustainability*, 13(9), 5288.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542-559.
- Stillitano, T., Spada, E., Iofrida, N., Falcone, G., & De Luca, A. I. (2021). Sustainable agri-food processes and circular economy pathways in a life cycle perspective: State of the art of applicative research. *Sustainability*, 13(5), 2472.
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of cleaner production*, 214, 952-961.
- Toop, T. A., Ward, S., Oldfield, T., Hull, M., Kirby, M. E., & Theodorou, M. K. (2017). AgroCycle—developing a circular economy in agriculture. *Energy Procedia*, 123, 76-80.
- Torre-Marín, G. C., Granados, R. S., Herrera, G. R., & Martínez, F. R. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería*, 13(1), 63-70.
- UN FAO. (2019). The State of Food and Agriculture: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction. *The State of the World*.
- UN FAO. 2021. FAOSTAT. Nuevos balances de alimentos. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS> (Consulta 20 de mayo 2022)
- Urain, I., Eguren, J. A., & Justel, D. (2022). Development and validation of a tool for the integration of the circular economy in industrial companies: Case study of 30 companies. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133318.

- Valls-Val, K., Ibáñez-Forés, V., & Bovea, M. D. (2021). Medición de la circularidad en organizaciones: revisión de herramientas y caso de aplicación.
- Valls-Val, K., Ibáñez-Forés, V., & Bovea, M. D. (2022). How can organisations measure their level of circularity? A review of available tools. *Journal of Cleaner Production*, 131679.
- Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Gallego-Schmid, A. (2021). Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105618.
- Walzberg, J., Lonca, G., Hanes, R. J., Eberle, A. L., Carpenter, A., & Heath, G. A. (2021). Do we need a new sustainability assessment method for the circular economy? A critical literature review. *Frontiers in Sustainability*, 1, 12.
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006). The circular economy: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1-2), 4-8.

Anexos

La sección a continuación corresponde a los documentos anexos de la investigación.

Anexo 1. Invitación para la participación de este estudio.

Figura 28. Invitación para la participación de este estudio.



Invitación para la participación en el estudio

“Análisis del grado de implementación de la economía circular para las empresas del programa estratégico regional Maule Alimenta”

Estimados/as:

Por este medio, extiendo la invitación a participar en un estudio de Pregrado cuyo objetivo es entregar información respecto a la economía circular en las organizaciones pertenecientes al PER-Maule Alimenta. A través de esta encuesta se pretende generar datos para conocer el grado de implementación de la economía circular en las empresas, contribuyendo, además, con el cumplimiento de uno de los objetivos del PER-Maule Alimenta respecto al cambio estratégico de las empresas hacia una económica circular y gestión sustentable. Con esto se busca incorporar acciones en torno a la económica circular, permitiendo a través del análisis de circularidad visibilizar el estado actual, las brechas y los avances de las empresas en la transición a la economía circular.

La encuesta se encuentra en el link a continuación:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfcoPDuom1PFUFh2qaXlk5NGiBDE6UBXGYyLkGNMIS7MwXhyg/viewform>

Un cordial saludo, atentamente

Figura 28. Invitación para la participación de este estudio. Elaboración propia.

Anexo 2. Preguntas herramienta digital CircularTRANS.

Tabla 32. Preguntas instrumento de recolección de información CircularTRANS.

Elaboración propia basado en herramienta CircularTRANS.

Preguntas	Código interno
No tengo problemas de abastecimiento para mis componentes y materiales clave	T01
Se colabora con los proveedores en todo lo posible	T02
El precio de las materias primas es uno de mis principales costes de mi producto	T03
Existen en el mercado opciones de compra de componentes y materiales reutilizados	T04
Existen en el mercado opciones de compra de componentes y materiales sustitutivos de menor impacto ambiental	T05
Existen en el mercado opciones de compra de componentes y materiales reciclados	T06
Existen en el mercado opciones de compra de componentes y materiales reciclables	T07
Existe en el mercado opciones de compra de materiales compostables o biodegradables	T08
Existen en el mercado opciones de compra a proveedores más cercanos	T09
Los clientes exigen requisitos de sostenibilidad a los productos/servicios	T10
Se colabora con los clientes en todo lo posible	T11
Los clientes conocen los pasos a seguir una vez el producto quede en desuso	T12
Hay terceros que tienen interés en recoger los productos en desuso	T13
Existe un mercado interesado en recuperar los materiales empleados en los productos	T14
Existen recicladores interesados en los materiales empleados	T15
Se conocen las tendencias tecnológicas del sector	T16
Se conocen las tendencias tecnológicas sobre los procesos productivos empleados por la organización	T17
Se conoce la legislación que rige sobre el sector	T18
El sector se rige por una legislación restrictiva desde un punto de vista medio ambiental	T19
Se esperan cambios significativos en la legislación que aplica al sector	T20
La organización está preparada para responder a los cambios venideros	T21
La organización cuenta con la capacidad de influir en la definición de nuevas políticas	T22

La coyuntura económica es la propicia para fomentar proyectos en Economía Circular	T23
Actualmente se participa en proyectos financiados de Economía Circular	T24
Existe una presión por parte de la sociedad para fomentar el desarrollo sostenible	T25
La sociedad tiene una imagen de empresa sostenible de la organización	T26
Existe la predisposición por parte de la sociedad para pagar más por un producto/servicio más sostenible	T27
La actividad de la organización genera un impacto medio ambiental considerable	T28
El entorno medio ambiental tiene un impacto considerable en el desarrollo de la organización	T29
Actualmente la Economía Circular es uno de los ejes principales del Plan Estratégico de la organización	T30
¿Qué peso tiene la Economía Circular en la estrategia actual?	T31
La estrategia actual se centra en la innovación de modelos de negocio de la Economía Circular	T32
La estrategia actual se centra en ofrecer alargar la vida útil al máximo de los productos	T33
La estrategia actual se centra en ofrecer un fin de vida dentro de la Economía Circular a los productos que se ofrecen	T34
La estrategia actual se centra en la optimización del uso de recursos	T35
Actualmente se realiza una inversión significativa (tanto propios como ajenos) en proyectos de Economía Circular	T36
Se colabora con otras organizaciones para identificar oportunidades en la Economía Circular	T37
Se realizan labores de vigilancia tecnológica y de tendencias del sector	T38
Los valores de la organización están alineados con la Economía Circular	T39
Actualmente hay definidos objetivos e indicadores para el seguimiento de la Economía Circular	T40
La vida útil esperada del producto se encuentra en el siguiente rango (1: Un solo uso; 5: Uso para toda la vida):	T41
Tras la venta se mantiene el contacto con el cliente o usuario final	T42
Una vez quede en desuso el producto o parte de él sigue teniendo un valor	T43
Se emplean materiales/componentes reciclables y se facilita su reciclado en su fin de vida	T44
Se emplean materiales/componentes reciclados	T45
Se ofrecen productos/componentes compostables	T46
Se informa sobre los pasos a seguir una vez el producto quede en desuso	T47
Se emplean embalajes reutilizables	T48

Se emplean embalajes reciclables	T49
El material de los embalajes es compostable	T50
Se minimiza el embalaje al máximo	T51
Se emplean criterios de ciclo de vida de producto en la fase de diseño (desde la obtención de materias primas al fin de vida del producto)	T52
Hay criterios de diseño para fomentar la reutilización	T53
Hay criterios de separabilidad de materiales	T54
Hay criterios para el empleo de material reciclable	T55
Hay criterios para el empleo de material reciclado	T56
Hay criterios para el empleo de productos o componentes compostables	T57
Hay criterios para el empleo de materiales compostables en los embalajes	T58
Hay criterios de reciclabilidad para los embalajes	T59
Hay criterios de minimizar la cantidad de material en los embalajes	T60
Existen criterios de sostenibilidad para la selección de proveedores (cercanía, certificados ambientales...)	T61
Se prioriza la compra de elementos reutilizados o reutilizables	T62
Se prioriza la compra de elementos reciclados o reciclables	T63
Se prioriza la compra de elementos compostables	T64
Se valora la posibilidad de compra de elementos que antes tenían otro uso	T65
Se valoran opciones de servitización antes de la compra de bienes o equipos	T66
El edificio tiene una buena valoración en eficiencia energética	T67
Existen sistemas de recuperación energética para calefacción, agua caliente, electricidad...	T68
Se emplean energías de fuentes renovables para el funcionamiento de la planta	T69
Se minimiza el uso del formato papel y se emplean recursos digitales	T70
Se emplean elementos de bajo consumo y alta eficiencia en sistemas de iluminación y calentamiento	T71
Las personas que componen la organización conocen qué es la Economía Circular y sus principios	T72
Para el día a día de la organización se tienen que conocer conceptos relacionados con la Economía Circular	T73
Se ve la necesidad de formación en Economía Circular	T74
Desde la dirección se realizan tareas de concienciación sobre desarrollo sostenible	T75
Se publican iniciativas sobre desarrollo sostenible o responsabilidad social corporativa	T76
Se emplea la Economía Circular en el marketing de la empresa	T77