

DECANATURA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
FORMATO DE ENTREGA DE TRABAJO DE GRADO

Fecha de entrega: Abril 29 de 2024
Estudiante: Jhon Edwin Gonzalez Quevedo
Director: Luz Angélica Rodríguez Bello

El presente documento avala la entrega del trabajo de grado por parte del director.

Documentos anexos: copia digital del Trabajo de Grado

Firma del Director

Jhon Edwin Gonzalez Quevedo

DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO CIRCULAR. VALORACIÓN DE LA BIOMASA DE FRUTAS
CÍTRICAS EN COLOMBIA

JHON EDWIN GONZALEZ QUEVEDO

Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Decanatura de Ingeniería Industrial

Maestría en Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

2024

DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO CIRCULAR. VALORACIÓN DE LA BIOMASA DE FRUTAS
CÍTRICAS EN COLOMBIA

JHON EDWIN GONZALEZ QUEVEDO

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ingeniería Industrial, con énfasis en Gestión
Estratégica Empresarial

Directora

Luz Angelica Rodríguez Bello

Magister en Ingeniería Industrial en el Área de Gestión y Dirección
Organizacional.

Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Decanatura de Ingeniería Industrial
Maestría en Ingeniería Industrial
Bogotá D.C., Colombia
2024

Tabla de contenido

Resumen	vi
Abstract	viii
1. Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 En el contexto de modelos de negocio circular	1
1.1.3 Importancia e impacto de los cítricos	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Justificación y alcance.....	4
2. Revisión de la literatura	5
2.1 Economía circular	5
2.2 Modelo de negocio circular.....	6
2.3 Usos de los subproductos de biomasa cítrica	8
2.4 Cadena de valor de la biomasa cítrica y su contexto en producción	10
2.5 Iniciativas del gobierno nacional para fomentar la economía circular	12
2.6 Investigaciones de valorización de biomasa de cítricos.....	12
3. Diseño metodológico.....	15
3.1 Diseño de la investigación.....	15
3.2 Tamaño de la muestra.....	16
3.3 Recolección de información	17
4. Definición del modelo de negocio	18
4.1 Necesidad/problema.....	18
4.1.1 Generalidades de la Pectina.....	21
4.1.2 Tecnología de proceso	24
4.2 Segmentos de clientes	29
4.3 Cadena de valor circular.....	30
4.3.1 Análisis estratégico.....	30
4.3.1.1 Matriz PESTEL	31
4.3.1.2 Matriz MEFE (Matriz de factores externos).....	33
4.3.1.3 Matriz MEFI (Matriz de factores internos)	34
4.3.1.4 Matriz PEYEA (Matriz de Posición Estratégica y Evaluación de la Acción)	35

4.3.1.5 Matriz DOFA (Matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas)	36
4.4 Relación con los stakeholder	37
4.5 Propuesta de valor circular	40
4.6 Comunicación y venta	45
4.7 Anticipación e impacto ambiental	46
4.8 Anticipación e impacto social.....	46
4.9 Recursos clave	47
4.10 Flujo de ingresos	50
4.11 Estructura de costos.....	1
4.12 Modelos de negocio e innovación circular.....	2
5. Conclusiones.....	12
6. Contribuciones de la investigación	13
7. Recomendaciones para la implementación del modelo de negocio circular propuesto	13
8. Futuras líneas de investigación	13
Referencias bibliográficas	14

Únicamente se puede usar el contenido de las publicaciones para propósitos de información. No se debe copiar, enviar, recortar, transmitir o redistribuir este material para propósitos comerciales sin la autorización de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Cuando se use el material de la Escuela se debe incluir la siguiente nota “Derechos reservados a Escuela Colombiana de Ingeniería” en cualquier copia en un lugar visible. Y el material no se debe notificar sin el permiso de la Escuela.

Publicado en 2023 por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Avenida 13 No 205-59
Bogotá. Colombia

TEL: +57 – 1 668 36 00

Agradecimientos

Con profunda gratitud, elevo mi voz a Dios, mi fuente de fortaleza y sabiduría. A mi amada familia, pilar inquebrantable de apoyo y amor. A los expertos de la industria, por permitirme conocer sus percepciones y acceder a construir conocimiento mancomunadamente y finalmente mi directora de tesis, quien guio mis pasos con dedicación y conocimiento, su influencia ha marcado un camino de aprendizaje y crecimiento. La Universidad, por sus magníficas instalaciones y compromiso de su equipo docente y administrativo. A todos, mi eterno agradecimiento por su inestimable contribución a mi logro académico y profesional. ¡Gracias!

Resumen

Los modelos de negocio circular para biomasa de cítricos, implica contemplar el diseño de bioproductos, a través de recolectar el material sobrante de otros procesos productivos para posteriormente reciclarlo y transformarlo en nueva materia prima y así extenderle su vida útil, explorando diversos usos de los subproductos de biomasa cítrica, su cadena de valor y el contexto productivo. En la investigación se aplica Ecocanvas como herramienta estratégica que se desarrolla en 12 lienzos, utilizando datos de entrevistas y ejercicios de análisis estratégico con expertos productores, transformadores e investigadores del sector. Las cuales se complementan con fuentes secundarias y revisión bibliográfica, en la que se aborda la circularidad y modelo de negocio para biomasa agroindustrial y las iniciativas del gobierno colombiano para impulsar la economía circular

Se encuentra balance en los 12 lienzos para la creación de negocio circular para biomasa de cítricos, dada la demanda en el mercado nacional e internacional para el bioproducto obtenido. Y se genera valor agregado por la valorización del subproducto, lo que permite realizar mayor aprovechamiento de los recursos y generar impactos positivos a nivel ambiental, social y económico. Siendo un modelo pionero regionalmente y escalable a nivel global.

La propuesta requiere en la práctica establecer acuerdos comerciales y de cooperación con los proveedores e implementar plataformas digitales para mejorar la comunicación entre actores y disminuir la incertidumbre al tomar decisiones en entornos cada vez más complejos. También, se reconocen oportunidades para integrar los actores al ecosistema, validar mercados potenciales, diseñar esquemas operativos y en definir la inversión tecnológica necesaria para conseguir un diferencial en el mercado. Las cuales quedan plasmadas en 30 actividades que definen las fases necesarias en la formulación de una hoja de ruta hacia el diseño de modelos de negocio circular.

Palabras claves: modelos de negocios sostenibles, suprareciclaje, economía circular, Ecocanvas, residuos cítricos.

Abstract

The application of Ecocanvas as a strategic tool developed across 12 canvases, utilizing data from interviews and strategic analysis exercises with expert producers, transformers, and researchers in the sector. These were complemented with secondary sources and a literature review focusing on circularity in production and business models for agro-industrial biomass. Additionally, an exploration of citrus biomass byproducts, their value chain, and production context was conducted. Reviewing Colombian government initiatives aimed at fostering circular economy practices, a deductive analysis was performed to define 30 activities serving to outline the necessary phases in formulating a roadmap toward designing circular business models.

A balance was achieved across the 12 canvases for creating a circular business for citrus biomass, owing to demand in both national and international markets for the obtained bioproduct. This indicates added value through the transformation of surplus material from other primary production processes into new raw materials, enabling better resource utilization and generating positive environmental, social, and economic impacts.

In practice, the proposal requires establishing commercial agreements and cooperation with suppliers, implementing digital platforms to enhance communication among stakeholders, and reducing uncertainty in decision-making within increasingly complex environments. Opportunities are recognized for integrating actors, validating potential markets, designing operational schemes, and defining necessary technological investments to gain a competitive edge in the market.

The first sustainable business model derived from citrus waste biomass, scalable at regional and national levels, meeting the needs and expectations of all stakeholders. The applied methodology can be utilized in other sub-product value chains.

Keywords: sustainable business models, Upcycling, Circular Economy, Ecocanvas, citrus

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 En el contexto de modelos de negocio circular

Los impactos de la acelerada globalización, las crisis financieras del 2008, 2012, 2020, 2021 y el incremento anual del 20% de la extracción de recursos naturales, ha logrado llamar el interés de diferentes partes interesadas, para articular con las empresas, estrategias que les permita descubrir formas de generar un verdadero valor para el mercado a través de negocios sostenibles y circulares (Vergragt., 2016). En ese sentido, la degradación ambiental de un país está ligado directamente con la forma como este desarrolla sus actividades económicas y con los procedimientos que emplea para explotar sus recursos naturales, enmarcados en procesos que impiden o deterioran la utilización de un recurso por parte de la humanidad (Zurrita et al., 2015).

El Foro Económico Mundial señala a los riesgos ambientales y sociales como factores cruciales que conducen a grandes pérdidas financieras y riesgos sistemáticos a nivel mundial. La subida de la temperatura global se prevé que alcance dos grados para el año 2050, lo que provocaría un aumento de las enfermedades infecciosas, patrones de migración masivos de personas y animales, aumento en la escasez de agua e incluso pérdida de biodiversidad. Las organizaciones deben abordar estos desafíos económicos y ambientales de manera sistemática, holística y radical, reconfigurando sus modelos de negocio hacia enfoques de innovación sostenible. Adoptar modelos de negocio circulares parece ser la única solución viable para cumplir estos objetivos (Bashir et al., 2022).

Dentro de los factores que obstaculizan la implementación de modelos de negocios circulares en la empresa, se encuentran, las tipologías de diferentes clientes que tienen diferentes necesidades, la experiencia tecnológica de las empresas, la cartera de productos, así como los riesgos operativos y de canibalización, la vulnerabilidad de la moda, el capital inmovilizado y los incentivos para los socios (Spanevello et al., 2013). En relación con lo anterior, estos modelos se circunscriben en un marco de cadenas productivas con interacción industrial comercial y ambiental (Tamayo Orbegozo et al., 2012), como es este caso con los cítricos, luego, poder conocer, entender y articular las expectativas de los sectores que se relacionan entre sí, así como, sus limitaciones en términos de recursos disponibles y niveles de servicio, aumentan las incógnitas a resolver antes y durante su desarrollo para alcanzar un equilibrio sostenible del ecosistema (Bada Carbajal et al., 2017).

Por lo anterior, empresas de diferentes sectores económicos encaminan sus esfuerzos para transformar sus procesos de producción/servicios con menor dependencia de materia prima virgen, utilizan más energías renovables, implementan producción sostenible, ajustan sus estrategias de cadena de valor, sin dejar de lado el cambio cultural y mentalidad como desafíos en paralelo, ya que muchas empresas y sociedad todavía están acostumbradas al enfoque lineal de "extraer, usar y desechar" siendo difícil para ellos cambiar su mentalidad hacia un enfoque circular (Urbinati et al., 2017).

La creciente demanda de recursos naturales, combinadas con las preocupaciones y exigencias de los consumidores, desafían los modelos económicos lineales aún existentes basados en la extracción, producción, consumo y eliminación (Bashir et al., 2022). Este enfoque ya no puede satisfacer nuestras necesidades de manera sostenible, especialmente cuando la naturaleza se acerca a un punto de inflexión en el que su capacidad para sostener los ecosistemas puede verse dañada de

manera irreversible. Proteger la salud humana y nuestros recursos requiere un enfoque más circular y sostenible para la gestión de los recursos naturales y del sistema económico (Sariatli., 2017). Cuando se interceptan esas preocupaciones con las de la sociedad, surgen presiones en el ámbito empresarial hacia un cambio en la forma de producir ecológica y socialmente responsable, es por ello, que una transición alejada de la economía lineal requiere desafiar incrementalmente la construcción de cuatro perspectivas: diseños de materiales y productos, nuevos modelos de negocios, redes inversas globales y condiciones propicias (Daou et al., 2020).

1.1.3 Importancia e impacto de los cítricos

En lo que tiene que ver con la producción mundial de frutas cítricas para el año 2021, alcanzó las 158,5 millones de toneladas, según publicó la Organización Mundial de Cítricos en su informe “Citrus World Statistics” del año 2022, en la que revela, que entre los principales países productores se situaron China, Brasil, India y México, así mismo, el 52% de las toneladas se exportaron a países del Mediterráneo, el 42% de las toneladas las compraron países Europeos y el principal consumo per cápita lo tienen en Escandinavia (14,5 kg), seguido de Francia (13,5 kg) y Alemania (12,8 kg) respectivamente. En la figura 1, se proyecta una tasa compuesta de crecimiento anual de 4,8% entre los años 2020 y 2025 para las frutas naranja, mandarina y limón, siendo las dos primeras las que mayor producción y demanda se genera.



Figura 1. Ventas mundiales de cítricos 2016-2025 (Procolombia, 2021). Cifras en millones de toneladas.

Entre las necesidades identificadas por la industria de los cítricos se encuentran el manejo de las aguas residuales del proceso (Maran et al., 2017), el alto desperdicio en su cadena de valor (Daou et al., 2020; FAO, 2011), la ausencia del desarrollo de mercado de subproductos, la poca asociatividad entre actores (Consejo Nacional Citrícola., 2016), el cambio en los hábitos de consumo de la población (Tojo., 2003), la alta intermediación (Minagricultura, 2021), aumento mundial en la demanda de productos primarios (González et al., 2021) y mayor rapidez de desperdicio versus los esfuerzos de valorización de impacto por parte de generadores y empresarios (Meléndez et al., 2021, Tabares et al., 2019).

La producción y el comercio de frutas han aumentado (Chavan et al., 2022), lo que lleva al incremento en los empleos y al PIB relacionados con esta industria (Beccarello et al., 2018). Sin embargo, también hay un aumento en la competencia entre los productores y los transformadores que causa una reducción en los precios y una mayor presión sobre los márgenes de ganancia, principalmente por la falta de educación y conocimiento del mercado por parte del productor y la

habilidad intermediaria del transformador, inclinando de esta manera la balanza de ingresos a favor del transformador del 92% (Peña Orozco., 2020). Así mismo, existe un impacto en la salud de la población. A medida que las personas consumen más frutas y productos procesados, están consumiendo más azúcares y grasas añadidas, lo que contribuye a la obesidad y a otros problemas de salud relacionados con una dieta inadecuada. No obstante, también se observa que un consumo adecuado de frutas frescas y productos procesados con menos aditivos y azúcar pueden contribuir a una mejor salud (Leong et al., 2022).

También se encuentra en la literatura que el consumo excesivo de bebidas provenientes de la pulpa de cítricos, afecta negativamente la nutrición y la salud, especialmente en niños y adolescentes (Tojo., 2003). Estos estudios relacionan su consumo con retraso en el crecimiento, obesidad, problemas dentales y alteraciones en el metabolismo, recomiendan limitar el consumo de bebidas blandas a ocasiones especiales. Por lo que es una oportunidad para incrementar el uso comercialmente de la biomasa en subproductos capaces de sustituir las dietas necesarias en los hábitos de consumo de la población.

Otra consecuencia que genera el aumento del consumo de frutas está asociada con su desperdicio, según el informe denominado índice de desperdicio de alimentos 2021, publicado por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se desperdician en el mundo 931 millones de toneladas de alimentos cada año, con un valor monetario cercano al USD \$ 1 billón, incrementando la cantidad de residuos a los rellenos sanitarios informales y a cielo abierto, los costos de operación de su recolección y transporte, aunado con la proliferación de enfermedades y vectores y contaminación (Vilas Boas et al., 2023), concentrándose en los países de más de 1.000 millones de habitantes como lo son China e India. Colombia ocupó el puesto 33 del ranking mundial con 3,55 millones de toneladas según muestra el portal stista.com. Las frutas parte importante de la dieta humana y proporcionan nutrientes esenciales para mejorar la salud (Marqués et al., 2020). Sin embargo, debido a su naturaleza perecedera, genera una gran cantidad de desechos de frutas en los procesos de su cadena de valor.

1.2 Objetivos

Para el desarrollo de la presente investigación, se propone a continuación un objetivo general con base al cumplimiento de cuatro objetivos específicos:

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de negocio circular en la cadena de valor de la biomasa de frutas cítricas en el departamento del Meta.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la propuesta única de valor circular mediante el análisis del propósito y desempeño del sector.
- Identificar oportunidades circulares a través del mapeo de stakeholder y flujos y etapas circulares.
- Esbozar la propuesta circular a nivel económico, ambiental y social.
- Definir la hoja de ruta circular para la cadena de valor de frutas cítricas.

1.3 Justificación y alcance

La agricultura es una de las actividades que más impactan las perspectivas económicas, alimentarias y de salud pública para las administraciones gubernamentales, representan entre el 6 y 8% del PIB nacional (DANE, 2022). En el entorno actual, es esencial acoger los cambios y adoptar nuevos modelos de negocio que se ajusten a las demandas del mercado. Sin embargo, para optimizar los procesos y aumentar la eficiencia de la producción, se requiere una transformación de las técnicas de cultivo y distribución de producto (Marqués et al., 2020). Además, es importante cerrar de manera efectiva el ciclo de materiales para reducir el desperdicio y maximizar el uso de los recursos que se generan en cada eslabón de la cadena de valor. Estas estrategias permiten a las empresas seguir siendo competitivas, agregar valor e impulsar un crecimiento sostenible en la dinámica comercial actual (Castro et al., 2022). En contraste, se genera una gran cantidad de residuos durante la producción y comercialización por causa del uso inadecuado de plaguicidas para el control de plagas, la aplicación de métodos de cultivo ineficientes y desconocimiento de oportunidades de negocio, provocando problemas sociales, económicos y ambientales.

La gestión inadecuada de los residuos tiene un impacto negativo en el medio ambiente y provoca la contaminación del suelo, el agua y emite gases de efecto invernadero (Jurado et al., 2023). En consecuencia, estos residuos desperdician recursos y oportunidades económicas porque contienen compuestos valiosos que pueden ser utilizados en diversas industrias como la cosmética, alimentaria, farmacéutica y energía, lo anterior, deriva pobreza, desigualdad, enfermedad y falta de oportunidad en el aspecto social. (Anaya et al., 2017)

Los modelos de negocio circular se consideran soluciones sostenibles. Reducen la producción de biomasa y optimiza el consumo de recursos mediante la implementación de estrategias para reducir la ineficiencia en los procesos productivos al no reutilizar, reciclar o agregar valor en la cadena de valor de los cítricos (Teigiserova et al., 2022). Estas prácticas describen en gran medida a la economía circular, se convierte en una alternativa para aquellos que proyectan diversificar sus fuentes de ingreso de manera sostenible. Sin embargo, existen barreras como la falta de conocimiento de las oportunidades de creación de valor, insuficiente e inadecuada infraestructura tecnológica y reducida colaboración entre los actores de la cadena de valor, principalmente el transformador (Haque et al., 2023).

Precisamente, las barreras mencionadas anteriormente se convierten para el empresario colombiano en un escenario retador en busca de resultados mucho más visibles y valorables por los diferentes actores de la cadena de valor compuesta por productores, comercializadores transformadores y clientes (Minagricultura., 2019), por lo que la economía circular surge como estrategia para reemplazar los modelos lineales de producción y comercialización de frutas cítricas de las cuales se desechan en promedio el 40% (Citricaldas., 2020) durante su práctica de las 1,45 millones de toneladas producidas en Colombia (Minagricultura., 2021). Al dar una mirada en los territorios, se identifican en promedio 44 mil toneladas anuales de biomasa cítrica en el Departamento del Meta que pueden convertirse en materia prima para reintegrar a procesos productivos locales (Minagricultura., 2019) en modelos de negocio circular. En consecuencia, en la metodología propuesta para esta investigación se determina el subproducto clave del modelo en el lienzo denominado propuesta de valor circular.

Pese a los esfuerzos del gobierno nacional en promover la Estrategia de Economía Circular desde el año 2019 (Minambiente., 2019), el concepto de modelos de negocio circular impulsado por la

economía circular aún presenta una brecha importante entre lo que pretende versus la adopción real en el campo del departamento. Debido a esto, la investigación aporta a la literatura la aplicación de la metodología Ecocanvas, la cual, promueve prácticas de emprendimiento sostenible (Centarola., 2019) como medio para contextualizar la oportunidad de un modelo de negocio circular en el sector cítrico que permita sentar las bases para futuros estudios en otras corrientes de residuos o industrias.

La investigación se centra en el departamento del Meta, siendo la base de operación su ciudad capital Villavicencio, debido a la facilidad que tiene el investigador para desplazarse hacia los cultivos y plantas de producción de transformadores, así como, de establecer los contactos con expertos, debido al conocimiento de la zona de influencia y la percepción del reducido aprovechamiento de la biomasa agroindustrial por parte de diferentes actores de la cadena de valor.

2. Revisión de la literatura

2.1 Economía circular

La economía circular es una estrategia que impulsa la generación de valor a través de modelos de negocio circulares con el material sobrante o desechado de los procesos productivos de economías lineales, descargados en su mayoría en rellenos sanitarios o en espacios a cielo abierto (Mwanza et al., 2018). Aplica técnicas de valorización como biorrefinería, pirólisis y digestión anaeróbica en el sector agroindustrial, estas permiten reintegrarlos al proceso productivo convertidos en nuevos biocomponentes o innovaciones en productos para reducir la dependencia de materia prima o complejos insumos lejanos al punto de operación (Banerjee et al., 2017), con menores tiempos de respuesta en el reabastecimiento de materia prima, disminución del consumo de material virgen y el aumento en la resiliencia de la empresa ante situaciones perturbadoras (Haque et al., 2023).

La adopción de una economía circular en el ámbito agrícola implica desafíos en aspectos como la transformación de residuos, la gestión de la cadena de suministro y la colaboración entre diferentes actores (Ortiz-Sánchez et al., 2023). Un ejemplo de esta necesidad, lo trata Cardona Álzate et al (2019), al referirse sobre el costo estimado de gestión para eliminar los residuos alimentarios en el mundo por valor de 2633 mil millones de dólares en el año 2019. Sin embargo, los beneficios que se obtienen son notables, entre ellos, mejora del desempeño empresarial, reduce el impacto ambiental y utiliza más eficientemente los recursos agrícolas (Carrillo et al., 2021). Para superar estos desafíos, se establece una estrecha colaboración entre investigadores, responsables políticos y la industria agrícola, fomenta la innovación tecnológica y crea políticas adecuadas que promueven la adopción generalizada de la economía circular en este sector (Haque et al., 2023).

Según Chen (2023), la economía circular impacta directamente en el beneficio social, económico y ambiental de las empresas, en especial, en aquellas que por regulación y ejemplo se hace necesario su implementación, es el caso de las empresas públicas o de otras que por sus procesos altamente contaminantes reflejan más fácilmente los resultados de la adopción de la estrategia y por último, en empresas que manejan grandes volúmenes de materia prima para su producción, de manera que mejoran su efectividad en la gestión de recursos en el tiempo (Pimenta et al., 2022).

2.2 Modelo de negocio circular

El abordaje estático del modelo de negocio se centra en la importancia de la palabra modelo y en la coherencia entre sus componentes principales. En este contexto, un modelo de negocio tiene como función principal describir y clasificar una empresa o industria y exponer una forma específica de crear valor (Lett., 2014). Sin embargo, este enfoque tiene limitaciones, ya que no se enfoca en el proceso evolutivo del modelo de negocio. Por otro lado, el enfoque dinámico/transformacional se centra en la innovación y en el cambio organizacional y en el propio modelo de negocio (Pieroni et al., 2018). Este enfoque ayuda en el proceso de reflexión sobre cómo cambiar un modelo de negocio existente, ya que asume que este es una herramienta de enfoque en el cambio, basa su actuar en la innovación tanto organizacional como en el propio modelo de negocio.

De hecho, los modelos de negocios generalmente son tomados en cuenta por los gerentes para estructurar su estrategia e impulsa a través de este la competitividad de su organización para posicionarse en el mercado (Chesbrough., 2010). Por lo anterior, la crítica destaca la complejidad del concepto de economía circular y sus diversas interpretaciones (Kirchherr et al., 2019). Los enfoques y estrategias que utilizan los diferentes actores pueden estar confusos y sin coordinación debido a esta diversidad de interpretaciones. Sin embargo, esta crítica también hace hincapié en la urgencia de una mayor claridad y consenso en torno al concepto, así como de una orientación práctica y evidencia sólida para los profesionales (Xevgenos et al., 2024). Es necesario que investigadores, profesionales y responsables políticos trabajen juntos para definir y delinear los principios y prácticas de la economía circular, lo que facilitará su aplicación efectiva en una variedad de contextos y sectores (Melendez et al., 2021).

Para el caso de esta investigación, el aumento de la demanda de frutas debido al incremento de la población y salud pública tiene un impacto significativo en varios aspectos (Pérez et al., 2022); En primer lugar, hay un aumento en la producción de frutas y en productos de valor añadido para satisfacer la creciente demanda. Esto ha llevado a una mayor presión sobre los recursos naturales, ya que se requiere más tierra, agua y energía para producir más frutas y productos transformados (Di Fraia et al., 2024). Por ende, un mayor uso de pesticidas y fertilizantes con un impacto negativo en el medio ambiente. En segundo lugar, un impacto en la economía, al dinamizar las transacciones financieras en cada eslabón de la cadena de valor, sin desconocer la diferencia económica existente de porcentaje a favor de quien se acerca más al consumidor (Peña Orozco., 2020).

Existen herramientas para comprender el impacto del producto, servicio o modelo de negocio, entre ellas, el análisis del ciclo de vida (ACV), esta evalúa todas las fases del ciclo de vida de un producto, desde la extracción de materia prima hasta el reciclaje o disposición final (Jiménez et al 2021). Una de las partes más importantes de la ACV es la unidad funcional, que es la medida de referencia utilizada para expresar los resultados de la evaluación (Uriarte et al., 2023). La unidad funcional es comúnmente definida en términos de las características físicas del producto, pero cuando se evalúa un modelo de negocio, la unidad funcional debe reflejar la función del modelo de negocio (Giraldo et al., 2022). Esto incluye tanto los impactos ambientales de los productos o servicios ofrecidos como los impactos ambientales de todas las actividades y procesos involucrados en el modelo de negocio.

Otra herramienta es el modelo de negocio circular para describir la lógica de cómo una empresa crea, entrega y captura valor (Mocanu et al., 2024). No hace referencia a la estrategia de la empresa, sino como un marco que ayuda a alinear la estrategia empresarial con sus actividades. El concepto

de sostenibilidad se ha vuelto importante recientemente en el mundo empresarial y los modelos de negocio sostenibles incorporan principios y metas que buscan la sostenibilidad y la integran en su propuesta de valor, creación y mecanismos de captura (Sinansari et al., 2022). Las empresas cambian a un modelo de negocio sostenible porque han encontrado una forma innovadora de agregar más valor a su negocio; Esta innovación toma la forma de desarrollar un nuevo modelo de negocio, diversificar, adquirir o transformar un modelo existente (Jiménez et al., 2020).

El valor en los modelos de negocio sostenibles se crea a través de acciones conjuntas con los interesados, quienes son tanto receptores como creadores de valor (Korhonen et al., 2018). Siendo la gran impulsora la economía circular, que es un área multidisciplinaria y como tal, requiere de un enfoque ecosistémico que involucre todas las partes interesadas, sus interacciones, valor y cadenas de suministros para tomar decisiones que impulsen una transición hacia modelos de negocios circulares mucho más ágiles y considerando los aspectos clásicos de sostenibilidad; ambiental, social y económico (Asgari A et al., 2021). Sin embargo, la construcción de un ecosistema circular no solo fomenta confianza, sino también, cadenas de suministros circulares, comportamiento circular de los clientes y cadenas de valor circular e infraestructura para crear relaciones y comunidades (Geissdoerfer et al., 2018).

Ahora bien, dicho ecosistema circular requiere del compromiso, transparencia y trazabilidad de todos los actores que son partícipes de su flujo económico, de información y producto, trabajando juntos de manera colaborativa, de tal manera que se logre eficiencia y rentabilidad en los modelos de negocio (Babkin et al., 2023), siendo estos de las principales brechas existentes para disminuir el aumento en el consumo de material virgen, el aumento de recursos para el tratamiento de los residuos e impactos en la salubridad y ambiente. Lo anterior se ve reflejado en la disminución del 2% entre el 2018 y 2023 en el índice de circularidad global, pasando de 9,1% a 7,2% publicado por Circle economy en el reporte de brecha de circularidad 2023.

El desarrollo de modelos de negocio circulares es fundamental para la transición hacia una economía más sostenible y resiliente, pero enfrenta importantes retos relacionados con la multidimensionalidad, la incertidumbre y la dificultad de medición (Vence et al., 2018). Para superarlos, es necesario adoptar un enfoque interdisciplinario que integre la tecnología, los aspectos económicos, ambientales, sociales y la participación de las partes interesadas en todo el proceso de desarrollo y evaluación (Feng et al., 2021).

Lo anterior, refleja que en la medida que la circularidad sea vista como una estratégica aliada por las industrias para mejorar la productividad, alcanzar economías de escala y posicionarse en el mercado, lograrán transformar la forma de pensar e innovar sus procesos, sin el miedo a colaborar y compartir capacidades, marketing o talento con sus stakeholder para mejorar sus índices económicos, ambientales e impacto social (Babkin A et al., 2023).

Para desarrollarlo, se utilizan herramientas como Eco1canvas, que ayuda a las empresas en crear una propuesta de valor circular única desde una perspectiva de estilo de vida. Esta herramienta permite a las organizaciones repensar la economía circular e incorporar aspectos ambientales y sociales mediante un enfoque metodológico para ayudar a las empresas a ser más sostenibles con el nuevo paradigma de la economía circular (Cerantola N., 2019). Además, proporciona una herramienta visual que integra estrategias de economía circular en diferentes capas adicionales del modelo (Daou A et al., 2020).

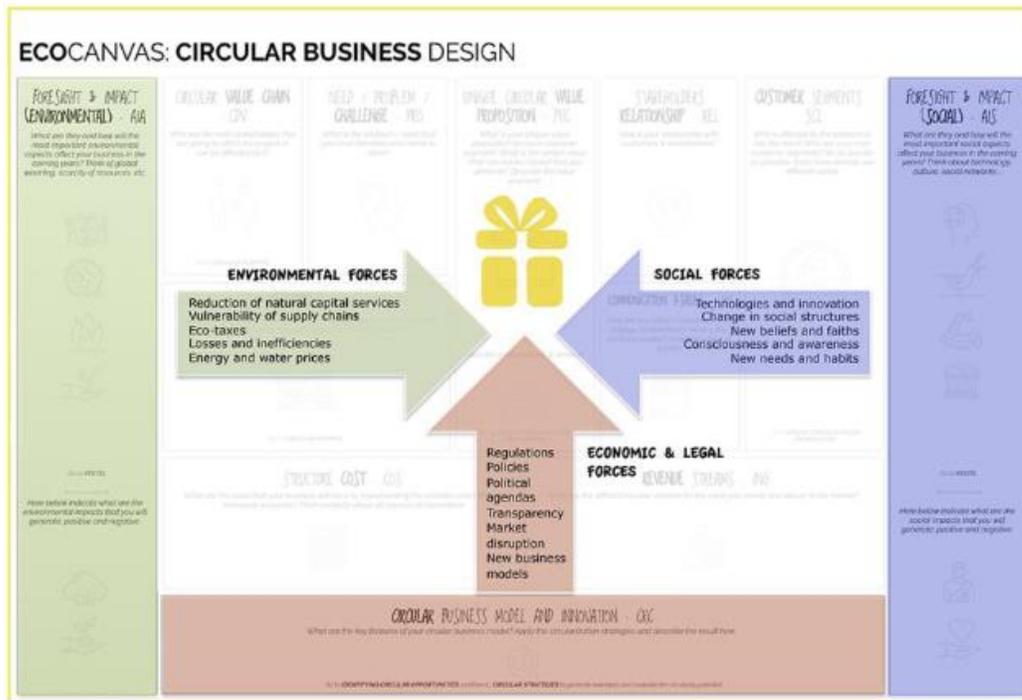


Figura 2. Extraído de “The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy”. (Daou A et al., 2020)

La figura 2 muestra el lienzo Ecocanvas, el cual, según sus creadores lo construyeron sobre la base del modelo Canvas tradicional con 9 bloques y le aumentaron 3 bloques para articular los ejes ambiental, social y económico con el propósito de visualizar más fácilmente la hoja de ruta ganadora para diseñar un modelo de negocio circular con el mayor conocimiento del cliente y su entorno posible.

2.3 Usos de los subproductos de biomasa cítrica

La biomasa cítrica es la parte de la fruta que una vez procesada no es comestible generalmente por las personas, entre ellas el albedo, flavedo y semillas, representando en promedio la mitad de la fruta completa y cerca de 110 millones de toneladas anuales en el mundo (Mahato et al., 2020), lo que es equivalente a la cantidad de residuos sólidos municipales que genera Colombia durante 10 años (Superservicios, 2022). Hacen parte de los cítricos más representativos mundialmente por su volumen de cultivo la naranja, el limón, la mandarina y la toronja (Wong-Paz et al., 2020).

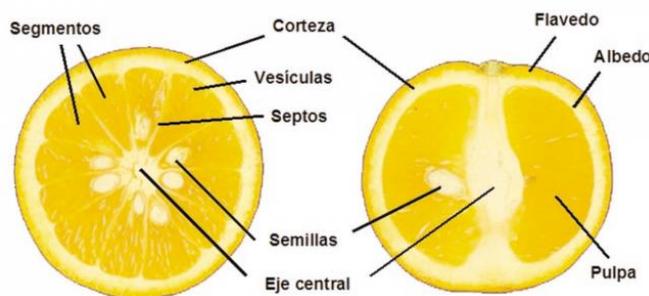


Figura 3. Extraído de “Bio-sorbents, industrially important chemicals and novel materials from citrus processing waste as a sustainable and renewable bioresource: A review. Journal of Advanced Research”. (Wong-Paz et al., 2020)

Es importante reciclar y recuperar estos desechos para valorizarlos de manera eficiente, siguiendo la idea de la economía circular en toda su cadena de valor (Solangi et al., 2021). Los desechos de frutas también se utilizan como materia prima para la producción de biocombustibles, como bioetanol, biogás y biohidrógeno (Randolpho et al., 2020). Además, estos desechos contienen grandes cantidades de compuestos bioactivos y fitoconstituyentes valiosos como antioxidantes, aceites esenciales, compuestos fenólicos, pigmentos y otros, con potencial en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética (Teigiserova et al., 2022). También pueden ser utilizados como biosorbentes económicos para eliminar contaminantes tóxicos y peligrosos (Linares et al., 2022).

Aunado a lo anterior, los desechos de frutas se utilizan como medios de cultivo alternativos y económicos para la producción de microorganismos como bacterias, hongos y microalgas para producir biomasa y metabolitos de alto valor (Leong Y et al., 2022). Además, los compuestos derivados de los cítricos tienen propiedades curativas y se usan en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades, entre ellas, la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y obesidad (Hossain et al., 2024), así como de la promoción en la pérdida de peso y prevenir infecciones, la inhibición del crecimiento tumoral debido a sus propiedades antiinflamatorias y antiangiogénicas (Patil et al., 2017).

Un ejemplo de ello se evidencia en una investigación realizada para la eliminación de cobre (II) de una solución acuosa utilizando cáscaras de frutas químicamente modificadas como biosorbentes eficientes y de bajo costo con cáscaras de pitahaya (DFP), cáscaras de rambután (RP) y cáscaras de maracuyá (PFP), (Phuengphai, P et al., 2021), concluyen que el conjunto óptimo de condiciones para la biosorción de iones Cu(II) son una dosis de adsorbente de 0,25 g, un tiempo de contacto de 180 min, una concentración inicial de iones metálicos de 100 mg/L y un valor de pH de 4 para RP y PFP o un valor de pH de 5 para DFP, la mejor relación fue la de RP demostrando la hipótesis de la investigación.

Los cítricos desde un punto de vista nutricional aportan vitaminas, minerales y antioxidantes, así como de nutrientes esenciales y bajas calorías (Diario Vanguardia, 2018), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad nutricional por tipo de cítrico

Componente	Unidad de medida por cada 100 gr	Naranja	Mandarina	Limones	Pomelos
Agua	G	87,1	87,0	90,1	88,4
Calorías	NA	49	46	27	39
Proteínas	G	1	0,8	1,1	0,68
Carbohidratos	G	12,2	11,6	8,2	9,8
Vitamina B1	Mg	0,10	0,07	0,04	0,04
Vitamina B6	Mg	0,03	0,06	0,06	0,02
Vitamina C	Mg	50	31	45	40
Ácido cítrico	Mg	980	NA	3840	1460
Ácido oxálico	Mg	24	NA	24	NA

Sodio	Mg	0,3	2	6	2
Potasio	Mg	170	110	148	198
Calcio	Mg	41	40	26	17
Magnesio	Mg	10	11	9	10
Manganeso	Mg	0,02	NA	0,02	NA
Hierro	Mg	0,4	NA	0,4	NA
Cobre	Mg	0,07	NA	0,07	NA
Fósforo	Mg	8	NA	8	NA

Fuente: Elaboración propia. (Adaptación de Diario la vanguardia. 2018)

2.4 Cadena de valor de la biomasa cítrica y su contexto en producción

La cadena de valor de las frutas cítricas en Colombia es una industria en crecimiento que contribuye significativamente a la economía del país. Según datos del Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2019), Colombia exportó más de 6.780 toneladas de cítricos y un consumo local de 1.332.814 toneladas, con un consumo per cápita de 27 kg al año. Los principales destinos de estas exportaciones fueron Estados Unidos, Rusia, Unión Europea, entre otros. La producción se concentra principalmente en la región Caribe, especialmente en los departamentos de Sucre, Guajira y Córdoba. También se producen cítricos en otras regiones del país en menor escala como el Valle del Cauca, Antioquia, Meta, entre otras.

En cuanto a la sostenibilidad, cada vez son más los productores de frutas cítricas en Colombia que asesorados por diferentes entidades oficiales u ONG están adoptando prácticas sostenibles en sus cultivos, como el uso de tecnologías de riego por goteo, el uso de plaguicidas orgánicos y la implementación de programas de conservación de la biodiversidad. Estas prácticas no solo ayudan a reducir el impacto ambiental, sino que también mejoran la calidad de las frutas y aumentan la rentabilidad de los cultivos. Entre las entidades que brindan asesoría a los productores de frutas cítricas en Colombia se encuentran:

- Asociación Colombiana de Exportadores de Frutas (ASCOLFRUT): es una organización que representa a los exportadores de frutas cítricas en Colombia y promueve prácticas sostenibles en la producción y comercialización de estas frutas.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA): es una organización gubernamental que promueve la investigación y el desarrollo de prácticas sostenibles en la producción agrícola en Colombia.
- GlobalGAP: es una organización internacional que promueve prácticas sostenibles en la producción agrícola, y cuenta con un certificado para los cultivos de frutas cítricas que cumplan con los estándares de sostenibilidad.

La cadena de valor de las frutas cítricas en Colombia (Figura 3), se compone de varios actores, como los productores, transformadores, los intermediarios y los consumidores. Los productores son los encargados de cultivar y cosechar las frutas, mientras que los intermediarios se encargan de la comercialización y distribución de las frutas, los transformadores generan valor en el producto. Los

exportadores son los encargados de llevar las frutas al mercado internacional, mientras que los consumidores son aquellos que satisfacen su necesidad de adquirir el producto.



Figura 4. Cadena de valor de las frutas cítricas en Colombia. Extraído de Cadena de cítricos, indicadores e instrumentos. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019)

La cadena de valor de las frutas cítricas en Colombia enfrenta varios desafíos, entre ellos el cambio climático y la competencia en el mercado internacional. Según un estudio del Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, el cambio climático afecta en un 30% la producción de frutas cítricas en el país, generando pérdidas económicas para los productores. Por otro lado, la competencia con otros países productores de cítricos como Brasil y México hace difícil la venta de las frutas colombianas en el mercado internacional, según datos de la Asociación Colombiana de Exportadores de Frutas (ASCOLFRUT). Para superar estos desafíos, el Ministerio de agricultura y desarrollo rural recomienda la implementación de prácticas sostenibles en los cultivos, así como el fortalecimiento de la competitividad a través de la innovación y la investigación en tecnologías y mejoramiento de la calidad de las frutas.

También sugiere la diversificación de mercados y la promoción de la marca Colombia como garantía de calidad y sostenibilidad. En cuanto a la productividad, variables como el empleo, en el periodo 2015 a 2019, según datos del Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2021), los empleos directos e indirectos se incrementaron en 75.000 puestos de trabajo, aumentando en 17% el requerimiento de personal para las 87.638 hectáreas sembradas; En la Tabla 2, se identifica la diferencia entre área cosechada versus la sembrada en 4.871 hectáreas, así como en el incremento de 59.504 toneladas producidas y una leve disminución en el desempeño de una tonelada por hectárea.

Tabla 2. Área, producción y rendimiento cítricos. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural. 2021)

NACIONAL	2017	2018	2019	2020	2021*
Área Sembrada (Ha.)	83.238	86.495	84.148	87.377	87.638
Área Cosechada (Ha.)	68.960	74.590	75.590	79.835	82.767
Producción (Ton)	1.290.567	1.331.815	1.289.509	1.408.183	1.450.071
Rendimiento (Ton/Ha)	16	16	15	15	15

Del área total cultivada, “el 60% es naranja, el 20% mandarina, 12% lima y el 8% tangelo minneola, sus precios al consumidor son altos y tienen escaso desarrollo de productos con valor agregado” (Ordúz J., 2020). Según Citricaldas (Asociación de citricultores de Caldas) en un artículo publicado por Redagricola (2020) se estima que el 40% de las frutas cosechadas se pierden por los malos manejos en los predios cultivados.

El departamento del Meta pasó de producir 108.305 toneladas en 6.075 hectáreas en el año 2017 a 110.920 toneladas en 5.584 hectáreas para el año 2021 con un rendimiento de 17,7%. Sin embargo, su crecimiento en el cultivo de cítricos lo ha posicionado en el sexto lugar a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021).

2.5 Iniciativas del gobierno nacional para fomentar la economía circular

El gobierno de Colombia hizo el lanzamiento en el año 2018 de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) a través del Ministerio de Ambiente (2019), estimulada por el presidente de la República en 2019, esta impulsa la transición del país hacia un modelo de economía circular, con el fin de maximizar el valor de los recursos, reducir la generación de residuos y promover el desarrollo sostenible en diferentes sectores. La ENEC se enfoca en el diseño circular, consumo responsable, gestión sostenible de recursos naturales, gestión de residuos y producción más limpia y articula la colaboración entre gobierno, empresa, academia y sociedad civil.

Otras líneas de actuación interesantes de la ENEC están encaminadas a la promoción de prácticas circulares, la ecoinnovación, los incentivos fiscales y además reconoce la importancia de este enfoque para lograr una economía sostenible y resiliente en Colombia (Vera-Acevedo et al.,2022), sin embargo, a pesar del esfuerzo del gobierno, aún hay brechas en la eficiencia de los enfoques arriba mencionados, sean de aspecto tecnológico, colaboración entre actores, conciencia ciudadana y recursos financieros asignados por el gobierno, este último, uno de los criterios más relevantes para engranar los resultados.

El departamento del Meta hizo parte del pacto nacional 2018-2022, en el cual se comprometió a mejorar sus índices de competitividad, haciendo parte de estos 9 actores en 2019. Sin embargo, el último informe del índice departamental de competitividad emitido por la Universidad del Rosario cayó en 2% comparando el resultado del año 2023 con el año 2022, al pasar de 4,76 a 4,6 en su resultado, esto hizo que el departamento también cayera del puesto 15 al 17 en el ranking de los 33 departamentos analizados. Por lo anterior, se infiere que los esfuerzos realizados por cada parte interesada no han sido suficientes o efectivos para mejorar los resultados.

2.6 Investigaciones de valorización de biomasa de cítricos

La revisión sistemática de literatura identifica que la gran mayoría de los estudios se enfocan en articular implicaciones teóricas y prácticas para investigadores y empresarios, concluyen la importancia de implementar políticas para promover los modelos de negocio circular como una forma menos arriesgada de inversión (González et al., 2023). En ese contexto, enriquecen de manera significativa el conocimiento acerca de los desafíos que debe enfrentar cada actor de la cadena de

valor para gestionar sus residuos cítricos, así como, en el desarrollo de análisis de los componentes bioactivos que contienen las frutas cítricas y los riesgos asociados a estos (Castro et al., 2024).

Además, esos estudios han diseñado modelos de negocio circulares con herramientas tales como Canvas, análisis de ciclo de vida y de triple impacto, entre otras, sin embargo, hay espacio para continuar investigando y discutir sobre las oportunidades de viabilizar la extensión de la vida útil de los residuos cítricos en su cadena de valor con base a materia prima local del departamento del Meta, utilizando como herramienta metodológica el Ecocanvas, por estar orientada a emprendimiento sostenible y proponer alternativas de productos que suplan el potencial mercado de \$ 1.492 millones COP satisfecho por las importaciones en el país para los sectores de alimentos, farmacéutico, cosmético y agricultura (DANE, 2022). Este vacío lo aprovecha esta investigación al contribuir de igual manera al logro de los objetivos de desarrollo sostenible: hambre cero, ciudades y comunidades sostenibles y producción y consumo responsable, planteados para el año 2030 por la ONU. Se mencionan a continuación algunos casos de aplicación:

De acuerdo con Jens et al. (2021), en su artículo *Influences of the pH, the liquid/solid ratio, and the mixing of the wastes of mango, passion fruit and Bambara groundnut on the extraction yield of pectin*, se generan diferentes mezclas de mango, maracuyá y cacahuate con cantidades, temperaturas y tiempos diferentes, en el cual se aplican un diseño de experimentos denominado mezcla con variables de proceso (MPV), obtienen como resultado de rendimiento de extracción de pectina de 47,7% mediante la mezcla de mango y cacahuate.

Según lo indicado por Ray et al. (2023) en el artículo *Supercritical fluid extraction of bioactives from fruit waste and its therapeutic potential*, los autores utilizan la técnica verde denominada extracción con fluidos supercríticos (EFSC) para obtener bioactivos a partir de los residuos de frutas, encuentran que “actúan como agentes antidiabéticos, antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos, anticancerígenos, cardioprotectores y neuroprotectores”. Así mismo, concluyen que el EFSC es un proceso costoso y requiere alternativas para minimizar su producción a gran escala, tales como el pretratamiento para mejorar su eficiencia.

En el artículo *Fermentation development using fruit waste derived mixed sugars for poly(3-hydroxybutyrate) production and property evaluation*, siguiendo lo indicado por Psaki et al. (2023), se utilizan como fuente de extracción residuos de frutas a través de la técnica biorefinería para la producción de bioplásticos, con el propósito de encontrar alternativas para minimizar el uso de plásticos derivados del petróleo, concluyen que aún para producirlo a gran escala es 4 veces más costoso, proponiendo el uso de residuos agrícolas en lugar de carbohidratos puros para su investigación.

En el artículo *Converting fruit waste into carbon dots for bioimaging applications*, de acuerdo con Kaur. P et al. (2022), utilizan los residuos de frutas para la aplicación de puntos de carbono en bioimagen, buscan mejorar la precisión de los diagnósticos y tratamiento de enfermedades a través de la biodetección, aplican las técnicas de carbonización hidrotérmica, pirólisis y microondas. Concluyen que para lograr que estos nanomateriales sean eficientes en su fluorescencia, es necesario un control exhaustivo de sus parámetros de la estructura electrónica para ser más amigables con el medio ambiente y productivos. Aún hay una brecha importante entre la escala de laboratorio y la comercial.

También, de acuerdo con Barrales F et al. (2018), en el artículo *Recovery of phenolic compounds from citrus by products using pressurized liquids An application to orange peel*, utilizan los residuos de la cascara de naranja para producir compuestos fenólicos mediante la técnica de cromatografía líquida (HPLC), evidencian que la temperatura y la concentración de etanol son variables críticas a controlar, ya que estos influyen en la eficiencia de la volatilidad con el Terpineol y el d-Limonene, la hesperidina y la capacidad de antioxidante. Concluyen que, para producir a nivel comercial, es necesario considerar los costos operativos de su implementación para encontrar técnicas alternativas para minimizarlos.

Otro estudio denominado "The development of the triple helix role model on the development of a cleantech startup Ecocanvas based on green innovation & technology adoption", según Ririh et al. (2022), utiliza la herramienta Ecocanvas en el caso de estudio de la empresa Cleantech Startup y concluye que los problemas ambientales como los desechos y los recursos abundantes en Indonesia son el foco principal en el modelo de negocio sostenible adoptado por la empresa.

En la investigación aplicada llamada *Micro business study of traditional health drink product "Telang limao Bangkok"*. (Green Business canvas study "Ecocanvas"), según menciona Alfarizi et al. (2021), implementa la herramienta Ecocanvas para definir una estrategia agresiva de crecimiento en el mercado de las bebidas saludables, debido a su condición de rentabilidad encontrada.

Un estudio denominado *Modelo de negocio para una economía circular: O caso de start-ups agroalimentares portuguesas*, con base a lo investigado por Da Cunha. (2021) implementa la herramienta Ecocanvas para identificar los principales desafíos que enfrentan estas organizaciones, que van desde problemas ambientales y sociales hasta cuestiones de mercado o de índole político-jurídica, entendiendo, cómo desarrollan su modelo de negocio en una economía circular y en qué etapa se encuentran en este proceso.

En la siguiente investigación llamada *Modelo de negocio Ecocanvas para línea de productos de Algramo en Chile*, en concordancia con López. (2021), el cual diseña un modelo de negocio para la línea de productos de purina a través de la metodología Ecocanvas, en el cual determina la estrategia que le permite la captura de clientes en la empresa chilena Algramo y además la desarrolla involucrando circularidad en sus procesos.

En la búsqueda de literatura se halla un estudio que utiliza la herramienta Ecocanvas en el departamento del Meta, se denomina, *Fomento de la economía circular a partir del aprovechamiento de subproductos agrícolas en el marco del posconflicto en Colombia*. De acuerdo con Arias. (2018), define y plantea un modelo de economía circular a partir del aprovechamiento de los subproductos agrícolas del plátano y del café en el marco del post conflicto en Colombia, en el que fomenta el desarrollo sostenible a escala local y regional.

En vista de la revisión bibliográfica anterior, se evidencia un uso limitado de la metodología Ecocanvas para generar estrategias diferenciadoras y sostenibles a través del diseño de modelos de negocio circulares con biomasa de cítricos, gran parte de las investigaciones exploran la caracterización y evaluación de métodos óptimos de extracción de componentes químicos a partir de residuos de cítricos. Existe diversidad y cantidad de investigaciones con biomasa cítrica y otras corrientes, sin embargo, se encuentra un vacío en el objeto de esta investigación.

3. Diseño metodológico

3.1 Diseño de la investigación

La metodología se desarrolla en dos etapas, la primera, es exploratoria, busca comprender el entorno en el que la biomasa de frutas cítricas es generada y cómo esta influye en las empresas, el gobierno, el ambiente y la población. Para ello, se realizan encuestas semiestructuradas a diferentes actores de la cadena de valor y expertos académicos, se complementa con visitas presenciales a cultivos, empresas transformadoras y comercializadores. Se profundiza con una investigación documental a través de consultas en fuentes secundarias especializadas, lo que permite analizar los factores claves para el desarrollo de la investigación desde las dos perspectivas. La segunda etapa, consiste en aplicar la herramienta Ecocanvas, en ella se desarrollan los 12 bloques de la misma e involucra una mezcla de análisis cuantitativos y cualitativos que al final permiten deducir el potencial existente para desarrollar modelos de negocio circular y una propuesta de hoja de ruta para su ejecución.

Esta herramienta permite a las organizaciones repensar la economía circular e incorporar aspectos ambientales y sociales mediante un enfoque metodológico para ayudarlas a ser más sostenibles con el nuevo paradigma de la economía circular (Cerantola N., 2019) mediante innovaciones de negocio para promover un crecimiento económico responsable (Daou A et al., 2020).

Ecocanvas es funcional para el diseño de modelos de negocios circulares mediante el desarrollo secuencial del lienzo propuesto en su metodología para sus 15 herramientas denominadas, así:

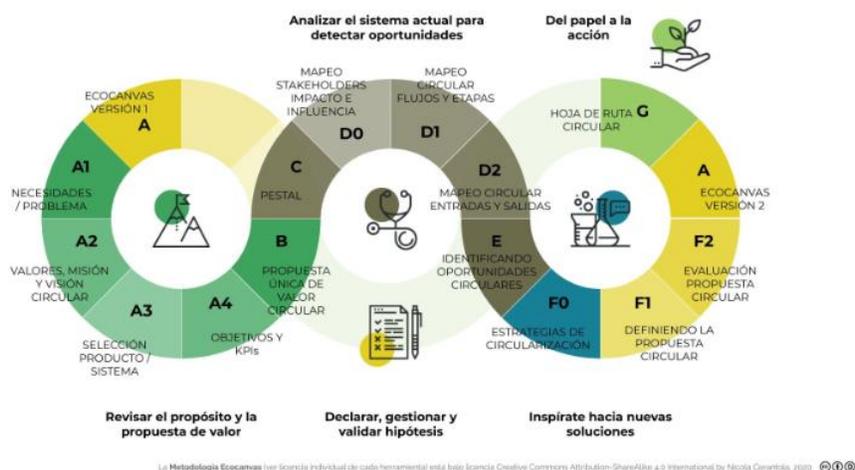


Figura 5. Herramientas de la metodología Ecocanvas (Tomado de <https://ecologing.es/Ecocanvas>)

Según su autor, sugiere iniciar la metodología con los bloques de problema/necesidad y el de segmento de clientes, luego, es posible trabajarlo por la intuición de quien la utilice. Así mismo, ofrece un marco de 15 herramientas modulares pero complementarias desplegadas en 5 fases (i. Revisar el propósito y la propuesta de valor, ii) Analizar el sistema actual para detectar oportunidades, iii) Declarar, gestionar y validar hipótesis, iv) Inspirar nuevas soluciones, v) Pasar del papel a la acción), estas fases proporcionan una herramienta visual que integra estrategias de economía circular en diferentes capas adicionales del modelo (Ver figura 5).

Ecocanvas estructura el proceso de diseño y validación del modelo de negocio, para madurar la idea de negocio y encajar mejor los diferentes componentes del negocio. Luego deja en una hoja de ruta las actividades que deben realizarse para materializar el negocio.

3.2 Tamaño de la muestra

Para realizar este estudio se aplica el muestreo por conveniencia, el cual es una estrategia de muestreo no probabilístico. El método se basa en la selección de elementos y participantes de forma conveniente, teniendo en cuenta su disponibilidad y proximidad al tema de estudio (Hernández., 2021). No se utiliza muestreo aleatorio, sino que se seleccionan sujetos más accesibles y geográficamente más cercanos, esto facilita la recopilación de datos necesarios para el estudio. Los criterios de decisión para determinar la muestra son: zonas de la región de fácil acceso y seguras, tiempos menores a 8 horas de desplazamiento desde Bogotá, conocimiento de la región y la identificación de actores en diferentes eslabones de la cadena que solventan la necesidad de conocer en campo el proceso productivo/servicio ofrecido del alcance de la investigación.

Se realizan consultas en la web de páginas públicas gubernamentales, centros de investigación y bases de datos, además de entrevistas a expertos para comprender la cadena de valor de los cítricos, su mercado potencial de subproductos y la definición de brechas de transferencia tecnológica desde el laboratorio a los negocios. La descripción de las entrevistas se evidencia en el numeral 8 de esta investigación.

De lo anterior, se aplican en primera instancia entrevistas semiestructuradas a 5 actores de la cadena de valor de cítricos, ubicados en su zona operacional, con el siguiente perfilamiento:

Experto #1: Productor de naranja, 56 años, propietario de tres haciendas que sumadas ascienden a 28 hectáreas, con una producción anual de 210 toneladas de naranja en promedio, ubicada a 88 kilómetros de Villavicencio vía Granada, su escolaridad es bachiller y lleva en el negocio del cultivo de la fruta alrededor de 15 años. No conoce su índice de merma en la producción, pero manifiesta que su método de recolección manual le afecta su resultado, el cual se identifica al visitar las instalaciones de la hacienda.

Experto #2: Productor de naranja y mandarina, 63 años, propietario de dos haciendas que sumadas ascienden a 10 hectáreas, con una producción anual de 130 toneladas de naranja y 6 toneladas de mandarina en promedio, ubicada a 12 kilómetros de Villavicencio, su escolaridad es técnico agropecuario y lleva en el negocio del cultivo de la fruta alrededor de 22 años. Su método de recolección es manual, no conoce su índice de merma, pero reconoce que sus conocimientos sobre la siembra son buenos, pero puede fortalecer la eficiencia de esta.

Experto #3: Productor de limón, 60 años, propietario de 5 haciendas que sumadas ascienden a 22 hectáreas y además comercializa en la central de abastos de Villavicencio en dos locales de su propiedad, con una producción anual de 240 toneladas de limón Taití y mandarino en promedio, ubicada a 96 kilómetros de Villavicencio vía Granada - fuente de oro, su escolaridad es bachiller y lleva en el negocio del cultivo de la fruta alrededor de 30 años y como comercializador aproximadamente 10 años.

Experto # 4: Comercializador de naranja, 40 años, propietario de una comercializadora ubicada en la central de abastos de Villavicencio, genera 5 empleos directos, vende 40 toneladas de naranja mensual promedio, tanto en punto de venta como a comercios clave del municipio, su abastecimiento lo realiza a través de productores ubicados en el municipio de Lejanías (Meta), la unidad de venta del producto es en kilos, menciona que su merma es alrededor de 100 kilos de producto.

Experto # 5: Transformador de naranja, mandarina y limón, 38 años, nacido en Manizales y llanero por adopción, emprendedor de producto con valor agregado en el congelado de frutas, entre ellas los cítricos, unidad mínima de venta un pallet y embalaje en lata de diferentes cantidades, vende nacionalmente y exporta a más de 3 países.

Así mismo, se realizan entrevistas no estructuradas virtualmente a 2 expertos investigadores académicos de prestigiosas universidades del centro y occidente del país, en donde se abordan temas encaminados a entender aspectos técnicos de sus investigaciones alineados al propósito de esta investigación y la recepción de aportes sobre la misma. Siendo el perfil de estos expertos académicos:

Experto # 1 académico: Doctor en logística y cadena de suministro con investigaciones en agrofoods, resiliencia de la cadena agroalimentaria, sostenibilidad y analítica, con 8 publicaciones en revistas indexadas.

Experto # 2 académico: Doctora en ciencias de alimentos, con investigaciones en desarrollo de alimentos funcionales, promueve la alimentación saludable e inteligente.

La entrevista con los expertos es moderada por el investigador y busca la interacción abierta con los participantes para no sesgar las respuestas y recibir diferentes perspectivas sobre la biomasa de cítricos desde el rol que cada uno de ellos lidera.

3.3 Recolección de información

Para llevar a cabo la investigación en campo, se divide la recolección de datos en dos fases:

La primera, es la aplicación de una entrevista semiestructurada individual a los expertos a través de un cuestionario, obteniendo información acerca de la disposición actual de la biomasa de cítricos, la adopción de prácticas de valor agregado, los desafíos y la voluntad de participar en iniciativas de colaboración. Se busca comprender la situación actual e identificar posibles oportunidades para mejorar la gestión de la biomasa de cítricos en el departamento del Meta. Los datos los registraron directamente los expertos. Para mayor información sobre el formato utilizado, ver anexo 2.

La segunda fase involucra a los expertos de manera individual en el análisis estratégico de la investigación respecto con la biomasa de cítricos. Dentro de las herramientas usadas por los expertos se encuentran la matriz de factores externos (MEFE), la matriz de factores internos (MEFI) y el análisis PESTEL, tratando de conocer más sobre el mercado potencial para el subproducto de la biomasa de cítricos. Los datos son diligenciados directamente por los expertos y posteriormente se realiza un análisis a través de la herramienta estratégica DOFA.

4. Definición del modelo de negocio

Siguiendo la línea de la metodología Ecocanvas, se utiliza el lienzo que facilita su funcionalidad para el diseño de modelos de negocios circulares mediante el desarrollo secuencial de sus 12 bloques denominados así:

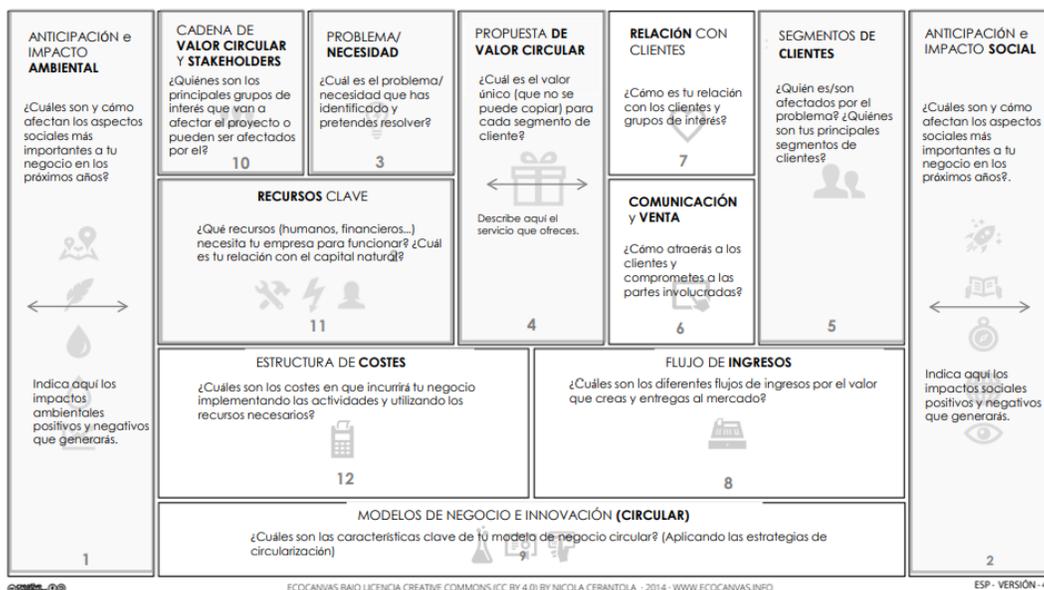


Figura 6. Lienzo Ecocanvas (Tomado de <https://ecologing.es/Ecocanvas>)

4.1 Necesidad/problema

Con relación a los modelos de negocio circulares para la biomasa de cítricos, existen varias necesidades y desafíos que son escenarios extensos para abordar. Para ello, inicialmente se opta por llevar a cabo un estudio sobre el potencial de mercado de los subproductos cítricos en diferentes industrias. Mediante el uso de una matriz de priorización, se analiza la aceptación de estos subproductos en el mercado nacional. Los resultados obtenidos presentados en la Tabla 3, revelan que la pectina es el subproducto con mayor potencial de aceptación en las industrias cosmética y alimentaria, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Al consultarse con 5 expertos de la región a través de una entrevista semiestructurada de forma personalizada y presencial en su lugar de trabajo, se realizan 10 preguntas a cada uno asociadas al concepto de subproductos derivados de los cítricos desde su rol como productor (3) y comercializador (2), los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultado de entrevistas a expertos

Pregunta	Respuesta	% Respuesta
1. ¿Cuál es el destino principal de la biomasa residual generada en su proceso de producción o distribución de frutas cítricas?	Compostaje	40%
	Utilización como alimento para animales	20%
	Vehículo recolector de basura	40%
2. ¿Qué porcentaje aproximado de su biomasa residual se destina a cada una de las opciones anteriores?	61 a 100%	100%
3. ¿Qué factores considera más importantes al decidir la forma de disposición final de la biomasa residual?	Aspectos económicos	40%
	Requisitos legales y normativos	60%
4. ¿Ha implementado alguna vez prácticas de valorización de la biomasa residual en su proceso?	No	100%
5. ¿Cuáles son los principales desafíos o barreras que enfrenta para dar una disposición final adecuada a la biomasa residual?	Limitaciones económicas	60%
	Falta de infraestructura adecuada	40%
6. ¿En qué medida considera que la gestión adecuada de la biomasa residual puede generar valor adicional para su empresa?	Alto	80%
	Muy Alto	20%
7. ¿Estaría dispuesto a invertir en tecnologías o infraestructura para mejorar la gestión de la biomasa residual en su proceso?	Tal vez, dependiendo de la rentabilidad	60%
	No	40%
8. ¿Qué tipo de apoyo o incentivos consideraría útiles para mejorar la gestión de la biomasa residual en su industria?	Subvenciones o financiamiento para inversiones en tecnologías de valorización	60%
	Asistencia técnica y capacitación en gestión de biomasa residual	40%
9. ¿Le interesaría participar en programas de colaboración con otras empresas o entidades para encontrar soluciones conjuntas a los desafíos de gestión de biomasa residual?	Tal vez, dependiendo las condiciones	80%
	Sí, definitivamente	20%
10. ¿Estaría dispuesto a entregar su biomasa a un tercero para que lo utilice en procesos productivos sostenibles?	Sí	80%
	No	20%

La consulta en la literatura y bases de datos públicas define en primera instancia el sector alimentario, al tener un potencial desarrollo en la región, menores costos logísticos por ubicación y transporte local y casi nulos competidores, a pesar de ser el segundo de la calificación total. Para la construcción de la matriz, se definen seis variables y una escala de calificación entre 1 y 5, siendo 1 la menor y 5 el de mayor impacto respectivamente. Para el análisis de datos se realiza una matriz de priorización (Tabla 4) en la que se determina el potencial de valorización que tiene los subproductos de la biomasa de cítricos desde una perspectiva de mercado.

Tabla 4. Matriz de priorización subproductos de biomasa cítrica

Industria	Subproducto	Producto Para Fabricar	Demanda	Rentabilidad	Costos de producción	Valor agregado	Disponibilidad de Materia Prima	Competencia	TOTAL
Cosmética	Pectina	Mascarillas faciales, cremas, exfoliantes, champús, acondicionadores, maquillaje, productos de higiene oral	5	5	5	5	4	2	26
Alimentaria	Pectina	Mermeladas, bebidas, dulces, jugos concentrados, condimentos, postres, suplementos alimenticios, snacks saludables	5	5	5	4	4	2	25
Farmacéutica	D-limoneno	Suplementos alimenticios, medicamentos, productos para el control de plagas	5	5	3	5	3	3	24
Cosmética	Aceite esencial de cítricos	Lociones, cremas hidratantes, jabones, champús, acondicionadores, perfumes, exfoliantes	5	4	1	4	5	1	20
Farmacéutica	Aceite esencial de cítricos	Suplementos alimenticios, medicamentos, productos de aromaterapia	5	4	1	3	5	1	19
Alimentaria	Aceite esencial de cítricos	Aromatizantes, saborizantes, perfumes, productos de limpieza, cosméticos, insecticidas naturales	5	3	1	3	5	1	18
Compostaje	Residuos de cítricos	Compost, fertilizantes, sustratos	4	2	5	1	5	1	18
Biocombustibles	Bagazo de cítricos	Biocombustibles sólidos, pellets, briquetas, biogás	4	2	3	2	5	1	17

4.1.1 Generalidades de la Pectina

La pectina es una fibra soluble presente en muchas frutas y verduras, incluye cítricos como naranjas, limones y pomelos. De hecho, los cítricos son una de las fuentes más ricas de pectina, especialmente en la cáscara y la pulpa, no en el jugo. La cantidad de pectina varía según la variedad de cítricos y el momento de la cosecha. Se estima que en una naranja promedio, la cantidad de pectina oscila entre el 0,5 y el 3% del peso seco de la fruta (247 mg/g base de materia seca) (Müller et al., 2016). Respecto a las cáscaras de los cítricos, son la fuente principal para la producción de pectina, cercana al 85% en el mundo, ya que representa entre el 20 y 30 % de pectina sobre la base de peso seco (Zioga et al., 2022). Por lo tanto, es importante utilizar técnicas adecuadas de extracción de pectina para obtener el máximo rendimiento y debido a su versatilidad y disponibilidad en fuentes naturales renovables hacen que sea un biopolímero muy valorado.

Este subproducto, es un polisacárido que se utiliza comúnmente en la industria alimentaria como agente espesante y gelificante (Dranca et al., 2018). Sin embargo, su potencial va mucho más allá de la industria alimentaria. La pectina también se investiga en aplicaciones médicas, como en la elaboración de parches transdérmicos y medicamentos de liberación controlada como la diabetes (Blanco-Pérez et al., 2021). Además, en aguas residuales para eliminar sus metales pesados y contaminantes. La extracción de pectina en varios estudios concluye ser costosa y con alta demanda de agua y energía, pero están investigando nuevas técnicas más sostenibles y cercanas a las realidades territoriales.

Cada vez más surgen estudios que prospectan el futuro de la pectina, concluyen que será un componente esencial para el desarrollo sostenible y el motor de la economía circular en los flujos de biomasa cítrica a través de una industrialización fundamentada en la articulación entre diferentes actores como gobierno, investigadores, academia, inversores y emprendedores orientados hacia la producción de biopolímeros, las biotecnologías y procesos basados en fuentes renovables (Sarangi et al., 2023).

Según informa Food Business News en 2016, la producción de pectina puede verse afectada por factores externos como los malos cultivos de cítricos y las enfermedades de las plantas. La cáscara de cítricos son materias primas tradicionales para la producción de pectina, pero su disponibilidad limitada puede limitar la producción. A pesar de estos desafíos, se espera que el mercado de pectina experimente un crecimiento significativo en los próximos años, alcanzando un valor estimado de USD \$ 1.8 mil millones para el año 2026. Este crecimiento se debe en gran medida a la creciente demanda de ingredientes naturales (Reichembach et al., 2021).

La figura 6, refleja la participación dominante de la pectina en el mercado de aplicación en la industria de alimentos en sus cinco primeros lugares, seguido de farmacéutica y cosmetología, debido entre otras, a la preocupación de la población en consumir productos más saludables y ambientalmente responsables.

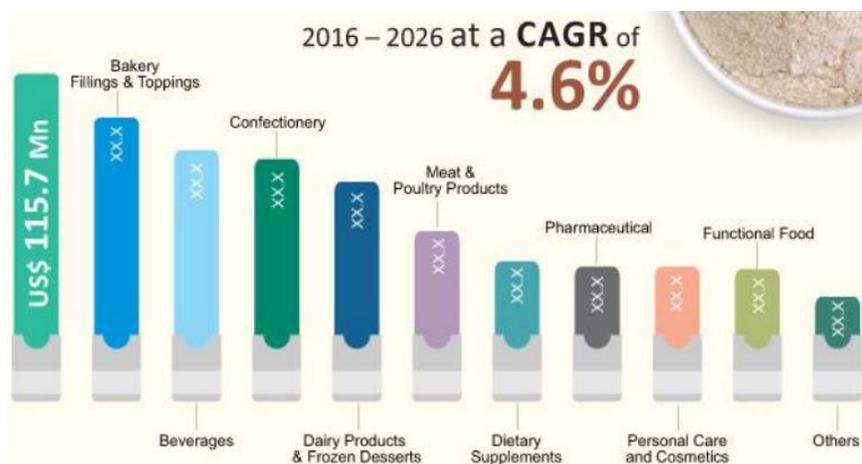


Figura 7. Mercado global de pectina (www.entrepreneurindia.co)

La figura 7 muestra cómo en los últimos años el mercado estadounidense por la venta de pectina aumenta sus ingresos año a año, proyectan para el año 2025 un aumento del 200% en la industria láctea, productos de panadería y pastelería y farmacéutica, sin embargo, los mayores ingresos se estiman del uso en alimentos y bebidas.

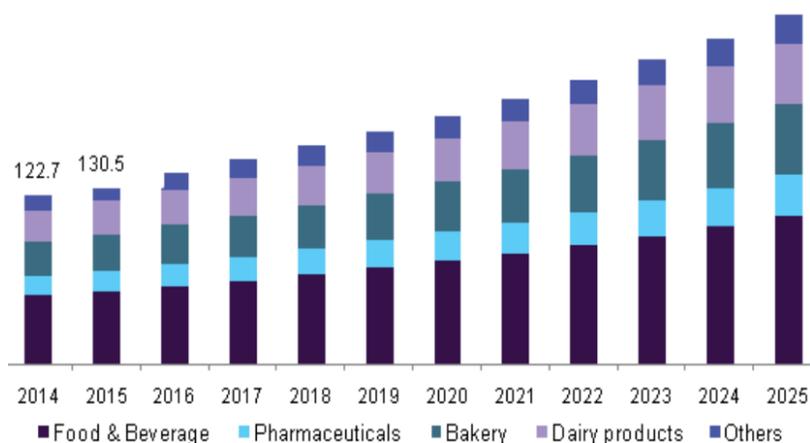


Figura 8. Ingresos del mercado de pectina en EEUU (www.entrepreneurindia.co)

En Colombia, según el DANE en su informe de balanza comercial 2022, se observa en la tabla 5, que existe un mercado potencial de la pectina por productos sustitutos importados pertenecientes al capítulo (5), además, se infiere que la cantidad de producto de alimentos, cosméticos y farmacéuticos en el mercado no está siendo satisfecho en su totalidad por los empresarios nacionales, traduciéndose en un mercado potencial para la creación de negocios locales.

Tabla 5. Importación de productos que usan pectina (Cifras en miles de dólares CIF)

Capítulo del arancel	2020	2022	Crecimiento	% incremento
(1) Productos farmacéuticos	2.505.361	3.510.865	1.005.504	40,1%
(2) Aceites esenciales, perfumería y cosméticos	547.197	772.376	225.179	41,2%

(3) Azúcares y artículos de confitería	278.976	442.662	163.686	58,7%
(4) Preparaciones a base de cereal, harina, leche; pastelería	196.865	278.282	81.417	41,4%
(5) Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales	22.330	38.955	16.625	74,5%
Total	3.550.729	5.043.140	1.492.411	42%

Fuente: (DANE.2022)

En la tabla 6, los productos pertenecientes al capítulo del arancel (2) y (3), tienen un importante crecimiento entre otras, por ser exportados aprovechando la tasa cambiaria del dólar, esto deja un vacío en el mercado real nacional aprovechado por los importadores, quienes ingresan productos valorizados para el consumo humano con la pectina en él. Así mismo, la caída de las exportaciones del capítulo del arancel (5), pudo darse por la necesidad local, la falta de calidad para competir con productos extranjeros, los altos costos de transporte o barreras de entrada regulatorias en otros países. Sin embargo, en el año 2022 muestra un crecimiento nacional en la cantidad de importaciones de 4 veces las exportaciones, este hecho genera una evidente necesidad del mercado nacional para ser abastecido por productos que contengan pectina.

Tabla 6. Exportación de productos que usan pectina (Cifras en miles de dólares FOB)

Capítulo del arancel	2020	2022	Crecimiento	% incremento
(3) Azúcares y artículos de confitería	506.154	644.513	138.359	27,3%
(2) Aceites esenciales, perfumería y cosméticos	423.309	530.364	107.055	25,3%
(1) Productos farmacéuticos	361.506	406.370	44.864	12,4%
(4) Preparaciones a base de cereal, harina, leche; pastelería	155.191	189.237	34.046	21,9%
(5) Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales	6.244	4.868	-1.376	-22,0%
Total	1.452.404	1.775.352	322.948	22,2%

Fuente: (DANE.2022)

Lo reflejado por las estadísticas del mercado potencial de la pectina, contextualiza la oportunidad de atender dicha demanda en los próximos años, con un enfoque en la producción sostenible y la adopción de modelos de negocios circulares en la cadena de valor de los cítricos, siendo estos últimos el principal insumo para su producción. Esto implica el uso responsable de los recursos naturales que intervienen en su ciclo de vida, la reducción de sus residuos y emisiones y la implementación de prácticas sostenibles en toda su cadena de suministro. La adopción de una relación sólida con los clientes y otros actores relevantes en el mercado, a través de una comunicación clara y transparente, construye una reputación de marca positiva y duradera en el tiempo (Urbinati et al., 2017).

4.1.2 Tecnología de proceso

La producción de pectina de cítricos es un proceso minucioso que consiste en extraer esta valiosa polifuncional sustancia de la piel y la pulpa de un cítrico (Pineda., 2002). Primero, se seleccionan y lavan cuidadosamente los cítricos, luego se separan la cáscara y la pulpa. La cáscara se somete a un proceso de extracción con agua caliente que provoca la liberación de pectina en las células de la cáscara. Después de la extracción, el extracto se clarifica y concentra, lo que elimina las impurezas y aumenta la concentración de pectina. Posteriormente, la pectina se precipita añadiendo alcohol o sales de calcio y se seca hasta obtener un polvo. El polvo se muele y se tamiza para lograr una uniformidad óptima antes del empaque (Reichembach et al., 2021).

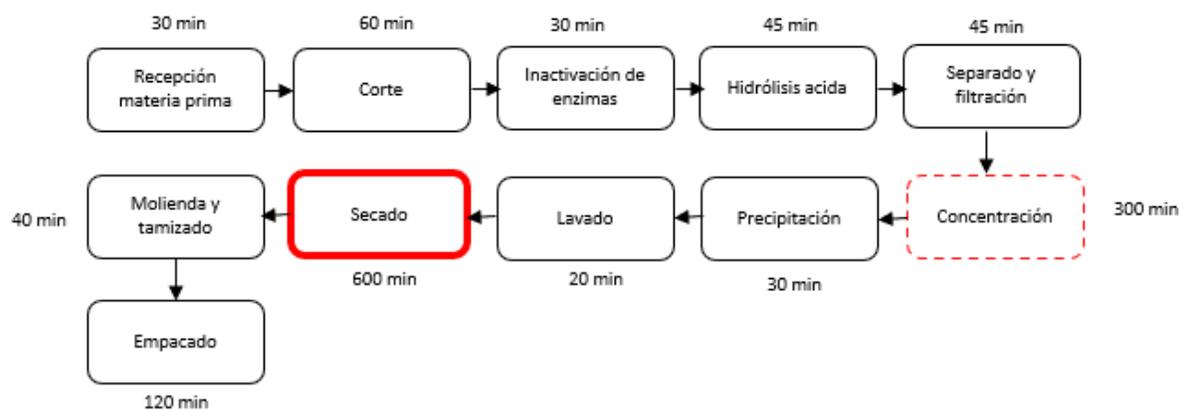


Figura 9. Flujo del proceso de producción

La figura 9, muestra el proceso de producción de pectina, con una duración estimada de 22 horas, siendo el proceso de concentración y secado los cuellos de botella, por tal razón, para los 5.500 kg diarios de materia prima en escenario pesimista, es posible procesar 2 lotes de 1.000 kg diariamente por la capacidad de 1.000 kg del reactor y el tiempo de operación del horno, obteniendo teóricamente 48.235 kg de pectina al mes en los 3 turnos del día de 8 horas cada uno.

Existen investigaciones que utilizan diferentes tipos de tecnologías y procesos para la producción de pectina, algunas de ellas en contexto de laboratorio, ya que les interesa identificar los efectos sobre la biomasa de las diferentes variables ambientales, químicas y de tecnología existentes en ambientes controlados, monitorear la producción del bioproducto, por esta razón, se derivan otros estudios en los cuales se tornan intereses industriales, allí varían algunas actividades y equipos requeridos, por lo anterior, en la tabla 7, se describe factores generales claves para la toma de decisiones en equipos tecnológicos consultados en el portal mercadolibre.com por un total de \$ 458.097.640 COP:

Tabla 7. Descripción tecnológica del proceso de producción. Extraído de Alibaba.com

Proceso	Tecnología	Característica	Inversión
Tolva de almacenamiento		Modelo TCZK. hasta 15 toneladas, vendido por Henan Haokebang Machinery Equipment Co. Origen China, peso de 20 ton. láminas de	\$ 49.979.600 Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023

		acero galvanizado con recubrimiento de zinc de 275-600g/m2	
Limpieza de materia prima (2 Und)		Marmita volcable vapor agitador MV200 de la empresa CI Talsa, se utiliza para el lavado de la cáscara con agua a temperatura ambiente de Villavicencio. Con capacidad estimada de 200 litros, 0,74 kw	\$ 88.298.000 x 2 und Total: \$ 176.596.000
Extracción (2 Und)		Extractor de aceite esencial por microondas, 220 V, capacidad 316L. Dimensión 0,8 m x 1m x 1m. fabricada por Xi'an Toption Instrument Co en China.	\$ 36.223.000 x 2 und Total: \$ 72.446.000 Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023 FOB
Triturado (2 Und)		Licadora industrial. Capacidad 500 kg/hr, en acero inoxidable, 380 V, Marca SANBI. Fabricada por Zhejiang Bangtai Machine Co. Origen China. Peso. 350 Kg. Medidas. 1,3 m x 1,3 m x 2,5 m.	\$ 10.175.000 x 2 und Total: \$ 20.350.000
Filtrado (3 und)		Filtro prensa especial para extracción de pectina, 380 V, Energía 2.2 Kw, automática, fabricado por Zhengzhou Toper en China, modelo XY hydraulic filter press.	\$ 12.210.000 x 3 und Total: Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023 FOB

Precipitado		Reactor químico Alkyd de agitado continuo, dimensiones 2,8 m de alto por 1,4 m de ancho, capacidad de 1000 L, velocidad 65 rpm, 950 kg de peso, fabricada por Zhucheng Yuanyang Machinery Co. 22 Kv	<p>\$ 30.525.000</p> <p>Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023</p> <p>FOB</p>
Secado		Horno secador modelo DM5, con 20 KW de potencia, 5 m ³ de carga útil, propulsado por gas/eléctrico/madera, origen chino. Fabricado por CANMAX Machinery.	<p>\$ 12.304.140</p> <p>Tasa dólar: 4101,38 del 28/09/2023</p> <p>FOB</p>
Molienda		Molino de martillos DFZK vertical, con capacidad de 35 ton/hora, velocidad 1.500 rpm, comercializado por Buhler Group en Suiza. Motor 110 kw, ahorro energético del 25% y 50% en ruido comparado con otras alternativas horizontales	<p>\$ 10.175.000</p> <p>Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023</p> <p>FOB</p>
Banda transportadora		Cumple con certificado de FDA, banda grado alimenticio, material poliuretano, resistencia al frío, Resistencia a la influencia dañina de las grasas de origen vegetal y animal.	<p>\$65.000 metro lineal</p> <p>Estimado: 200 m</p> <p>Total:</p> <p>\$ 18.000.000</p>
Tamizado (2 Und)		Tamiz industrial modelo Q ZSF-520, energía 1,5 W, peso 400 kg, 220/380 v, dimensiones 2,2m x 0,81m x 0,88m, granularidad 0.074-10mm, fabricado por Xinxiang Qianzhen Machinery Co. Origen Chino	<p>\$ 3.988.600 x 2 und</p> <p>Total:</p> <p>\$ 7.977.200</p>

			Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023 FOB
Empaque		Máquina para empaque, modelo DH-B5-60L, fabricada por Shanghai Dahe Packaging Machinery, potencia 3,12 kw, material de empaque papel y plástico, 208-405 v, producción 1 – 4 und/min, llenado de 1 kg – 30 kg, volumen tolva 100L, dimensiones 1,1m ancho x 1m largo x 3,2m de alto. Origen Chino.	\$ 18.315.000 Tasa dólar: \$4.070 del 30/09/2023 FOB
Carro estibas (3)		Capacidad hasta 2 toneladas. Comercializado por Homecenter. Modelo SXWTC-CPT-20. En metal	\$ 1.599.900 x 3 Und Total: \$ 4.799.700 Colombia

Existen diferentes procesos industriales para la extracción de pectina de cítricos y en gran medida depende de la calidad, humedad y el rendimiento obtenido para el éxito comercial del producto final, claro está, factores de consumo energético como electricidad, el agua y minerales hacen pensar en los costos y la afectación al medio ambiente al momento de decidir por cual inclinarse, entre ellos, el convencional ofrece un rendimiento que se considera bueno, pero carece de conciencia ambiental por su alto consumo de energía al requerir una mayor exposición a temperaturas elevadas y cantidades importantes de ácidos minerales, por lo que su proceso va en contra de políticas de ahorros y sobre todo de contribución a la preservación del medio ambiente (Sarangi et al., 2023).

En contraparte, el método de extracción por agua caliente ofrece un mejor desempeño con relación a la materia prima procesada versus el producto final obtenido, acompañado del reemplazo de ácidos minerales por ácido cítrico, este último, ayuda a ampliar la circularidad del proceso dado que una de sus técnicas de producción radica en los cítricos, por ende, ayuda a minimizar los costos de

producción de la pectina (Benassi et al., 2021), concluye que es el mejor método para la producción de pectina de los 5 métodos explorados en su investigación.

La tecnología es un factor clave en las características requeridas del producto final para la obtención de pectina que cumpla estándares del sector productor de alimentos, como lo son, las de color claro, es el caso encontrado en un estudio realizado por la Universidad Mayor de San Andrés en Bolivia (2022) cuyo experimento obtuvo pectina del procesamiento de cáscara de naranja al 20% de rendimiento de color marfil claro.

El procesamiento de biomasa de cítricos puede brindar oportunidades de empleo e impulsar la economía regional. Es necesario un cambio de cultura empresarial en el Departamento del Meta que reconozca el valor de la biomasa cítrica y promueva su uso sustentable. Por último, al fundamentar el ecosistema de innovación en modelos de negocio circulares de biomasa cítrica en la región, contribuye al desarrollo de nuevos procesos de producción, tecnificación e inversión de nuevos esquemas estratégicos competitivos en un mercado cada vez más exigente en su normatividad.

En consecuencia, en la tabla 8, se realiza una estimación de consumo de energía para uno de los equipos con base a la descripción mencionada en la tabla 7, se define el supuesto que funcionan durante 8 horas de un turno de trabajo y un valor de \$789,09 kw/hora, tomado de la empresa de energía de Villavicencio para el mes de septiembre en tarifa industrial.

Tabla 8. Costo de energía eléctrica

Equipo	Número de máquinas	Kw/hora equipo	Consumo kw/día	Consumo kw (Horas/mes)
Marmita	2	0,74	29,6	770
Extractor	2	0,2	8	208
Licuadaora	2	0,38	15,2	395
Filtro prensa	3	2,2	132	3.432
Reactor	1	22	220	5.720
Horno	1	20	400	10.400
Molino	1	110	220	5.720
Tamizado	2	1,5	60	1.560
Empacadora	1	3,1	62	1.612
Total consumo kw		160,12	1146,8	29.817
Costo consumo (COP)		\$ 126.349	\$ 904.928	\$ 23.528.139

Así mismo, se calcula el consumo de agua requerida para todo el proceso de producción de pectina, según (Boganoff. 2015; Garcia. 2021), la demanda de líquido tiene una relación de 1:10 respecto al sólido se encuentra un balance apropiado de rendimiento y costos, ya que estos son directamente dependientes, eso quiere decir, por cada kilogramo de cáscara que ingrese al proceso, se necesitan

10 litros de agua, sin contar el solvente. Por lo tanto, con el supuesto de procesar los 5.500 kg de cáscara disponible diariamente y un costo de \$3.391 COP el m³ en la ciudad de Villavicencio según la empresa de acueducto y alcantarillado de la ciudad, se asumiría un costo mensual de \$5.707.130 COP.

De acuerdo con las configuraciones energéticas de la maquinaria, tanto el reactor como el horno pueden operar con gas, por un valor de \$3.842 COP el metro cúbico, lo que representaría un consumo inferior al de energía eléctrica.

4.2 Segmentos de clientes

El sector de alimentos y bebidas colombiano cuenta con empresas representativas por su alto volumen de producción, facturación, empleabilidad y contribución al PIB, manteniendo anualmente su crecimiento en los últimos 3 años (ACIS., 2022), prueba de ello, para el año 2021, según indica la revista especializada de alimentos – Goula – referenciando el informe de la SuperSociedades, que 10 de las empresas más grandes del sector facturaron alrededor de 47,5 Billones de pesos representando cerca del 54% del total de este.

En la ciudad de Villavicencio por ejemplo, según Cámara y Comercio existen hasta el cierre de 2022, más de 100 panaderías y bizcocherías, entre las cuales, para efectos de la investigación se centra en 10 de ellas dada su capacidad de producción, número de sedes, cobertura y volumen de ventas, sin embargo, existen otros clientes potenciales en 8 pizzerías, 5 productores de yogurt, 1 procesador de carne de res, 5 heladerías, entre otros, identificados durante visitas a estos lugares, a continuación se relacionan las visitas en la tabla 9:

Tabla 9. clientes más relevantes en Villavicencio a corte 2022

Nombre comercial	Tipo	Puntos de venta	Volumen de ventas	Cobertura	Cantidad aproximada pectina (kg/mes)
Veracruz	Panadería y bizcochería	7	Alto	Regional	100
Real Danesa	Panadería y bizcochería	6	Alto	Regional	75
Chantilly	Panadería y bizcochería	1	Alto	Municipal	50
Johnpan	Panadería y bizcochería	2	Medio	Municipal	50
La Quesera	Panadería y bizcochería	1	Medio	Municipal	25
Pastipan	Panadería y bizcochería	1	Medio	Municipal	25
Surtipan	Panadería y bizcochería	1	Medio	Comuna	25
Pan de su casa	Panadería y bizcochería	1	Medio	Comuna	25
Zapatoca	Panadería y bizcochería	1	Bajo	Comuna	15

Toscana	Panadería y bizcochería	1	Bajo	Comuna	15
Sociedad agroindustrial emporio agrícola del llano	Fábrica de lácteos	1	Alto	Departamental	50
Inversiones Piedemonte Llanero	Fábrica de lácteos	1	Alto	Departamental	50
Lácteos la Catira	Fábrica de lácteos	1	Alto	Municipal	50
La gran vía	Fábrica de lácteos	1	Alto	Departamental	50
Lácteos Pulher	Fábrica de lácteos	1	Medio	Municipal	25
Danny	Procesadora de carne de res	1	Alto	Municipal	25
(5) Heladerías	Amplio portafolio	2	Alto	Municipal	125
(8) Pizzería	Pizza	2	Alto	Municipal	250

Fuente. Elaboración propia

Una vez realizada la visita, se identifica que las cifras relacionadas con la cantidad de pectina que se usa para la elaborar los productos no es de conocimiento de los colaboradores en las empresas de medio y alto volumen de ventas y son muy reservados con la información de sus recetas, en cambio, en las empresas de bajo volumen de venta, en promedio por cada kilogramo de mezcla de producto utilizan entre 5 y 10 gramos de pectina en polvo, esa relación permite inferir que si se elaboran 1.000 kilos de mezcla, se requiere un kilo de pectina en polvo en el mejor escenario.

En los casos donde se elaboran mermeladas, jaleas y preparaciones con base de azúcar para bizcochería y heladerías, la proporción de uso de pectina es 1:10 respecto al azúcar, algunos de ellos lo pesan en balanzas digitales y otros lo calculan con cucharas, esto quiere decir que por cada preparación que se requiera 1 kilogramo de pectina se mezcla con 10 kilogramos de azúcar. Esta relación induce a pensar sobre el potencial en la demanda existente en el mercado, no solo regional sino explorar mercados en otros departamentos como Antioquia, Valle y Cundinamarca quienes concentran gran parte de las industrias de alimentos del país y además, en países con alta demanda del producto como los ubicados en Asia Pacífico y América del norte; Europa es un continente prometedor por sus políticas recientes en etiquetas limpias y hábitos de consumo saludable de su población, sin embargo, los competidores tienen poder de producción y negociación muy relevante (Portal mordor intelligence., 2022). Esta investigación se enfoca en la ciudad de Villavicencio para desarrollar el escenario de un modelo de negocio circular con la biomasa de cítricos.

4.3 Cadena de valor circular

4.3.1 Análisis estratégico

El análisis estratégico es un proceso estructurado que examina los recursos internos, capacidades y competencias de una organización, así como el entorno externo en el que opera, con el fin de identificar oportunidades y amenazas clave. Se utiliza para formular estrategias que aprovechen las fortalezas internas y mitiguen las debilidades, mientras se enfrentan a los desafíos externos. (Arrieta et al., 2021). Para la investigación, se desarrollan 5 matrices estratégicas, tales como, PESTEL, MEFE,

MEFI, PEYEA y DOFA, las cuales, para su procedimiento, se utilizaron datos provenientes de entrevistas realizadas a los actores en sus sitios de operación y ejercicios tipo workshop con cada uno de ellos para conocer la relevancia e impacto de las cifras resultado de la aplicación cuantitativa de las matrices, esta última se fortalece su interpretación con literatura especializada. Para obtener ampliación de cómo se construyó el paso a paso y se llegó a las conclusiones, se invita al lector a consultar el anexo 1 - análisis estratégico.xls. Este conjunto de herramientas estratégicas proporciona a los gerentes de negocio información para la comprensión de los factores claves de éxito no solo de forma cualitativa sino cuantitativa, de esta manera, ayuda a reducir la subjetividad en el análisis de las situaciones.

4.3.1.1 Matriz PESTEL

La matriz PESTEL identifica los factores externos que afectan el desarrollo eficiente de las empresas, en el marco de aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales, para prepararse a situaciones y circunstancias que interrumpan de alguna manera su plan estratégico, a través de la comprensión del crecimiento o declive de un mercado y, en consecuencia, la posición, potencial y dirección de un negocio.

Entorno político

El gobierno nacional y departamental dentro de sus planes de gobierno tienen vinculado la sostenibilidad como eje de su gestión, existe 17 tratados de libre comercio con 65 países, la pectina no tiene arancel para su importación. Son entes vigilantes el Invima, la secretaría de salud. Se ofrecen algunas facilidades de crédito a negocios verdes través del banco agrario, así mismo, el Ministerio de Ambiente desarrollo sostenible lanzó en 2022 el plan nacional de negocios verdes el cual busca el fomento y desarrollo de este tipo de negocios.

Entorno económico

Colombia es un país en vía de desarrollo, alcanzó un PIB de 1.462.522 miles de millones de pesos en el año 2022 y en la última medición del III trimestre de 2023 el PIB nacional sufrió una caída del -0,27% y en las importaciones (DANE. 2023), El departamento del Meta participó con el 4% del nacional en 2022 y su índice per cápita fue de \$57.295.335.

El Meta es un departamento con industrias agroindustrial, turística y petrolera. Es el quinto productor de cítricos nacionalmente y una de las principales dispensas agrícolas y ocupa el puesto 17 entre los 32 departamentos subiendo posiciones con respecto al año anterior. El modelo de negocio se plantea para este departamento con baja industrialización y una tasa de desempleo del 11,2% en 2022. La diversificación de productos y servicios ha crecido en la producción de alimentos y bebidas. En el 2022, la Cámara y Comercio de Villavicencio registraba más de 40.000 empresas de las cuales cerca de 4.800 se dedican a alimentos y alojamiento (Sua. 2023). Su población es de 1.113.810 habitantes

Entorno Social

Colombia muestra un panorama complejo en términos de seguridad e informalidad laboral, también, el endeudamiento es uno de las principales fuentes de adquisición de bienes y servicios, la

población para el año 2022 aumentó en 0,7% (Banco de la República), hay libertad de opinión y medios de comunicación públicos y privados en su mayoría partidistas, una de sus principales prácticas en crecimiento es el uso de contenido digital. Existen tendencias de compra por productos y hábitos saludables. Los competidores del mercado de la pectina tienen sucursales en el país e importan sus productos de manera directa. Gran parte de los grandes clientes se ubican en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

El departamento del Meta no es ajeno al contexto nacional, su índice de escolaridad es menor que la media nacional, la mano de obra es barata.

Entorno tecnológico

En el país hay una brecha significativa de conectividad entre sectores urbanos y la ruralidad a pesar de los esfuerzos gubernamentales por mejorar el acceso a la conexión de internet y uso de aplicaciones móviles para agilizar trámites estatales y comerciales (Ministerio de las tecnologías y las comunicaciones). El comercio electrónico crecerá en 27% hacia el año 2027 (Americas market intelligence. 2023). La competencia en el sector de la valorización de residuos es más tecnificada y con posicionamiento global abarcando en gran medida del mercado.

La tecnificación en el Meta se concentra en la industria petrolera y en menor medida en los sistemas de cultivo, sin embargo, hay un alto potencial para priorizar inversiones en equipos y sistemas que permitan ser más eficientes en los procesos.

Entorno Ecológico

El país lidera iniciativas de sostenibilidad en Latinoamérica, es un país rico en biodiversidad con 5 reservas mundiales de biosfera. Hay variedad de climas cálidos y frío, no hay estaciones. Existe compromiso presidencial por la transición energética asumida en la reunión del COP28 en 2023, se generan una cifra cercana a los 12 millones de toneladas al año (2022) con una tasa de reciclaje del 12%, aproximadamente el 40% de los residuos sólidos son orgánicos (Superservicios, 2023).

Entorno legal

Nacionalmente existen programas que promueven el consumo sostenible, como lo es el de compra eficiente (2022), avances en ecoetiquetados, capacitación y campañas de vida de vida sostenible y la creación de guías para la reducción del desperdicio de alimentos. Así mismo en 2019 surgió la estrategia nacional de economía circular alineada al plan nacional de desarrollo. Geopolíticamente es un país estable con sus pares, actualmente con política partidaria de izquierda, centralizada y con garantías laborales para sus ciudadanos, preocupaciones por la incertidumbre institucional del gobierno y reformas tributarias.

Esta investigación analiza cada uno de los seis aspectos, identifica factores clave de la literatura y los extraídos de las entrevistas con expertos anteriormente mencionados, luego, en la figura 10, se muestra la relación del impacto de cada uno de los entornos analizados previamente, identificando que el país y el departamento ofrecen oportunidades para desarrollar negocios sostenibles, involucrando innovación, relacionamiento de actores, necesidad ambiental y exigencia del mercado.

PERFIL PEST	FACTORES	MUY NEGATIVO	NEGATIVO	INDIFERENTE	POSITIVO	MUY POSITIVO
POLÍTICOS	Asuntos ecológicos/ambientales				X	
	Legislación actual en el mercado local				X	
	Procesos y entidades regulatorias		X		X	
	Políticas de comercio exterior		X		X	
	Políticas gubernamentales		X		X	
ECONÓMICOS	Financiamiento e incentivos		X		X	
	Situación económica local				X	
	Tendencias económicas nacional				X	
	Tendencias económicas en otros países				X	X
	Asuntos generales de impuestos		X		X	
	Motivadores de los clientes				X	
	Mercado potencial				X	X
	Distribución		X		X	
	Factores específicos de la industria de cítricos		X		X	
	Intereses y tasas de cambio	X			X	
SOCIAL	Tendencias de estilo de vida				X	X
	Demografía				X	X
	Punto de vista de los medios				X	X
	Patrones de compra del consumidor				X	X
	Acceso y tendencias de compra				X	X
TECNOLÓGICOS	Factores étnicos y religiosos			X	X	
	Publicidad y relaciones públicas				X	
	Desarrollos tecnológicos de competidores		X		X	
	Financiamiento para I+D+I		X		X	
	Madurez de la tecnología		X		X	
	Capacidad y madurez de la manufactura		X		X	
	Información y comunicación		X		X	
	Tecnología usada para compra				X	X
	Potencial de innovación				X	X
	Soluciones sustitutivas		X		X	X
ECOLÓGICOS	Asuntos ecológicos/ambientales		X		X	
	Asuntos climáticos		X		X	
	Responsabilidad social		X		X	
	Consumo de recursos		X		X	
	Consumo de energía		X		X	
	Gestión de residuos		X		X	
	Normas técnicas de calidad		X		X	
	Procesos de producción		X		X	
LEGALES	Legislación internacional		X		X	
	Legislación nacional		X		X	
	Legislación laboral		X		X	
	Decretos municipales		X		X	
	Licencias y permisos		X		X	
	Normas específicas del producto y consumidor		X		X	

Figura 10. PESTEL

4.3.1.2 Matriz MEFE (Matriz de factores externos)

El análisis de evaluación de factores externos permite resumir y evaluar toda la información externa, como son: las variables ambientales decisivas, predicciones ambientales determinantes y la matriz de perfil competitivo. En la tabla 10, muestra el resultado de 1,82 indica que la estrategia del sector de cítricos en su capacidad para aprovechar oportunidades y contener amenazas es muy limitada en el departamento del Meta, se acude a los expertos para identificar las amenazas y oportunidades, se elabora una lista individual por cada uno de ellos consolidándose la información en 12 factores, posteriormente, se consolida los factores de acuerdo a la coincidencia de los conceptos, reduciéndose a 10 factores; Seguidamente se les solicita ordenar de menor a mayor relevancia los factores consolidados, por último, se efectúa el procedimiento mencionado en la “descripción” (Anexo 1), los factores en color rojo representan a aquellos que tienen un mayor impacto para el análisis.

Tabla 10. Matriz de evaluación de factores externos (MEFE)

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS		PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PRODUCTO
OPORTUNIDADES				
O1	Mercado potencial internacional	0,10	2	0,2
O2	Certificaciones bajo la normas de calidad alimentaria	0,06	2	0,12
O3	Alta rentabilidad a largo plazo	0,04	3	0,12
O4	Digitalización de los procesos	0,04	1	0,04
O5	Cultivos libres de enfermedades	0,04	4	0,16
O6	Aprovechamiento de subproductos	0,08	1	0,08
O7	Innovación y diseño en productos	0,06	1	0,06
O8	Fomento del gobierno nacional en la aplicación de econom	0,06	2	0,12
O9	Aliados estratégicos de varios sectores (Academia, gremios	0,04	2	0,08
O10	Tasa cambiaria de la moneda Dollar - exportación	0,04	2	0,08
AMENAZAS				
A1	El clima: lluvias, fenómeno del niño, temperatura.	0,06	2	0,12
A2	Cierre de la vía Bogotá-Villavicencio	0,10	1	0,10
A3	Recesión económica del país	0,04	1	0,04
A4	Incremento de impuestos tributarios para las PYME	0,02	1	0,02
A5	Poder de negociación de los intermediarios	0,02	2	0,04
A6	Disponibilidad de materia prima	0,08	3	0,24
A7	Nulos aranceles en otros países productores para exportar	0,02	1	0,02
A8	El acceso de movilidad y transitabilidad entre municipios p	0,04	2	0,08
A9	Proveedores nacionales consolidados	0,04	2	0,08
A10	Pandemias que obliguen al cierre de la empresa	0,02	1	0,02
		1,00		1,82

4.3.1.3 Matriz MEFI (Matriz de factores internos)

La MEFI suministra una base para analizar las relaciones internas entre las áreas de las organizaciones. Es una herramienta analítica que resume y evalúa las debilidades y fortalezas importantes, tomando como referencia información capturada en otras matrices.

Para desarrollar la matriz interna (MEFI) relacionada en la tabla 11, se acude a los expertos para identificar las fortalezas y debilidades, se elabora una lista individual por cada uno de ellos, consolidando la información en 18 factores, posteriormente, se agrupa por afinidad de acuerdo con la coincidencia de los conceptos, reduciéndose a 10 factores; Seguidamente se les solicita que ordenaran de menor a mayor relevancia los factores sintetizados. Luego se efectúa el procedimiento mencionado en la descripción, dando como resultado un valor cuantitativo 2.63, el cual indica que el sector de cítricos tiene una posición interna media con tendencia hacia fuerte, los factores en color rojo representan a aquellos que tienen un mayor impacto para el análisis.

Tabla 11. Matriz de evaluación de los factores interno (MEFI)

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS FACTORES INTERNOS - MEFI				
MATRIZ DE EVALUACION DE FACTORES INTERNOS		PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PRODUCTO
FORTALEZAS				
F1	Clientes requieren el producto para su operación	0,08	4	0,32
F2	Espacio comercial para penetrar el mercado que actualmente ocupa las importaciones	0,06	4	0,24
F3	Cantidad de biomasa disponible de cítricos	0,06	4	0,24
F4	Departamento con potencial producción de cítricos	0,02	4	0,08
F5	Asignación de recursos por regalías del gobierno al departamento	0,01	3	0,03
F6	Precios competitivos en fruta en estado primario	0,02	3	0,06
F7	Terrenos y temperatura favorables para cultivar	0,04	4	0,16
F8	Cercanía a Bogotá	0,06	4	0,24
F9	Cultura ciudadana para el consumo de cítricos	0,04	4	0,16
F10	Disponibilidad de mano de obra calificada	0,01	3	0,03
DEBILIDADES				
D1	Costos de producción no competitiva	0,05	2	0,10
D2	No hay planeación para el crecimiento, falta enfoque y estrategia	0,08	2	0,16
D3	Desconocimiento de la competencia y su participación en el mercado	0,04	1	0,04
D4	Bajo servicio al cliente	0,04	1	0,04
D5	Baja industrialización/tecnología	0,08	2	0,16
D6	Desconocimiento del mercado para subproductos cítricos	0,05	1	0,05
D7	Productos sin valor añadido	0,06	2	0,12
D8	Falta de comunicación entre los productores para generar volumen de producto	0,06	2	0,12
D9	Baja liquidez - recursos financieros para operar	0,06	2	0,12
D10	Regulación exigente del sector cliente para adquirir productos	0,08	2	0,16
		1,00		2,63

4.3.1.4 Matriz PEYEA (Matriz de Posición Estratégica y Evaluación de la Acción)

La matriz PEYEA identifica el tipo de estrategia más adecuada para la empresa; utiliza la dimensión interna (fuerza financiera, ventaja competitiva) y la dimensión externa (fuerza industrial, estabilidad ambiental) como detonantes de la posición estratégica, estas estrategias son: agresividad, conservadora, defensiva y competitiva.

El análisis del sector de la pectina para el departamento del Meta es una oportunidad de dominar el mercado local y penetrar mercados nacionales y extranjeros, si se aprovecha esa oportunidad, puede diversificar además el portafolio de producto a través de nuevos productos derivados de otros cítricos como el maracuyá y mango, con un modelo de producción en cascada, esto se concluye por la orientación del vector direccional como se muestra en la figura 11, evidencia que la estrategia a implementar debe ser agresiva.

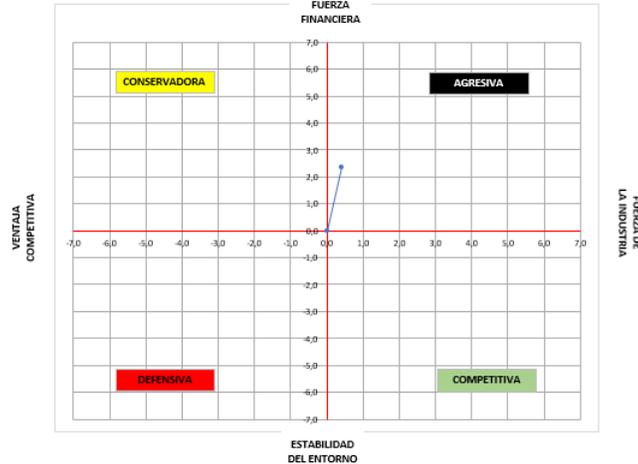


Figura 11. Matriz PEYEA

4.3.1.5 Matriz DOFA (Matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas)

La matriz DOFA identifica en qué áreas la empresa está teniendo éxito y en cuáles puede mejorar para tomar decisiones de forma estratégica, a través de su análisis interno (fortalezas, debilidades) y análisis externo (oportunidades, amenazas), cruza las cuatro perspectivas, fortalezas con oportunidades (FO), fortalezas con amenazas (FA), debilidades con oportunidades (DO) y debilidades con amenazas (DA) y define estrategias que pueden ser objeto de planificación e implementación.

Tabla 12. Estrategias resultantes por análisis DOFA

ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS FA
<ul style="list-style-type: none"> * Internacionalizar los productos (F1,F2, O1, O9, O10) * Compras colaborativas de materia prima (F3, F6, O5, O9) * Ampliar las líneas de producción de pectina hacia otros subproductos (F4, F8, F9, O6, O7) * Certificar procesos y productos (F5, F7, F10, O2, O8) * Campañas de marketin digital y en ferias nacionales (F8, F9, F2, F1, O10, O3, O4, O5) 	<ul style="list-style-type: none"> * Establecer convenios de cooperación en transporte aéreo (F1, F2, F5, A2, A6, A8) * Pertener al clúster de productores de cítricos en el Meta (F4, F6, F7, A3, A6, A8)
ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> * Automatizar los procesos de producción (O1, O5, O3, O4) * Comercializar solo productos ganadores (O2, O6, O7, O7, O8, O10) * Realizar inteligencia competitiva periodicamente (O3, O5, O6, O8, O9) * Crear una cultura empresarial hacia la calidad (O4, O7, O10, O2, O9, O4) 	<ul style="list-style-type: none"> * Políticas de abastecimiento definidas (O2, O8, O9, A2, A5, A6) * Reducir mermas y reclamos (O2, O4, O6, O10, A6, A9) * Desarrollar productos sustitutos derivados de los cítricos o en que la tecnología adquirida sea factible. (O1, O3, O6, O9, O10, A3, A9, A10)

En la tabla 12, se describen las estrategias resultantes, en este caso, se toma como referencia 10 aspectos por cada perspectiva, se realiza el cruce de ellas y como resultado se definen 5 estrategias FO, 3 estrategias FA, 4 estrategias DO y 3 estrategias DA, las cuales pueden ayudar al empresario de acuerdo con recursos y riesgos asumirla a corto, mediano y largo.

4.4 Relación con los stakeholder

De acuerdo al informe del 2015 emitido por la red clúster Colombia, adscrita al Ministerio de comercio, industria y turismo, los comercializadores son quienes tienen el poder de negociación y reciben la mayor ganancia del negocio, algunos de ellos ponen el precio para la compra, reduciendo el valor pagado al productor, además, explica que, falta conocimiento en las oportunidades de generar valor añadido en el producto, de potencializar canales de venta, de crear redes colaborativas y estrategias de volumen para incrementar la competitividad en el sector de los cítricos.

La observación en campo de la cadena de valor de cítricos en el departamento del Meta, permite identificar 11 actores representados en la figura 7; según la Cámara y Comercio de Villavicencio, para el año 2016 registraban en sus bases de datos 569 empresas de insumos agrícolas de los cuales el 69% se ubicaban en la capital del Meta y el restante en los demás municipios del departamento, respecto a la asistencia técnica, aparecían 29 y 27 empresas respectivamente, además de almacenes de cadena tales como Éxito, Alkosto, Olímpica, Carulla y los negocios denominados Surtifruver. Así mismo se determina a través de las entrevistas a los expertos locales, la existencia de más de 100 productores con volúmenes importantes de cítricos y 10 transformadores sin contar los que agregan valor a través de la venta de jugo natural.

Existe una concentración de las hectáreas productivas de frutas en la región del Ariari, 13 municipios que la componen son los de mayor potencial agrícola del Departamento (Instituto Colombiano Agropecuario., 2020). En la medida que la cadena de valor de cítricos se acerca a su eslabón de consumidor por medio de la transformación, se puede decir, que se genera una mayor cantidad de biomasa residual, precisamente, por el uso de la fruta como materia prima para la diversificación del portafolio de productos derivados de su jugo, pulpa, cascara y semillas.

Se evidencia que cerca del 90% de los cultivos de cítricos se concentran en zonas rurales del departamento de menos de 50.000 habitantes en municipios o corregimientos y en empresas de menor envergadura, también se constata la distancia entre estos y las plantas procesadoras de Villavicencio, en promedio 100 kilómetros o 2 horas de tránsito, así como la necesidad de aplicar acondicionamiento a la biomasa para su correcto tratamiento y pagar fletes o asumir costos operativos de transporte elevados para su recolección. En ese contexto, siendo la biomasa residual derivada del procesamiento de la fruta y la mayoría de los procesadores están en la ciudad de Villavicencio, se define el eslabón de transformadores como fuente de suministro de la biomasa cítrica, teniendo en cuenta el volumen que manejan al prestar su servicio o ejecutar su proceso de producción.

A continuación, en la figura 12, se muestra el mapa de actores y su relacionamiento como parte de la cadena de valor de cítricos en la ciudad de Villavicencio, siendo punto de convergencia de la materia prima local, al ser la ciudad capital del departamento del Meta y el mayor centro de consumo de la región tomada por la investigación:

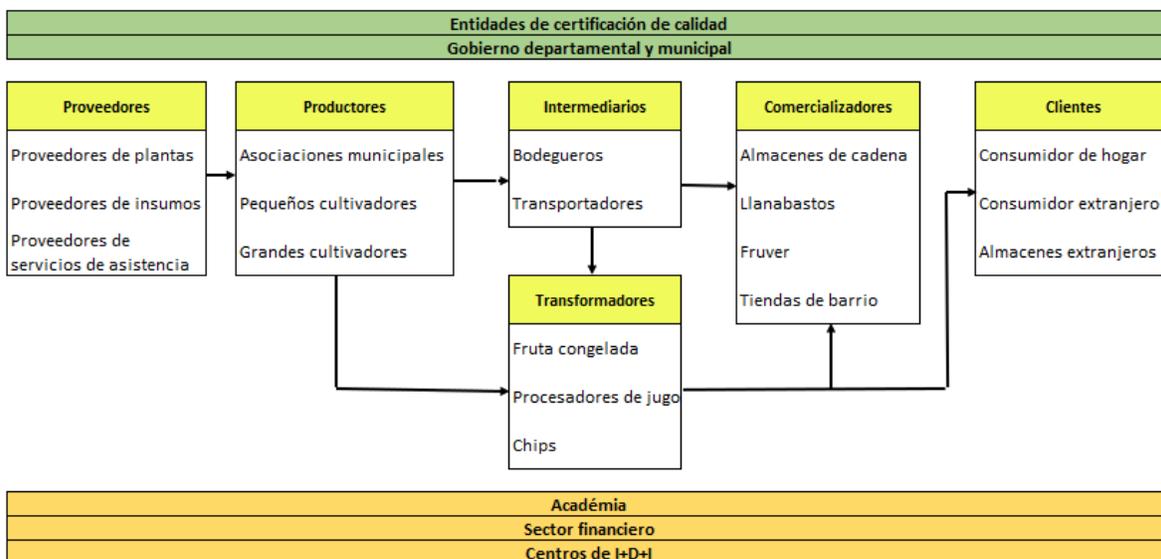


Figura 12. Mapa de actores. Elaboración propia

La cadena de valor de los cítricos funciona en similares circunstancias para las frutas naranja, mandarina y limón, en esa perspectiva, los subproductos como aceite esencial y jugos tienen la misma dinámica; Por otro lado, existe una participación importante de otros actores como la academia a través de la exploración en innovación y desarrollo, los proveedores con empaques, logística y fertilizantes, el sector financiero con la financiación de proyectos o adquisición de tecnología para producción, el gobierno con el establecimiento de la regulación equitativa para el mercado y entidades certificadoras de calidad para alinear los requisitos de producción y comercialización del producto, por último, los clientes quienes consumen el producto y generan los residuos.

Por lo tanto, se requiere establecer un mecanismo que facilite el abastecimiento eficaz en términos de cantidad, calidad y temporalidad, soportado claramente en flujos de información constante y efectivas, es así como se define un esquema de entrega de residuo en el cual se describa las siguientes condiciones por parte del transformador:

Proveedor: Diligenciar el nombre del proveedor

Residuo: Elegir la fruta que genera el residuo, naranja, mandarina, limón

Fecha de entrega: Diligenciar la fecha de entrega del residuo

Cantidad: Diligenciar cantidad de bultos; El residuo debe ser embalado en bultos

Peso bultos: No debe superar los 25 kilogramos por bulto, este se pesará al momento de cargar

Calidad: El embalaje del residuo no debe contener residuos industriales, peligrosos, de construcción y demolición ni ordinarios, además, de apariencia fresca y cáscaras preferiblemente secas. En Colombia, las características anteriores deben validarse durante cada recolección y acordarse una frecuencia para tal fin, el cual permita la optimización del espacio en el proveedor, la reducción de

costos de transporte y mantener lo más fresco posible el residuo. Así mismo, el producto final está regulado en la resolución 003929 de 2013 emitida por el Ministerio de Protección Social para el grupo de bebidas a base de frutas.

Tabla 13. Regulaciones para los requisitos de pureza de las pectinas. Herbstreith&fox. 2013

Regulations for Purity Requirements of Pectins.					
International Specification	EU E 440 (i) Pectin	EU E 440 (ii) amidated Pectin	FAO/WHO JECFA Pectins	FDA/FCC Pectins	USP Pectin
1. Loss on drying	max. 12%	max. 12%	max. 12%	max. 12.0%	max. 10.0%
2. Acid-insoluble ash (in approx. 3 N HCl)	max. 1%	max. 1%	max. 1%	max. 1.0%	–
3. Total insolubles	max. 3 %	max 3 %	max. 3%	max. 3.0%	–
4. Sodium methyl sulfate	–	–	–	max. 0.1%	–
5. Free methyl-, ethyl- or isopropyl alcohol	max. 1% on the anhydrous basis	max. 1%	max. 1%	max. 1.0%	max. 1%
6. Sulphur dioxide	max. 50 ppm on the anhydrous basis	max. 50 ppm	max. 50 ppm	max. 50 ppm	max. 50 ppm
7. Nitrogen content (pectins) (after washing with acid and ethanol)	max. 1.0%	–	max. 2.5 %	–	–
8. Nitrogen content (amidated pectins) (after washing with acid and ethanol)	–	max. 2.5 %	max. 2.5 %	–	–
9. Galacturonic acid (on the ash-free and anhydrous basis)	min. 65 %	min. 65 %	min. 65 %	min. 65.0%	min. 74.0%
10. Degree of amidation (amidated pectin)	–	max. 25 %	max. 25 %	max. 25 %	–
11. Sugar and organic acids	–	–	–	–	max. 16%
12. Arsenic	max. 3 ppm	max. 3 ppm	–	–	max. 3 ppm
13. Lead	max. 5 ppm	max. 5 ppm	max. 5 ppm	max. 5 ppm	max. 5 ppm
14. Cadmium	max. 1 ppm	max. 1 ppm	–	–	–
15. Mercury	max. 1 ppm	max. 1 ppm	–	–	–
16. Total aerobic microbial count	–	–	–	–	max. 1,000 CFU/g
Yeasts and molds	–	–	–	–	max. 100 CFU/g
17. Pathogenous germs	according to general food regulations				
18. Pesticides	according to general food regulations				
- = no specifications					
		EU = European Union FAO/WHO = Food & Agriculture Organisation/World Health Org. JECFA = Joint Expert Committee on Food Additives		USP = United States Pharmacopeia FDA = Food and Drug Administration FCC = Food Chemical Codex	

Fuente. herbstreith-fox (<https://www.yumpu.com/en/document/read/9073559/regulations-for-purity-requirements-of-pectins-herbstreith&fox>)

Además, la pectina interesada en comercializarse en mercados internacionales se somete al cumplimiento de estándares internacionales para garantizar factores de consumo e inocuidad, en la tabla 13, se muestran los lineamientos establecidos por organizaciones públicas y privadas para que la pectina se agregue como ingrediente en productos finales alimenticios. Estas entidades están ubicadas en la comunidad europea y Estados Unidos, se dedican entre otras a velar por la calidad en los productos que ingresan a su región, como resultado, se evidencia que al cumplir los parámetros de una región es posible comercializar en la otra, dada su similitud en los máximos requeridos.

4.5 Propuesta de valor circular

El departamento del Meta y su capital Villavicencio, dependen principalmente de la industria petrolera y agroindustrial según mencionan los informes anuales 2021, 2022 y 2023 del índice de competitividad departamental emitido por el Consejo Privado de Competitividad, siendo este último el sector que ayuda a definir la capacidad de biomasa residual generada, que se constituye como materia prima para el desarrollo del modelo circular. Siguiendo la cadena de valor de los cítricos y sus 4 eslabones mencionados en el numeral 2.4, se considera crítico el eslabón de transformadores, por ser los proveedores de la biomasa de cítricos, dado su proceso de producción, cantidad generada, posibilidades de implementar estrategias de embalaje y transporte, además, de la cercanía con la ciudad de Villavicencio, aunada al interés existente gubernamentalmente por impulsar su visibilidad en el mercado.

La Tabla 14 relaciona 10 empresas que son transformadores existentes en la ciudad de Villavicencio a mayo de 2023, se adicionan 5 procesadores de jugo de fruta informales de manera conjunta

Tabla 14. Descripción empresas transformadoras de frutas en Villavicencio. CCV

Nombre de Empresa	Característica empresa	Dirección
Fruitbe American Latin Group	Empresa en Villavicencio, dedicada al procesamiento, conservación y comercialización de fruta congelada, pulpas, paletas y mermeladas.	Carrera 33 # 33-22
La Procesadora de Frutas Colombiana - Profrutas	Ubicada en Villavicencio, tal como su nombre lo indica, se dedica a la producción, procesamiento y comercialización de pulpa de fruta congelada 100 % natural	Calle 12 # 42-04
Agroacecar SAS	Empresa ubicada en Villavicencio, dedicada al procesamiento y deshidratación de cuatro tipos de frutas (mango, piña, coco, banano).	Calle 2 # 28ª-104
Fruitcol SAS	Empresa en Villavicencio, dedicada al procesamiento, producción y comercialización de pulpa de fruta 100% natural cuidadosamente seleccionada.	Carrera 43ª # 18ª-06
Frutichips SAS	Empresa de Villavicencio, dedicada al procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos (piña, mango, banano, manzana con semillas de Chía, mix de Arándanos, nueces de Brasil y uvas)	Carrera 35 # 19ª-34 sur

Indacarol SAS	Realiza transformación de fruta fresca en forma de pulpa de fruta congelada, Jugos en Pet y Bolsa. Empresa ubicada en la ciudad de Villavicencio.	Calle 39c #24 ^a -27
Productos Alimenticios Makú	Empresa ubicada en Villavicencio, dedicada a la transformación de alimentos con generación de valor, en especial frutas, por diferentes presentaciones congelados, deshidratados, y pulpas, con capacidad de exportación.	Calle 45 # 32- 69
Frutos de mi palo	Empresa ubicada en Villavicencio, dedicada al procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	Carrera 21B # 8C-213
Nattsu SAS	Empresa ubicada en Villavicencio, dedicada al procesamiento y conserva de frutas y verduras, además de la fabricación de alimentos especiales	Calle 2 #28 A-104
Agropina	Empresa ubicada en Villavicencio, dedicada al procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	Carrera 19 A # 38-16
Procesador de jugos (5)	Empresas dedicadas a convertir la fruta en jugo, naranja, mandarina y limón	Toda la ciudad

La cantidad de biomasa generada por los transformadores oscila entre 500 kg/día hasta 1.000 kg/día dependiendo de su tamaño y la programación de producción para los transformadores industriales. Así mismo, los procesadores de jugo generan entre 100 kg/día y 250 kg/día, calculados por su embalaje en bultos. Estos datos nacieron durante la visita de campo por parte del investigador y en otros casos llamadas telefónicas a las empresas citadas. Conociendo el volumen aproximado de biomasa generada por los transformadores, se infiere que en promedio mensualmente la materia prima para procesar en un escenario pesimista son 143 toneladas y en un escenario optimista 292 toneladas mensuales. Los requerimientos de los parámetros de calidad de la materia prima se determinan de acuerdo con las necesidades del producto final seleccionado en el modelo de negocio.

De acuerdo con Zegada (2015), al utilizar la técnica de hidrólisis ácida asistida por microondas en cáscaras frescas de naranja se obtiene el 7,73% de rendimiento para pectina, de esta manera, para los proveedores relacionados en el numeral 4.3, se obtienen los siguientes resultados en la tabla 15:

Tabla 15. Materia prima disponible

Oferta de materia prima	Escenario pesimista (Kg)	Escenario optimista (Kg)
Diaria	5.500	11.250
Mensual	143.000	292.000

Para efectos de producción de pectina, se realiza el cálculo en la tabla 16 de la cantidad de producto que se produce con la materia prima entregada por los proveedores relacionados en la tabla 15, la

cual contempla el 10% de merma por incumplimiento de requisitos o pérdida dentro de las instalaciones:

Tabla 16. Producción de pectina posible

Producción pectina	Escenario pesimista (Kg)	Escenario optimista (Kg)
Diaria	382	782
Mensual	9.948	20.332

Según la demanda de 1.030 kilogramos mensual de pectina mencionada en el numeral 4.2, en los 2 escenarios considerando 26 días de producción, se tiene una capacidad de producción con excedente, ya que la demanda local solo tiene una participación del 10% y 5% de dicha capacidad respectivamente, lo cual indica que existe potencial para ofertar producto terminado en otros sectores económicos y países importadores de pectina, alineando el interés de este tipo procesos a la circularidad en la industria. Además, en la tabla 17 se compara el precio de compra en pesos colombianos con países potencias productoras y exportadoras de pectina como México y Brasil, se observa que los precios colombianos son competitivos.

Tabla 17. Precio de venta pectina con alto contenido de metoxilo Extraído de página web mercadolibre.com y pochteca.com.mx

País	Valor kilo	Variación precio de compra	Consideraciones Adicionales
México	\$ 114.773	-43%	\$ Transporte \$ Impuestos
Brasil	\$ 230.263	15%	\$ Transporte \$ Impuestos
Colombia	\$ 200.000	-	\$ 0

Al reintegrar la biomasa de cítricos a cadenas productivas alternas, se reducen en 10% la cantidad de los residuos orgánicos que se trasladan a los rellenos sanitarios, los cuales, según la empresa de servicio público de aseo de la ciudad de Villavicencio, oscilan entre 5.000 y 6.000 toneladas mensuales; estas acciones minimizan la contaminación ambiental, los costos operativos por el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición, de igual manera, se infiere que las acciones orientadas a la valorización de la biomasa de cítricos genera beneficios colaterales para los habitantes, el comercio y aumenta la vida útil del relleno sanitario.

La valorización de la biomasa de cítricos ofrece oportunidades comerciales y sociales prometedoras y beneficios ecológicos significativos, dado que, aún se considera desperdicio o basura y la mayoría de los generadores disponen esa biomasa en el vehículo recolector compactador, por lo que al aprovecharla generan una disminución en su aforo y por lo tanto en el valor de la factura del servicio público de aseo. Sin embargo, se encuentran barreras como el bajo ritmo de adopción en educación ambiental y participación ciudadana, sin una conciencia colectiva que impacte en la reducción de la generación de residuos e implementación de prácticas sostenibles asociadas a las actividades

desempeñadas diariamente (Rico Torregrosa. 2018), este escenario crea una oportunidad para un enfoque empresarial inclusivo, que promueve la mejora de la calidad de vida y beneficia a diversos actores de la cadena de valor responsablemente.

El diseño de productos amigables con la salud humana, animal y vegetal se considera como alternativa para modelos empresariales inclusivos, al igual que vincula servicios de calidad que promueven el cuidado del medio ambiente manteniendo el equilibrio de los ecosistemas (Ambato et al., 2023). La penetración de estos productos en mercados clave, como los alimentarios, farmacéuticos, cosméticos y agroindustriales, generan un mercado consolidado en ámbitos nacionales e internacionales dirigido a panaderías, bizcocherías, procesadoras de jugos naturales, fincas ganaderas y recuperación de suelos para cultivos, entre otros. Por lo que dicho negocio representa una ventaja local invaluable, ya que, en la región de estudio, es insuficiente la industria y conocimiento existente sobre la producción de productos de valor añadido a partir de subproductos de la biomasa de cítricos en la industria del departamento, constituyéndose esta en la propuesta única de valor circular.

Además, en lo social, el nuevo modelo de negocio circular fomenta el empleo, combate la pobreza al vincular personas de la región a sus procesos productivos. Ambientalmente, reduce el uso de materia prima virgen y desarrolla alternativas para prolongar el tiempo de permanencia de un subproducto en el flujo productivo, esto hace parte del consumo responsable.

La formación de alianzas estratégicas con empresas transformadoras de cítricos de Villavicencio fortalece el ecosistema de innovación en modelos de negocios circulares, genera redes de colaboración, reduce el desgaste en la gestión y los costos operativos. Esto implica una nueva forma de relacionamiento para generar valor en vez de disponer en botaderos. Genera cambios en la cultura empresarial y guía hacia la economía circular con pasos sólidos de un futuro sostenible y resiliente.

Dado que la cadena de valor de la biomasa de cítricos está en constante dinamismo principalmente por parte de los productores, transformadores y comercializadores, se requiere resaltar la importancia de desarrollar y capitalizar las capacidades internas como un medio para diferenciarse y prosperar en un entorno cada vez más competitivo (Rotundo et al., 2014), comprometiendo directamente al tomador de decisiones gerencial en la formulación de la visión acerca del negocio y la hoja de ruta que debe seguir para organizar y dirigir su empresa y no solo con su instinto o respuestas administrativas.

Así mismo, el hecho de mejorar las capacidades dinámicas organizacionales, influyen en el desarrollo de capacidades operacionales, dada la necesidad de descubrir buenas prácticas de manufactura y la estandarización de actividades para potenciar técnicas de producción y servicio a escala en mercados similares entre sí (Helfat et al., 2014), como es el caso de transferencia tecnológica necesaria, la gestión de los activos físicos y de información.

Otra capacidad que moviliza un modelo de negocio circular hacia el aprovechamiento de la biomasa de cítricos es la introducción de la flexibilidad estratégica en sus actores para gestionar la resiliencia ante la crisis de manera sostenible en escenarios sumergidos en cambios de la demanda repentinos, regulación cada vez más rigurosa, hábitos de consumo diferenciales, ambientalmente amigables y orientados al liderazgo en costos (Freije et al., 2020).

También, la investigación proporciona capacidades tácticas para los modelos de negocio circular, entre ellas están, la detección, que permite a las empresas reconocer nuevas oportunidades y posibles riesgos en su entorno empresarial (Bustamante et al., 2022) como lo es, la ampliación de su portafolio de productos para mejorar la productividad, entre ellos, cumplimiento de requisitos del cliente, reducción de emisiones al ambiente y precio competitivo en el mercado.

Seguido del aprovechamiento, que implica convertir estas oportunidades en acciones efectivas, utilizando de forma eficiente los recursos tecnológicos, infraestructura, materia prima y las habilidades de los colaboradores disponibles (Fong Reynoso et al 2017), ejemplo de ello, se podrían establecer alianzas con transformadores locales para recolectar la biomasa de forma eficiente, implementar tecnologías de procesamiento innovadoras para extraer los componentes útiles de los cítricos y desarrollar nuevos productos o materiales a partir de ellos, como bioplásticos para envases, fertilizantes orgánicos, aceites esenciales o energía.

Por último, la reconfiguración, que supone ajustar y cambiar las operaciones, estrategias y recursos de la empresa para adaptarse a los cambios del entorno empresarial (Jiménez et al., 2024), de tal manera, que pueda invertir en tecnologías de aprovechamiento más avanzadas para reducir aún más los residuos y minimizar el consumo energético, explorar mercados internacionales para sus productos sostenibles, fortalecer la visibilidad de los productos en canales virtuales y presenciales o colaborar con otras empresas en la cadena de suministro para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en conjunto, apalancados en sistemas de información y orquestación de datos capaces de procesar y alertar transaccionalmente los procesos.

Si bien, en diferentes espacios académicos, empresariales y gubernamentales se habla de sostenibilidad, de su importancia para la conservación de la biodiversidad y la vida humana, así mismo, se evidencia en la literatura especializada un déficit por investigaciones que logran obtener resultados favorables en la aplicación de la economía circular y conllevan al desinterés en los empresarios, dada la falta de hojas de ruta o guías que realmente los impulsen a conseguir el impacto esperado en sus prácticas de sostenibilidad (Kirchherr et al., 2019).

Por tal razón, esta investigación no solo tiene conceptos teóricos, sino que se desarrolla directamente con los actores de la cadena de valor, en sus territorios, con productos de la agroindustria alimentaria y en un Departamento, donde la agroindustria está en el segundo reglón de la economía local, después del petróleo. Se aplica en la corriente de biomasa de cítricos, el cual es potencialmente escalable a otras regiones y países.

Además, se une al porcentaje de estudios que rompen lo tradicional en países desarrollados con ambientes, políticas y recursos diferentes al contexto de aplicación en países en vía de desarrollo, como es el caso de Colombia con los obstáculos que estos viven y más, en ciudades tradicionalmente golpeadas por la violencia, falta de infraestructura, inversión y desarrollo social (Kirchherr et al., 2019). Lo anterior, se fortalece con el uso de Ecocanvas como metodología para la creación de modelos de negocios circulares ya comprobada en diferentes escenarios empresariales en Europa y Latam.

4.6 Comunicación y venta

Para efectos de la investigación, se segmenta el mercado en clientes de sectores de la panificación, fábrica de lácteos, pizzerías y procesadora de carne de res relacionadas en el numeral 4.2; estos clientes agrupan características comunes para la compra de pectina según su volumen de venta, los de alto volumen, compran pectina por lotes en bultos de 25 kg con una periodicidad quincenal, los de volumen medio entre 25 kg y 50 kg con periodicidad mensual y los de bajo volumen lo realizan en presentaciones entre 1 kg y 5 kg con periodicidad mensual.

Lo anterior, influido por el tamaño de las plantas de producción, espacios para almacenamiento de insumos y flujo financiero del cliente, siendo un factor común la compra de pectina en polvo por sus facilidades de adaptación al producto final.

Los proveedores, en este caso los transformadores, producen biomasa de su proceso productivo, se evidencian dos formas de manejo, el más común, los embalan en bultos principalmente de nailon o fique, con un peso aproximado cada uno de ellos entre 15 y 20 kg, el segundo, los depositan en contenedores principalmente en aquellos proveedores que su producción es alta.

Teniendo en cuenta que en el Departamento del Meta no existe una empresa que produzca pectina, se formulan estrategias para dinamizar la relación con las partes interesadas, por esto, en el momento de planificarlas, es necesario las siguientes consideraciones:

Clientes: Campañas de mercadeo enfocadas en el sector alimenticio que permitan socializar la calidad, beneficios y distribución del producto.

Proveedores: Canales de comunicación directos que eviten la pérdida de interés por parte de ellos, de tal manera que impulse el conocimiento acerca de los beneficios de su gestión adecuada de residuos, así como, vincularlos en las herramientas de divulgación corporativa en medios de comunicación masiva como miembros de una comunidad que aportan a la reducción de CO₂.

Academia: Constante relacionamiento con centros de investigación de entidades públicas y privadas, desarrollo de nuevo conocimiento hacia la productividad, desarrollo de competencias laborales en la mano de obra y visibilidad de la pectina en el mercado.

Entidades de certificación: Certificaciones de producto para mostrar al mercado la conformidad de las características de lo que se ofrece, de esta manera, mejora su percepción de calidad de clientes y entidades gubernamentales, esta credibilidad es una vía transversal de precios de venta más rentables.

Gobierno: Cumplimiento de las obligaciones tributarias, humanas y regulatorias propias del producto, esto garantiza la formalidad del negocio y evita sanciones administrativas, además, alianzas con entidades como cámara y comercio, la secretaria de competitividad, secretaría de medio ambiente con espacios de construcción de estrategias vinculantes de empresas proveedoras y clientes.

Entidades financieras: Apalancamiento de los proyectos de inversión significativos como tecnología, maquinaria, equipos e instalaciones sin afectar el capital de trabajo.

4.7 Anticipación e impacto ambiental

Las condiciones climáticas tienen un impacto significativo en el cultivo de cítricos. Las temperaturas extremas afectan negativamente el desarrollo de los frutos, mientras que la cantidad y distribución de la precipitación influye en el crecimiento y calidad de las cosechas (Instituto nacional de tecnología agropecuaria de la Argentina., 2020). La humedad del aire también desempeña un papel crucial, ya que niveles inadecuados causan enfermedades o afectan la polinización.

Además, comprender la estacionalidad de los cultivos es esencial para la planificación de la producción y la optimización de la cosecha de cítricos en diferentes épocas del año. Dentro de la cadena de valor de los cítricos en todos sus eslabones se generan residuos, sin embargo, el que más produce es el transformador (Cardona Álzate et al., 2023), aumenta la presión hacia los mecanismos existentes de gestión y reducción de contaminantes. Adicionalmente, en la gran mayoría de países latinoamericanos su práctica de disposición es en los rellenos sanitarios autorizados o más grave aún en sitios a cielo abierto (Ortiz-Sánchez et al., 2023), por lo que incrementa los costos operativos de recolección, la proliferación de vectores, potencia enfermedades en las personas y disminuye la vida útil de los sitios autorizados para disposición.

Así como hay condiciones que afectan los cultivos de cítricos y la disponibilidad de sus residuos de producción, se identifican beneficios que estos cultivos generan cuando las frutas son recolectadas, comercializadas y consumidas, entre ellos, la reducción de gases efecto invernadero en 1,55 kg de CO₂ por tonelada durante la gestión de eliminación o tratamiento de la biomasa resultante de los procesos de transformación, el cual puede ser entre el 50-60% de la fruta, al reducir el uso de carbón en 0,214 kg (Singh et al., 2020). Otro de los beneficios se manifiesta en la reducción de casos considerados de salud pública, debido a la disminución de plagas, roedores y vectores por la reducción de residuos dispuestos inadecuadamente.

Teniendo en cuenta la biomasa producida por los transformadores mencionados en la tabla 8, en un escenario pesimista de producción de biomasa diaria de alrededor de 5,5 toneladas se reducen 15,9 toneladas métricas de CO₂ equivalentes y en el escenario optimista con 11,2 toneladas diarias se minimizan 32,5 toneladas métricas de CO₂ equivalentes, es el efecto de no trasladar esas toneladas al vertedero, esta cifra representa cerca de 477 y 975 toneladas métricas de CO₂ equivalentes mensuales respectivamente con tan solo 15 proveedores, sin sumar los traslados del vehículo recolector de residuos (EPA., 2020).

Este ahorro en toneladas métricas de CO₂ equivalentes podemos compararlo convirtiéndolo a cifras anuales, al consumo doméstico de electricidad, gas natural, combustóleo y gas licuado de petróleo de 764 y 1.562 hogares en escenario pesimista y optimista respectivamente de Estados Unidos en el año 2019 (EPA., 2020), trasladándolo a Villavicencio, representa aproximadamente lo generado en barrios como el Emporio y Esperanza respectivamente.

4.8 Anticipación e impacto social

La industria de los modelos de negocio circular enfrenta diversos factores sociales que inciden en su desarrollo. Factores clave como la seguridad y vinculación de trabajadores, el trato justo de los agricultores y la trazabilidad de la cadena de suministro tienen un impacto significativo en la

producción de pectina. La biomasa cítrica crea la oportunidad de mejorar la empleabilidad en la zona de producción para empresas pymes dedicadas a la transformación, nuevas, en alrededor de 8 empleos directos, relacionados con los procesos de producción, calidad y administrativo y 5 indirectos, asociados con aseo, transporte y vigilancia (Cayhualla et al., 2015).

La trazabilidad de la materia prima, producto terminado y residuo está directamente asociada con los intereses de consumo de la población e industria, al reconocer la importancia de adaptarse a nuevos modelos de negocio que buscan reducir los efectos negativos sobre la salud y penetración de mercado más amigables con los recursos y el medio ambiente (Pérez., 2022). A medida que la población mundial sigue creciendo, también lo hace la demanda de alimentos saludables y funcionales que apoyan la producción de pectina. La epidemia de enfermedades cardíacas también destaca la importancia de los alimentos que promueven la salud cardiovascular, como la pectina (Labrador., 2016).

La atención de estos factores juega un papel vital en la calidad del producto y la reputación de la industria. La sostenibilidad se puede promover y fortalecer en las relaciones comerciales al garantizar un entorno de trabajo seguro, establecer relaciones justas con los agricultores y garantizar la trazabilidad total. (Dugmore et al., 2017). Estos aspectos aumentan la confianza del consumidor, promueven la responsabilidad ética e impulsan la producción responsable de los subproductos, componentes básicos del éxito y el desarrollo sostenible de la industria.

4.9 Recursos clave

En los últimos 10 años, la producción de alimentos en Colombia se incrementó en 220% (Diario el Espectador., 2012), al pasar de 33,2 MM de toneladas a 73,2 MM de toneladas en el año 2021 (ACIS., 2022), para efectos de la investigación, se toma el 10% como referencia de los 436.412 kilogramos de pectina importados en el país (Montoya et al., 2011) como expectativa de mercado para producción en 26 días al mes. A partir de esta información, en la tabla 18 se realiza el método estadístico de suavización exponencial doble con un alfa de 0,2 y un DAM de 37.418 kg para estimar la demanda de pectina nacional hasta el año 2033, siendo la base cálculo el historial de importación para los años desde 2002 hasta 2010 documentado por Acevedo et al., 2011 y Araque et al., 2013.

En la tabla 19, se muestra una proyección anual de demanda de pectina satisfecha, estableciendo turnos de 8 horas, durante 26 días, así mismo, se contempla 1 día adicional para mantenimiento de máquinas y diariamente un descanso de 0,5 horas para el personal. Para dichos cálculos, se toman los datos del numeral 4.1.2 del tiempo de operación y los procesos cuello de botella y se establecen cuantos lotes pueden producirse en un mes. Como resultado, se encontró un estimado de 8 lotes para 1 turno, 14 lotes en 2 turnos y 25 lotes en tres turnos, lo que evidencia el aumento de eficiencia al aumentar el tiempo operativo.

Tabla 19. Proyección del cumplimiento de la demanda de pectina según capacidad instalada

Año	Biomasa disponible (kg)	Biomasa de calidad (Kg)	Demanda importada (Kg)	Mercado objetivo (kg)	Producción de pectina (kg)	Número de turnos	Mercado objetivo satisfecho
2024	1.716.000	1.544.400	659.067	65.907	48.235	3	73%
2025	1.716.000	1.544.400	678.090	67.809	48.235	3	71%
2026	1.716.000	1.544.400	697.114	69.711	48.235	3	69%
2027	1.716.000	1.544.400	716.137	71.614	48.235	3	67%
2028	1.716.000	1.544.400	735.161	73.516	48.235	3	66%
2029	1.716.000	1.544.400	754.185	75.419	48.235	3	64%
2030	1.716.000	1.544.400	773.208	77.321	48.235	3	62%
2031	1.716.000	1.544.400	792.232	79.223	48.235	3	61%
2032	1.716.000	1.544.400	811.255	81.126	48.235	3	59%
2033	1.716.000	1.544.400	830.279	83.028	48.235	3	58%

La producción de cítricos es estacional, durante el primer semestre de año es baja la oferta siendo el escenario pesimista y en el segundo semestre se incrementa 2 veces equivalente al escenario optimista (Araque et al., 2013), lo que puede favorecer el aumento en la eficiencia productiva de la propuesta para 3 turnos.

Según Cayhualla et al (2015) se requieren 6 operarios por turno para procesar la cantidad de biomasa mencionada en la tabla 17 y las expectativas estratégicas del modelo de negocio, en la tabla 20 se proyecta para un periodo de 10 años el personal operativo y administrativo estimado y su costo de salarios, no se contempla el porcentaje de incremento anual legal.

Tabla 20. Presupuesto salarios 2024 – 2033

Ítem	# Colaboradores	Salario Unitario	Costo total	Tutno 1	Turno 2	Turno 3	Turno oficina
Personal operativo			\$ 63.300.000				
Operario de producción	30	\$ 1.300.000	\$ 39.000.000	10	10	10	
Supervisor producción	3	\$ 2.100.000	\$ 6.300.000	1	1	1	
Supervisor de mantenimiento	3	\$ 2.100.000	\$ 6.300.000	1	1	1	
Supervisor distribución	3	\$ 2.100.000	\$ 6.300.000	1	1	1	
Mecánico	3	\$ 1.800.000	\$ 5.400.000	1	1	1	
Personal administrativo			\$ 21.500.000				
Analista de Facturación	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000				1
Analista de servicio al cliente	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000				1
Analista de seguridad y salud en el trabajo	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000				1
Ejecutivo comercial	1	\$ 2.100.000	\$ 2.100.000				1
Líder comercial	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000				1
Líder Operativo	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000				1
Gerente	1	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000				1
Base salarial general			\$ 84.800.000				
Prestaciones sociales			\$ 44.096.000				
Salario + prestaciones mensual			\$ 128.896.000				
Salario + prestaciones anual			\$ 1.546.752.000				

El funcionamiento del modelo circular esta soportado en una estructura organizacional distribuidos en 3 niveles, en el nivel estratégico están el gerente y líderes de proceso, en el nivel táctico se encuentran los supervisores y en el nivel operativo los analistas y operarios, de acuerdo al presupuesto de salarios, se inicia en el año 2024 con 49 personas la cual puede permanecer los 10 años de proyección en una operación de 3 turnos.

Así mismo, en la tabla 21 se realiza un presupuesto de los principales rubros de inversión inicial y el capital de trabajo necesario para el desarrollo de la actividad del modelo de negocio circular durante el primer mes de apertura:

Tabla 21. Requerimientos de inversión inicial

Ítem agrupado	Actividad	Valor Unitario actividad	Valor total
Maquinaria y equipo laboratorio	Compra de equipos y maquinaria	\$ 458.097.640	\$ 507.597.640
	Montaje	\$ 40.000.000	
	Pruebas de funcionalidad	\$ 4.500.000	
	Certificaciones	\$ 5.000.000	
Equipo de oficina	Computadores	\$ 16.000.000	\$ 24.050.000
	Impresora	\$ 800.000	
	Mobiliario	\$ 7.000.000	
	Papelería	\$ 250.000	
Costos de alistamiento	Contratista asesor de arranque	\$ 8.000.000	\$ 21.700.000
	Permisos	\$ 3.000.000	
	Capacitación	\$ 1.200.000	
	Consumibles	\$ 5.000.000	
	Marcación y señalización	\$ 1.500.000	
	Registros Invima	\$ 3.000.000	
Capital de trabajo	Arriendo bodega	\$ 7.000.000	\$ 299.633.076
	Nomina	\$ 128.896.000	
	Combustible	\$ 5.000.000	
	Compra de materia prima	\$ 71.500.000	
	Imprevistos	\$ 55.000.000	
	Marketing	\$ 1.000.000	
	Representación	\$ 300.000	
	Energía eléctrica	\$ 23.528.139	
	Internet y telefonía	\$ 200.000	
	Agua	\$ 5.707.130	
	Solvente	\$ 1.502.800	
Inversión inicial total			\$ 852.980.716

4.10 Flujo de ingresos

De acuerdo con el plan de producción mencionado en el numeral 4.9 para atender el mercado potencial importado, se realiza una estimación de ingresos por la venta de pectina, según la demanda proyectada en la tabla 22 utilizando los precios de venta actual mencionados en el numeral 4.5 sin proyectar un incremento anual, se mantendría constante los ingresos para los 10 años así:

Tabla 22. Estimación de flujo de ingresos para las demandas en Colombia

Año	Producción de pectina (kg)	Precio de venta (kg)	Ingreso
2024	48.235	\$ 200.000	\$ 9.647.000.000

Igualmente, se muestra en el flujo de ingresos que en caso de solo atender la demanda de Villavicencio de los clientes relacionados en el numeral 4.5, en el primer año se cubre el 100% de la demanda, por lo que la apertura de nuevos mercados en la región, nacional e internacional son cruciales para el modelo de negocio circular.

En la tabla 23 se realiza el análisis financiero del modelo de negocio, para establecer su viabilidad económica, la cual examina la generación de flujo de efectivo y los rendimientos para los inversores en términos monetarios. Se crea un escenario realista donde se anticipa capturar el 10% del mercado colombiano de pectina que está siendo importado para un periodo de 10 años.

Se observa que, desde el primer año, genera utilidades para la capacidad instalada de producción de 48.235 kg anuales de pectina con un precio de venta definido teniendo en cuenta el comportamiento del mercado de \$ 200.000 COP el kilo.

Así mismo, se aprecia que, si bien en el año 0 se requiere un préstamo bancario de \$ 500.000.000 COP para iniciar con la compra de maquinaria, equipos, muebles, enseres, adecuaciones y legalidad, entre otros, los resultados favorables de flujo de efectivo muestra que puede tener un flujo de dinero suficiente para operar financieramente tranquilo, con la posibilidad de reducir el tiempo del crédito a 1 año para disminuir el monto de intereses sin impactar considerablemente la capitalización del negocio.

También, muestra que, si el modelo busca incrementar el porcentaje de penetración de mercado evidenciado en la tabla 19, puede realizar inversiones en más maquinaria, equipos, adecuaciones y personal para ampliar la tasa de producción y de esta manera atender por lo menos el doble de la propuesta actual.

Como resultado del análisis de indicadores, se calcula la TIR (tasa Interna de Retorno) que es la tasa a la cual el valor presente de los flujos de efectivo de un proyecto es igual al costo inicial de la inversión. Cuanto mayor sea la TIR, más rentable se considera el proyecto, para este proyecto se obtuvo 632%, un resultado muy favorable para inversores en el modelo propuesto.

Otro indicador es el VAN (Valor Actual Neto). Es un indicador financiero que calcula la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo de un proyecto de inversión y el costo inicial de la inversión. Se utiliza para evaluar la rentabilidad de un proyecto o una inversión. Si el VAN es positivo,

significa que el proyecto generará más ingresos de los que costará, lo que indica que es una inversión rentable. Si el VAN es negativo, el proyecto no sería rentable. Para el proyecto el resultado es positivo.

Tabla 23. Análisis financiero

	0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
INGRESOS											
Precio venta	\$	200.000	\$ 220.000	\$ 242.000	\$ 266.200	\$ 292.820	\$ 322.102	\$ 354.312	\$ 389.743	\$ 428.718	\$ 471.590
Cantidad vendida		48.235	48.235	48.235	48.235	48.235	48.235	48.235	48.235	48.235	48.235
Ventas netas	\$	9.647.000.000	10.611.700.000	11.672.870.000	12.840.157.000	14.124.172.700	15.536.589.970	17.090.239.320	18.799.253.605	20.679.212.730	22.747.143.650
EGRESOS											
Inversión total	\$	548.347.640									
Maquinaria y equipo (-)	\$	474.097.640									
Elementos de oficina (-)	\$	8.050.000									
Montaje y adecuación de planta (-)	\$	55.200.000									
Legalización y permisos (-)	\$	11.000.000									
Costos de producción	\$	-	1.277.013.588	1.407.293.320	1.551.934.873	1.712.627.860	1.891.279.008	2.090.043.017	2.311.358.244	2.557.988.026	2.833.068.596
Mano de obra directa (-)	\$	1.154.592.000	\$ 1.270.051.200	\$ 1.397.056.320	\$ 1.536.761.952	\$ 1.690.438.147	\$ 1.859.481.962	\$ 2.045.430.158	\$ 2.249.973.174	\$ 2.474.970.491	\$ 2.722.467.540
Materia prima directa (-)	\$	71.500.000	\$ 85.085.000	\$ 101.251.150	\$ 120.488.869	\$ 143.381.754	\$ 170.624.287	\$ 203.042.901	\$ 241.621.052	\$ 287.529.052	\$ 342.159.572
Gastos indirectos de producción (-)	\$	6.502.800	\$ 7.738.332	\$ 9.208.615	\$ 10.958.252	\$ 13.040.320	\$ 15.517.981	\$ 18.466.397	\$ 21.975.012	\$ 26.150.285	\$ 31.118.815
Depreciación (-)	\$	44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788	\$ 44.418.788
Costos de operación	\$	1.564.971.312	1.827.021.461	2.135.331.699	2.498.338.498	2.926.045.966	3.430.320.168	4.025.239.016	4.727.508.247	5.556.956.013	6.537.120.974
Administración (-)	\$	1.172.811.312	\$ 1.395.645.461,28	\$ 1.660.818.098,92	\$ 1.976.373.537,72	\$ 2.351.884.509,89	\$ 2.798.742.566,76	\$ 3.330.503.654,45	\$ 3.963.299.348,79	\$ 4.716.326.225,06	\$ 5.612.428.207,83
Ventas (-)	\$	392.160.000	\$ 431.376.000	\$ 474.513.600	\$ 521.964.960	\$ 574.161.456	\$ 631.577.602	\$ 694.735.362	\$ 764.208.898	\$ 840.629.788	\$ 924.692.767
Impuesto a la renta (35%)	\$	35% 3.376.450.000	\$ 3.714.095.000	\$ 4.085.504.500	\$ 4.494.054.950	\$ 4.943.460.445	\$ 5.437.806.490	\$ 5.981.583.762	\$ 6.579.738.762	\$ 7.237.724.456	\$ 7.961.500.278
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-\$	548.347.640	3.428.565.100	3.663.290.219	3.900.098.928	4.135.135.692	4.363.387.281	4.578.420.295	4.772.058.298	4.934.018.570	5.051.463.666
FINANCIAMIENTO NETO	\$	48.347.640									
Préstamo 1(+)	\$	500.000.000									
Amortización constante (-)	\$	-	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556	\$ 55.555.556
Intereses TEA (18%; Banco de Bogotá) (-)	\$	95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000	\$ 95.000.000
FLUJO DE CAJA FINANCIERO	\$	3.333.565.100	3.512.734.664	3.749.543.373	3.984.580.137	4.212.831.725	4.427.864.740	4.621.502.742	4.783.463.015	4.900.908.110	4.957.802.127

Tras realizar el análisis financiero en la tabla 23, Se calculan 2 indicadores claves para el análisis financiero del modelo de negocio circular con una tasa del 19%, el primero de ellos es el valor actual neto (VAN), obtiene un resultado de \$ 17.328.570.426 COP en los 10 años de evaluación, evidencia que el proyecto generará más ingresos de los que costará y es una inversión altamente rentable. La segunda es la tasa interna de retorno (TIR), para este proyecto se obtuvo 632%, un resultado muy favorable para inversores en el modelo propuesto. A continuación, se muestra el resumen de resultados el cual se calculó en la herramienta Excel:

Tabla 24. Indicadores financieros

Indicador	Cálculo
Tasa	19%
VAN	\$ 17.328.570.426
TIR	632%

4.11 Estructura de costos

La estructura de costos del modelo de negocio circular considera no solo aspectos técnicos en cuanto a calidad y desempeño de la maquinaria, sino que involucra aspectos ambientales, tales como consumo de energía, agua 1,83 m3 y uso de reactivos químicos, lo que provoca una carga de 25,29 kg CO2 Equivalente al cambio climático y agotamiento de recursos fósiles en 8,42 kg de aceite, lo que va en contra de los propósitos de los objetivos de desarrollo sostenible 12 y 13 firmados por los países miembros de la ONU en 2015 (da Costa J.S et al., 2022).

De acuerdo con la tabla 21, en resumen, los costos se consolidan en la tabla 25 a continuación:

Tabla. 25. Resumen costos de proceso

Tipo de costo	Valor resultante
Costos variables	\$ 168.487.076
Costos fijos	\$ 684.493.640
Total, costos	\$ 852.980.716

Para efectos de la investigación, en la tabla 26 se realiza una estimación de la depreciación utilizando el método de línea recta, en el cual se asigna el mismo valor de depreciación a cada periodo de vida útil. Así mismo, para el valor de salvamento, se define únicamente un porcentaje del valor de compra de maquinaria y equipo el cual es representativo, no siendo así para los demás ítems.

Tabla. 26. Depreciación de activos

Ítem	Costo maquinaria	Años	% salvamento	Depreciación anual	Depreciación mensual
Maquinaria y equipo	\$ 458.097.640	10	0,1	\$ 41.228.788	\$ 3.435.732
Muebles y enseres	\$ 7.000.000	10	0,1	\$ 630.000	\$ 58.333
Equipo de computo	\$ 16.000.000	5	0,2	\$ 2.560.000	\$ 280.000

4.12 Modelos de negocio e innovación circular

La implementación de la metodología Ecocanvas en la construcción de modelos de negocio circular tiene en cuenta el diseño de bioproductos que reintegren la biomasa de cítricos a nuevas cadenas productivas que les minimicen la dependencia de materia prima virgen, de esta manera, se identifican oportunidades para integrar actores, validar mercados, diseñar esquema operativo y definir la inversión tecnológica necesaria para conseguir diferencial respecto a sus competidores fuera de la región.

La creación de fábricas urbanas sostenibles en el Departamento del Meta, puede potenciar el desarrollo de mecanismos para la sostenibilidad de sus modelos de negocio sacando partido de la cercanía entre los diferentes actores de la cadena de valor de la biomasa de cítricos identificados en esta investigación, evidenciando variedad y cantidad principalmente en su ciudad capital Villavicencio, tales como, productores, transformadores y clientes, que uniéndolos a Universidades, oficinas gubernamentales y sector financiero es posible crear un ecosistema productivo visible. Así mismo, literatura especializada (Vergragt et al., 2016; Sajadieh et al., 2022) concluyen que esta transformación hacia escenarios de co-creación y participación de los actores fomentan métodos de producción que minimizan su impacto ambiental y promueven la sostenibilidad a largo plazo, esenciales en la construcción de resiliencia en la cadena de valor.

Además, identificar e impulsar la economía local, lleva consigo importantes beneficios para las redes empresariales, tales como, reducción de tiempos operativos en la cadena de suministro, aumenta la resiliencia de abastecimiento frente a posibles cambios significativos de la demanda, disminuyen las emisiones de CO2 por movilización de materia prima o producto terminado, mejora la comunicación y prácticas colaborativas entre los empresarios y aporta a disminuir la pobreza en la región al contratar personal calificado y conocedor de la cultura de la misma. Si bien existen desafíos para su establecimiento (Juraschek et al., 2018; Totzer et al 2019), el conocimiento generado por el ecosistema empresarial, puede promover en el gobierno local y nacional la necesidad de comprender la importancia de desarrollar políticas, programas y planes que faciliten la proliferación de fábricas urbanas sostenibles, capaces de contribuir al progreso mutuo y minimizar los impactos en el cambio climático.

A continuación en la tabla 27 refleja el cronograma propuesto para la ejecución de la hoja de ruta, en él se enlistan las actividades y se establece un tiempo para su realización, sin embargo, en la medida que el modelo de negocio crezca, es posible estas se adelanten, debido a la necesidad de mercado u operación, así mismo, para cumplir con lo estipulado, se requiere un alto compromiso por parte del equipo directivo para la asignación de recursos, el monitoreo de los avances, la articulación con actores de la cadena de valor y la visibilidad de la empresa.:

Tabla 27 Cronograma de ruta circular

Lienzo	Objetivo	Estrategias	Cronograma
Necesidad / problema	Monitorear el desempeño del modelo de negocio.	Diseñar y evaluar los procesos mediante KPI financieros, estratégicos, operativos y de RSE.	1 año

	<p>Crear redes de colaboración entre los actores de la cadena de valor de la pectina.</p> <p>Mantener actualizado los procesos y productos al contexto mundial.</p> <p>Diversificar el portafolio de productos.</p> <p>Ampliar la capacidad de producción</p>	<p>Fortalecer la simbiosis industrial entre transformadores y productores de cítricos.</p> <p>Implementar un modelo de inteligencia competitiva.</p> <p>Crear productos especializados para industrias diferentes a los de alimentos.</p> <p>Implementar turnos adicionales de trabajo operativo</p> <p>Implementar una línea de producción adicional con tecnología de vanguardia.</p>	<p>2 años</p> <p>2 años</p> <p>5 años</p> <p>4 y 7 año</p> <p>10 años</p>
Segmentos de clientes	<p>Incrementar la cuota de mercado nacional.</p> <p>Materializar convenios de cooperación para pruebas piloto de productos.</p> <p>Estandarizar requisitos de productos y lo constitutivo a la logística de entrega.</p> <p>Incrementar la investigación en nuevas aplicaciones de la pectina</p>	<p>Plan comercial agresivo dirigido a cadenas de panaderías y restaurantes en el ámbito nacional.</p> <p>Articular instrumentos contractuales que gocen de unidad de criterios para el desarrollo de la innovación.</p> <p>Asegurar parámetros solicitados por los clientes apalancados en las estrategias de la propuesta de valor</p> <p>Implementar programas de innovación y desarrollo asociados a la consecución de productos con mayor valor agregado</p>	<p>1 año</p> <p>2 años</p> <p>2 años</p> <p>2 años</p>
Cadena de valor circular	<p>Establecer un marco de gobierno corporativo para la toma de decisiones.</p>	<p>Crear mesas técnicas de trabajo con cada actor de la cadena de valor del modelo de negocio circular.</p>	<p>2 años</p>

	Mantener actualizado el mapa de flujos con los stakeholder.	Implementar herramientas colaborativas stakeholder-empresa para la gestión de conocimiento del negocio.	2 años
Relación con los stakeholder	Formalizar el abastecimiento de materia prima para la producción de pectina.	Materializar documentos formales para la entrega y recepción de la biomasa.	2 años
	Recibir incentivos económicos gubernamentales y ONG.	Cumplir requisitos legales para la participación en los mecanismos ofrecidos por el gobierno.	3 años
	Impulsar la economía circular en la región de productos agroindustriales.	Colaborar con centros de investigación e instituciones educativas de la región para desarrollar nuevas tecnologías y enfoques circulares para la producción de pectina.	5 años
	Impulsar la transferencia tecnológica limpia en negocios circulares.	Diseñar con el sector privado y público mecanismos para invertir mancomunadamente en proyectos de negocios verdes.	5 años
Propuesta de valor circular	Reducir la huella de carbono	Implementar procesos de recolección de biomasa con base a trazabilidad y rutas óptimas.	1 año
	Evaluar producción de abonos orgánicos con subproductos del proceso de la pectina	Caracterizar la biomasa resultante del proceso.	2 años
		Validar el mercado	2 años
		Plantear modelo de negocio	2 años
	Reducir el consumo de agua en los procesos.	Reciclar y reutilizar el agua utilizada en el proceso productivo.	3 años
Mantener stock de pectina con planes de producción acordes a la demanda involucrando resiliencia organizacional.	Producir utilizando herramientas de la revolución 4.0.	3 años	

	<p>Adoptar tecnologías limpias para cada proceso.</p> <p>Optimizar la eficiencia energética.</p>	<p>Crear un marco interno de compras verdes.</p> <p>Utilizar energía renovable para alimentar las operaciones de producción.</p>	<p>5 años</p> <p>7 años</p>
Comunicación y venta	<p>Promover la compra local.</p> <p>Divulgar certificaciones de calidad del producto.</p> <p>Potenciar la marca corporativa en el mercado nacional e internacional.</p>	<p>Promover la integración con los gremios locales y nacionales de sectores alimentos, farmacéuticos y cosméticos.</p> <p>Implementar un plan de medios que abarque ruedas de negocio, redes sociales, canales especializados de la industria de la pectina y medio masivos.</p> <p>Penetrar mercados de grupos empresariales que generen compras en cantidad masiva.</p>	<p>2 años</p> <p>5 años</p> <p>3 y 5 años respectivamente</p>
Anticipación e impacto ambiental	<p>Monitorear el impacto ambiental del modelo de negocio.</p> <p>Reducir la biomasa dispuesta en rellenos sanitarios o espacio público</p>	<p>Implementar un marco de acción para la gestión y medición de las actividades realizadas.</p> <p>Transformar la biomasa en bioenergía o bioproductos.</p>	<p>2 años</p> <p>1 año</p>
Anticipación e impacto social	<p>Disminuir la pobreza en la zona de influencia de la planta de producción.</p>	<p>Generar puestos de trabajo justos para personal de la región.</p> <p>Involucrar a la comunidad en los eslabones de la cadena de suministro del producto</p>	<p>1 año</p> <p>3 años</p>
Recursos clave	<p>Desarrollar a los proveedores de la biomasa.</p>	<p>Certificar los proveedores por buenas prácticas de gestión de residuos de su proceso.</p>	<p>2 años</p>

	Cooperar con aliados estratégicos para la innovación en biomasa reutilizable y transferencia tecnológica.	Establecer canales de comunicación abiertos y transparentes.	1 año
		Compartir conocimiento y experiencias para enriquecer la colaboración	2 años
		Identificar aliados estratégicos adecuados que compartan intereses y objetivos similares.	1 año
Flujo de ingresos	Diversificar las fuentes de ingresos	Identificar nuevas líneas de producción rentables que puedan desarrollarse con la tecnología existente.	3 años
		Prestar servicios de ecoinnovación, consultoría y capacitación a partes interesadas.	4 años
	Establecer mecanismos de financiación a clientes sin afectar los intereses del modelo de negocio.	Ofrecer descuentos por pago anticipado a los clientes.	1 año
		Implementar programas de lealtad e incentivos a los clientes frecuentes.	2 años
Estructura de costos	Aumentar la rentabilidad de los productos/servicios ofertados	Identificar nuevos productos donde sea posible economía de escala.	3 años
		Implementar buenas prácticas de manufactura y comercialización.	1 año
		Diseñar e implementar estrategias de marketing y fidelización efectivas para nichos de mercado.	2 años
Modelos de negocio e innovación circular			1 año

	Priorizar biomasa reciclable local como materia prima para el proceso.	Utilizar biomasa agroindustrial para fomentar modelos de negocio circular.	2 años
	Promover procesos productivos más amigables con el medio ambiente	Implementar procesos eficientes para el consumo de agua y energía.	2 años
	Facilitar el acceso a información en tiempo real de forma colaborativa	Crear plataforma colaborativa para la integración de los diferentes aliados estratégicos en la cadena de suministro	3 años
	Innovar en la producción en cascada de productos no contaminantes con biomasa agroindustrial.	Desarrollar productos que prolonguen la vida útil de la biomasa agroindustrial.	

Fuente. Elaboración propia

Para la organización y secuencia de las actividades en el cronograma, en la figura 14 se toman en cuenta 30 actividades planteadas en la tabla 25 y agrupadas inicialmente en 5 fases que inducen la relación futura entre el enfoque, la estructura y eficiencia de la hoja de ruta en el modelo circular, estas son: establecimiento de fundamentos y redes de colaboración, optimización de procesos y productos, expansión y diversificación del negocio, sostenibilidad y responsabilidad social y la innovación y tecnología.

Con ello, tras la agrupación de las actividades en fases, se enlistan secuencialmente de acuerdo con el análisis de precedencia y temporalidad requerida, de tal manera que al plantear un orden de ejecución no se crucen actividades que compartan recursos o decisiones previas.

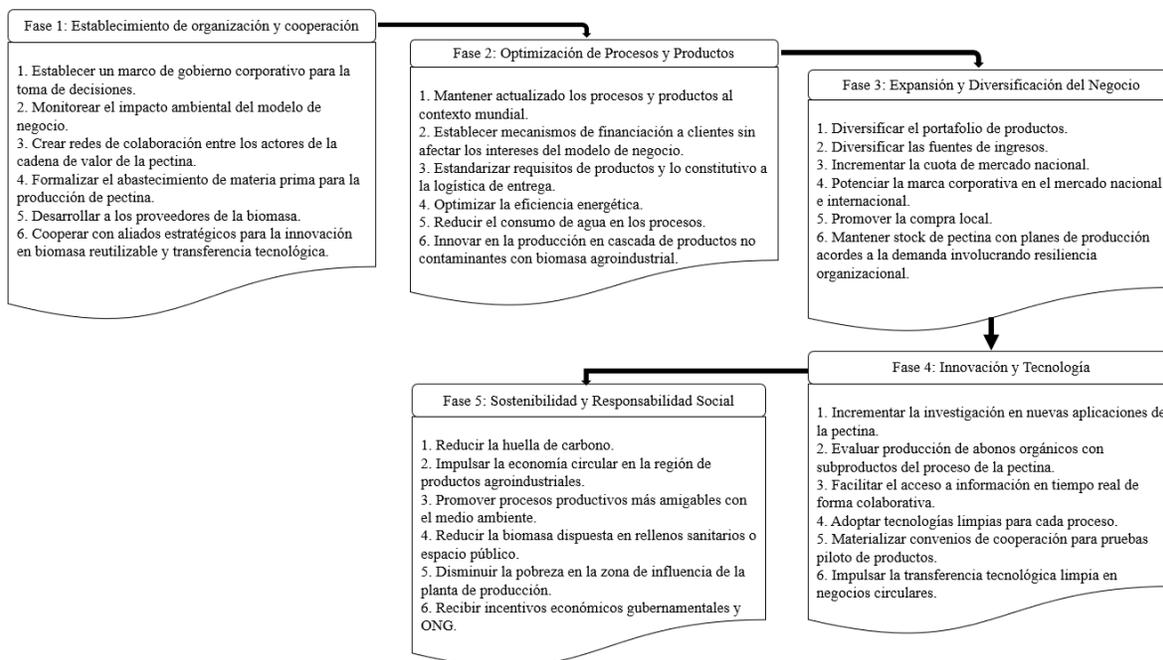


Figura 14. Propuesta hoja de ruta. Elaboración propia

Una vez desarrollado el recorrido por cada uno de los 12 lienzos del numeral 4 de esta investigación, cada uno de ellos representa una faceta esencial de un modelo de negocio circular, desde la identificación de recursos hasta la entrega del producto final, abarcando aspectos económicos, sociales y ambientales, por lo tanto, la interconexión entre estos lienzos es fundamental. Por ejemplo, la forma de obtener los recursos influye directamente en el modelo de producción, que a su vez impacta en la calidad del producto final y en todo su ciclo de vida. La comprensión detallada de estas conexiones permite a las empresas identificar áreas de mejora y optimización como lo muestra la figura 14.

Es así como la aplicación de conceptos de sostenibilidad para construir propuestas de valor única en cada modelo de negocio genera la convicción en las partes interesadas de potenciar a lo largo de su cadena de valor la reutilización de sus residuos en las propias líneas de producción, lo que ocasiona una reducción directa en la cantidad de materia prima adquirida, impactando directamente en sus costos variables. Además, crea un ambiente de conocimiento sobre la mecánica del negocio y su relación con el mercado, ya que abre el camino para identificar las barreras de entrada y salida de este, de tal manera que favorece el establecimiento de estrategias de segmentación y marketing hacia la conquista de nuevos clientes o afianzarse en el sector que se desenvuelve.

Esta articulación de esfuerzos entre actores que nace de la necesidad de minimizar en gran medida los recursos asignados al core del negocio, impacta satisfactoriamente en el medio ambiente mediante la reducción de contaminantes expulsados y la conciencia ciudadana en el consumo responsable, acompañada de diversas corrientes de hábitos saludables mundiales, comprometen aún más el despliegue de portafolios de productos alineados a los objetivos de desarrollo sostenible, siendo este uno de los eje fundamentales para combatir el fenómeno de cambio climático y componentes asociados al desarrollo social como la pobreza, desigualdad, acceso, entre otros.

En la figura 15 se representa el despliegue resultante del modelo de negocio circular, el cual involucra las conclusiones de la investigación asociadas a cada uno de los 12 bloques de la metodología Ecocanvas y propone escenarios de comprensión circular para la relación stakeholders – empresario en entornos de negocio.

En la figura 16 se relacionan las herramientas cualitativas y cuantitativas utilizadas para el desarrollo de la metodología Ecocanvas en cada uno de los bloques, el cual ayuda al lector a comprender la forma de abordar el modelo de negocio desde el uso de instrumentos focalizados en el levantamiento de información y creación de valor a la cadena de valor de la biomasa cítrica.

IMPACTO AMBIENTAL	CADENA DE VALOR CIRCULAR	PROBLEMA / NECESIDAD	RELACION CON CLIENTES / STAKEHOLDERS	PROPUESTA UNICA DE VALOR CIRCULAR	SEGMENTOS DE CLIENTES	ANTICIPACIÓN E IMPACTO SOCIAL
<p>Aspectos positivos</p> <p>1. Menor cantidad de residuo dispuesto en el relleno sanitario.</p> <p>2. Reducción de la huella ambiental generada por la biomasa en el suelo y fuentes hídricas.</p> <p>3. Menor proliferación de vectores y roedores.</p> <p>4. Valorización de biomasa categorizada como desperdicio.</p> <p>5. Reducir la extracción de recursos para el cultivo de frutas o transformación.</p>	<p>1. Clientes</p> <p>2. Proveedores</p> <p>3. Centros de investigación</p> <p>4. Gobierno</p> <p>5. Colaboradores</p> <p>6. Medios de comunicación</p> <p>7. Certificadores</p>	<p>1. Necesidad de generar valor a la gran cantidad de biomasa de cítricos que generan los transformadores.</p> <p>2. Necesidad de crear soluciones para la reintegración de biomasa agroindustrial a los procesos productivos.</p> <p>3. El problema de la inadecuada gestión de biomasa agroindustrial para su disposición final.</p> <p>4. Problema de emisiones de CO2 emitido por la biomasa dispuesta en espacio abiertos o rellenos sanitarios</p>	<p>1. Con clientes, a través de emisión de orden de compra.</p> <p>2. Con proveedores, a través de contratos comerciales remunerado.</p> <p>3. Con centros de investigación, mediante un convenio de cooperación para el uso de instalaciones y personal investigador.</p> <p>4. Con el Gobierno, de manera formalizada y facilidades digitales.</p> <p>5. Con los colaboradores, de forma cercana, justa, responsable y segura</p>	<p>1. Primera planta de producción de pectina en el departamento del Meta con base en biomasa cítrica articulando transformadores de la región.</p> <p>2. Nuevos ingredientes naturales provenientes de procesos upcycling cumpliendo los requisitos de mercado nacional, la regulación empresarial y ambiental.</p> <p>3. Creación de nueva red de actores de la cadena de valor del cítrico en la región para la valorización de biomasa</p>	<p>1. Panaderías</p> <p>2. Bizcocherías</p> <p>3. Fábricas de lácteos</p> <p>4. Procesadoras de carnes</p> <p>5. Heladerías</p> <p>6. Pizzerías</p> <p>7. Procesadoras de jugos</p>	<p>1. Mayor conciencia social sobre el manejo integral de residuos</p> <p>2. Seguridad alimentaria por efectos de globalización y crecimiento poblacional</p> <p>3. Cambio de prioridad nutricional hacia hábitos de consumo saludables y responsables</p> <p>4. Fortalecimiento de redes de colaboración y transferencia tecnológica.</p>
<p>6. Menor consumo de químicos para el control de plagas en cultivo o plantas industriales.</p> <p>Aspectos Negativos</p> <p>1. Alto consumo de energía.</p> <p>2. Alto consumo de agua.</p> <p>3. Variabilidad del precio del kilovatio de energía y metro cúbico de agua.</p> <p>4. Incumplimiento legales ambientales por parte de los proveedores. (transformadores)</p> <p>5. Riesgo sísmico e inundación de la ciudad.</p> <p>6. Altas distancias recorridas en las rutas de recolección de la biomasa.</p>	<p>RECURSOS CLAVES</p> <p>Costos variables</p> <p>Papelería, capacitación, consumibles, combustible, materia prima, imprevistos, marketing, representación, energía eléctrica, agua, solventes</p> <p>Costos fijos</p> <p>Equipo y maquinaria, montaje de planta, pruebas de funcionalidad, certificaciones, mobiliario y equipos de oficina, consultor de arranque operacional, permisos de funcionamiento, adecuación a normativas de seguridad y salud en el trabajo, registros Invima, arriendo, nómina</p>		<p>6. Con medios de comunicación, a través de intercambio comercial de pautas y entrevistas.</p> <p>7. Con certificadores, adquisición y acompañamiento en auditorías y certificaciones internacionales.</p>	<p>FLUJO DE INGRESOS</p> <p>1. Venta de pectina</p> <p>2. Venta de subproductos de proceso</p> <p>3. Capacitaciones</p> <p>4. Incentivos gubernamentales</p> <p>5. Financiación por entidades externas</p>		<p>5. Incremento en la oferta de ingredientes de origen natural y de upcycling</p> <p>6. Reducir el índice de pobreza e inequidad en la población de la región.</p> <p>7. Adopción de competencias tecnológicas e industriales en la población</p> <p>8. Oportunidades de empleo sin influencias sin discriminación racial, religiosa, sexo o nacionalidad</p>
<p>MODELO DE NEGOCIO E INNOVACIÓN</p> <p>Aprovechamiento de biomasa cítrica recolectada directamente en las instalaciones del transformador de frutas, produciendo nuevos ingredientes para las industrias de alimentos y bebidas, farmacéutico, cosmético y agroindustrial. Para lograrlo, se requieren firmes cooperaciones con los proveedores y clientes para alinear sus intereses de producto con la oferta propuesta. Además, el fortalecimiento en la adquisición de tecnologías más limpias y eficientes, así como, personal capacitado frecuentemente hacen que la circularidad de la biomasa logre el valor que necesita.</p> <p>Los productos del portafolio del modelo de negocio circular atiende el llamado hacia el desarrollo sostenible y consumo responsable, siendo un integrador de prácticas de economía circular en la integración de dicho material a una nueva línea de producción capaz de ofrecer alternativas para los cambios de hábitos de consumo humano.</p>						

Figura 15. Lienzo resultante Ecocanvas

IMPACTO AMBIENTAL	CADENA DE VALOR CIRCULAR	PROBLEMA / NECESIDAD	RELACION CON CLIENTES / STAKEHOLDERS	PROPUESTA UNICA DE VALOR CIRCULAR	SEGMENTOS DE CLIENTES	IMPACTO SOCIAL
<p>1. Cálculo de toneladas que dejan de disponerse en el relleno sanitario o ciclo abierto.</p> <p>2. Cálculo de toneladas equivalentes de CO₂ que se evitan para el ambiente al gestionar la biomasa para el modelo de negocio circular.</p> <p>3. Cálculo del consumo de energía eléctrica para el desarrollo del modelo de negocio.</p>	<p>1. Matriz PESTEL</p> <p>2. Matriz de factores internos (MEFI)</p> <p>3. Matriz de factores externos (MEFE)</p> <p>4. Matriz de Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (PEYEA)</p> <p>4. Matriz debilidades, debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA)</p> <p>5. Mapa de actores y su relacionamiento en el ecosistema circular.</p> <p>RECURSOS CLAVES</p> <p>1. Análisis financiero del modelo de negocio circular</p> <p>2. Entendimiento de las barreras tecnológicas</p> <p>3. Capacidad de producción necesaria para ocupar 3 turnos productivos y una línea de producción.</p>	<p>1. Recorrido por la ciudad de Villavicencio para comprender los problemas de disposición inadecuada de residuos orgánicos.</p> <p>2. Entrevistas semiestructuradas a productores, transformadores y académicos del sector.</p> <p>3. Diálogo con colaboradores de empresas que se dedican a la recolección de residuos en la ciudad.</p>	<p>1. Simbiosis industrial</p> <p>2. Creación de cluster de biomasa</p> <p>3. Cooperación entre actores de la cadena de valor.</p> <p>4. Transparencia en información compartida por actores.</p> <p>5. Legalidad empresarial.</p>	<p>1. Matriz de priorización de subproductos con base a biomasa cítrica.</p> <p>2. Identificación de competidores regionales productores de pectina.</p> <p>3. Transferencia tecnológica requerida.</p> <p>FLUJO DE INGRESOS</p> <p>1. Cálculo proyectado para 10 años de la demanda, utilizando el método de suavización exponencial doble en la herramienta excel.</p> <p>2. Cálculo de ingresos por concepto de venta de pectina según demanda proyectada.</p> <p>3. Identificar de servirizar el modelo de negocio circular de la pectina y</p>	<p>1. Visita y listado de industrias y negocios de la industria alimentaria ubicados en Villavicencio potenciales compradores de pectina.</p> <p>2. Comprensión de esquemas de compra de pectina en la industria.</p>	<p>1. Cálculo proyectado de la cantidad de vacantes laborales que se pueden generar y cubrir en la zona de influencia del modelo de negocio circular.</p> <p>2. Vinculación de la comunidad para el establecimiento en su territorio del modelo de negocio circular.</p> <p>3. Trazabilidad del flujo de biomasa cítrica en la región.</p> <p>4. Mejora en la conciencia ciudadana en el aprovechamiento de residuos, especialmente orgánicos.</p>
<p>MODELO DE NEGOCIO E INNOVACIÓN</p> <p>1. Cronograma de ruta circular</p> <p>2. Hoja de ruta circular</p> <p>3. Aplicación 12 bloques de la metodología Ecocanvas</p>						

Figura 16. Lienzo resultante de herramientas usadas Ecocanvas

5. Conclusiones

La implementación de la metodología Ecocanvas en la cadena de valor de la biomasa de cítricos en el Departamento del Meta permitió identificar la oportunidad de inversión en un modelo de negocio circular con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 7.27%. Lo atractivo del negocio proviene de la posibilidad de satisfacer la demanda insatisfecha de pectina en gran parte de los países en los 5 continentes y en especial en Colombia, debido a la diversidad de aplicaciones en sectores como alimenticios, farmacéuticos y cosméticos, el crecimiento progresivo de estos sectores y pocos proveedores con cobertura y capacidad de entrega de pectina.

La producción en cascada es una alternativa para la biomasa de la agroindustria, específicamente para el caso de los cítricos, el primer paso para la obtención de pectina es extraer aceites esenciales, un producto altamente demandado por industrias orientadas al bienestar personal, resultado del procesamiento del albedo húmedo de la fruta, luego, en segundo paso, con la cascara de la fruta residuo del paso anterior, se produce pectina con alta o baja metoxilo siendo muy utilizada en sectores alimentos, farmacéuticos y cosméticos, por último, el residuo del proceso de pectina se utiliza para producir abono orgánico.

La proyección del mercado objetivo en los 10 años considerados en esta investigación mostró que operativamente se requiere implementar 3 turnos de 8 horas para atender el 20% de la demanda nacional, actualmente satisfecha mediante importación, con el 10,23% de rendimiento mediante la técnica de hidrólisis ácida, sin embargo, esta técnica debe complementarse con tecnología y procesos que minimicen el impacto ambiental por su elevado consumo de electricidad, agua y ácido.

La investigación también demostró que la comunicación y trabajo colaborativo entre los actores de la cadena de valor ejerce una gran presión para el éxito del modelo de negocio, por ejemplo, en la medida que los transformadores aumentan su producción, la disponibilidad de materia prima para la producción de pectina aumentará. Además, los productores de cítricos a través de la implementación de buenas prácticas en cultivo inciden en la calidad de la cáscara de la fruta y a la vez, pueden ser fuente de abastecimiento directo, esto si los transformadores no tienen la capacidad de biomasa. Igualmente, se requiere que el gobierno siga proporcionando programas de incentivos y regulación para los negocios verdes y los entes certificadores y academia, ya que estos últimos través de los procesos de investigación, desarrollo e innovación posibilitan el cumplimiento de estándares mundiales y la creación de nuevos productos bien recibidos por los sectores económicos.

La adopción tecnológica es un factor que impulsa el desarrollo de mejores prácticas de producción que sean amigables con el medio ambiente y financieramente atractivas para incrementar la rentabilidad del negocio, por consiguiente, realizar una inteligencia tecnológica en el ámbito global para conocer las últimas tendencias en desarrollo de equipos y configuraciones de líneas de producción, ayuda a enfocar los recursos económicos de forma eficaz.

El desarrollo de negocios alrededor de la biomasa no es estático, requiere de una evaluación constante de sus procesos y resultados, por esto, el establecer un vínculo asertivo con las partes interesadas favorece la retroalimentación continua, desafía la medición de indicadores de desempeño y promueve la orientación corporativa hacia la adaptación a resultados, creando una cultura de cambio y más circular en el tiempo.

La metodología Ecocanvas tiene potencial para ser aplicada en otros productos agroindustriales como las hortalizas, plátano y yuca, siendo el departamento del Meta una de las dispensas agroindustriales más importante del país. Dado que su biomasa en gran medida se dispone en rellenos sanitarios como el ubicado en los municipios de Granada y Villavicencio, por lo que la materia prima para desarrollar modelos de negocio circular está garantizada.

6. Contribuciones de la investigación

Esta investigación proporciona información recolectada directamente en campo con técnicas apropiadas para conocer detalles de los eslabones claves de éxito para el diseño de modelos de negocio circulares de biomasa cítrica en su cadena de valor como lo son los transformadores y productores.

No se encontró, según la ecuación de búsqueda, investigaciones publicadas que aborden la problemática de gestión de biomasa de cítricos provenientes de transformadores o productores utilizando la metodología Ecocanvas para el diseño de modelos circulares en el Departamento del Meta. Por lo que este proyecto se convierte en un ejemplo de uso de esta metodología, la cual puede escalarse a otras corrientes de residuos favoreciendo el entendimiento del sector a validar.

La información recolectada y analizada en esta investigación detecta una oportunidad para invertir en negocios verdes con potencial exportador en el departamento del Meta, incentiva el aprovechamiento de la biomasa de cítricos, que en la actualidad contaminan el medio ambiente por su deficiente gestión y además, se cuenta con capacidad y flexibilidad de abastecimiento local de materia prima por la vocación agrícola.

7. Recomendaciones para la implementación del modelo de negocio circular propuesto

La implementación de modelos de negocio circular para el aprovechamiento de la biomasa de cítricos depende principalmente del abastecimiento de materia prima, por ello, es fundamental realizar acuerdos de cooperación y comerciales con los proveedores, no solo para que entreguen la cantidad de biomasa, sino para que esta cumpla las condiciones descritas en el numeral 4.4, además de implementar una red de suministro integral del flujo del material soportado en plataformas digitales que permitan trazabilidad en tiempo real, comunicación entre actores y conocimiento de la gestión.

La recopilación de datos es una actividad que enruta tareas específicas para ser desarrolladas en campo, directamente con los actores, debido a la falta de datos oficiales y en otros casos se presenta celos empresariales para el suministro de esta, por tal razón, es fundamental identificar aquellos datos que son imprescindibles y aplicar técnicas de levantamiento de información como son las encuestas, focus group y lluvia de ideas. Además, en la cadena de valor de biomasa agroindustrial la mayoría personas que hacen parte de esta son empíricas, es decir, su conocimiento es resultado de experimentar en sus negocios, lo que puede sesgar los propósitos de investigaciones futuras.

8. Futuras líneas de investigación

Esta investigación aporta aspectos de la cadena de cítricos potencialmente interesantes para profundizar en nuevas investigaciones, sin embargo, despierta diferentes posiciones conceptuales

acerca del desarrollo de esta hasta aquí no contemplados, por lo que a continuación se relacionan una serie de propuestas que no necesariamente abarquen todos los escenarios posibles:

Para aterrizar las oportunidades de mercado de alto consumo de pectina, es necesario desarrollar un estudio financiero del modelo de negocio circular implementado a través de la técnica de producción de pectina de menor impacto ambiental y sus efectos en la toma de decisión de compra de esos mercados.

Para cumplir los propósitos relacionados con los objetivos de desarrollo sostenible, se deberá investigar sobre la influencia de las políticas públicas y cultura social en los modelos de negocio circular de la biomasa de cítricos en ciudades de baja industrialización.

investigar la aplicación de la metodología Ecocanvas para la implementación de modelos de negocio circular en otras biomásas agroindustriales en el departamento del Meta como hortalizas, yuca y plátano oriundas de la región para potenciar la circularidad y aumento de bioproductos a través de la producción en cascada.

Estudiar los efectos en los procesos de innovación empresarial por la articulación entre academia y empresas con modelos de negocio circular resultantes de la biomasa de cítricos.

Tras el auge de la transformación digital, es importante conocer el grado de madurez que tienen los actores de la cadena de valor de cítricos en el departamento del Meta para afrontar los desafíos que esta desencadena en los modelos de negocio circular.

Si bien un modelo de negocio circular de biomasa de cítricos tiene una alta inversión tecnológica, sería interesante conocer cuáles son los factores claves de éxito para que sea atractivo a inversores globales en regiones caracterizadas por su capacidad productora de materia prima como lo es el departamento del Meta.

Referencias bibliográficas

Acevedo, V., Ramírez, D., (2011). Análisis técnico y económico de la pectina a partir de la cáscara de naranja. Recuperado a partir de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd8ebfc3-f6a8-4883-8f90-096b3186f313/content>

Amato, C. N. . (2023). (Bio) Economía circular para el desarrollo productivo local: Discusión teórica y análisis conceptual. *Territorios Productivos*, (1). Recuperado a partir de <https://territoriosproductivos.unvm.edu.ar/ojs/index.php/territoriosproductivos/article/view/616>

Araque, F., Moscoso, R.(2013). Propuesta de diseño del proceso productivo para la obtención de pectina a base de residuos cítricos en Colombia. De acuerdo a las necesidades técnicas, comerciales y financieras requeridas. Recuperado a partir de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/6353/AraqueArangoFelipe2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Arrieta Jiménez, V., Cervantes Borrero, Y. E., De la Cruz Lara, L. M., & López Cadena, D. M. (2021). La importancia del diagnóstico estratégico en las organizaciones. *ECONÓMICAS CUC*, 42(2), 243–254. <https://doi.org/10.17981/econcuc.42.2.2021.Ensy.1>
- Asgari, A., & Asgari, R. (2021). How circular economy transforms business models in a transition towards circular ecosystem: the barriers and incentives. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 566–579. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.020>
- Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas. Panorama de la industria de alimentos en Colombia. 2022. <https://www.acis.org.co/portal/content/panorama-de-la-industria-de-alimentos-en-colombia>
- Babkin, A., Shkarupeta, E., Tashenova, L., Malevskaia-Malevich, E., & Shchegoleva, T. (2023). Framework for assessing the sustainability of ESG performance in industrial cluster ecosystems in a circular economy. *Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity*, 9(2), 100071. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100071>
- Bada Carbajal, L. M., Rivas Tovar, L. A., & Littlewood Zimmerman, H. F. (2017). Modelo de asociatividad en la cadena productiva en las Mipymes agroindustriales. *Contaduría y administración*, 62(4), 1100–1117. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2017.06.006>
- Banerjee, J., Singh, R., Vijayaraghavan, R., MacFarlane, D., Patti, A. F., & Arora, A. (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*, 225, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.093>
- Barrales, F. M., Silveira, P., Barbosa, P. de P. M., Ruviano, A. R., Paulino, B. N., Pastore, G. M., Macedo, G. A., & Martinez, J. (2018). Recovery of phenolic compounds from citrus by-products using pressurized liquids — An application to orange peel. *Food and Bioproducts Processing*, 112, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2018.08.006>
- Beccarello, M., & Di Foggia, G. (2018). Moving towards a circular economy: economic impacts of higher material recycling targets. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 531–543. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.115>
- Benassi, L., Alessandri, I., & Vassalini, I. (2021). Assessing green methods for pectin extraction from waste orange peels. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(6), 1766. <https://doi.org/10.3390/molecules26061766>
- Blanco-Pérez, F., Steigerwald, H., Schülke, S., Vieths, S., Toda, M., & Scheurer, S. (2021). The dietary fiber pectin: Health benefits and potential for the treatment of allergies by modulation of gut Microbiota. *Current Allergy and Asthma Reports*, 21(10). <https://doi.org/10.1007/s11882-021-01020-z>
- Bogdanoff, N. (2015). Optimización de los procesos de obtención y concentración de pectina de naranja. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.

- Bustamante-Jumbo, S., Castillo-Cruz, G., Pacheco-Molina, A., & Mora-Sanchez, N. (2022). Capacidades dinámicas generadoras de valor agregado en las empresas agroindustriales de la provincia de El Oro. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(5), 94-107. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.5.1301>
- Cardona Alzate, C. A., Ortiz-Sanchez, M., & Solarte-Toro, J. C. (2023). Design strategy of food residues biorefineries based on multifeedstocks analysis for increasing sustainability of value chains. *Biochemical Engineering Journal*, 194(108857), 108857. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2023.108857>
- Carrillo González, G., & Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23)
- Castro, F. I. G., González-Guerra, G. M., del Pilar Restrepo-Elorza, M., Montiel-Carrillo, A. P., Álvarez-Rivera, K. Y., Linares-Luna, R. G., & Hernández, S. (2022). Residuos de frutas y vegetales como materias primas para la producción de biocombustibles: potencial en el estado de Guanajuato. *Digital Ciencia@UAQRO*, 15(1), 8–19. <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/697>
- Castro-Quelal, L. R., Herrera-Tapia, E. H., & Castro-Quelal, D. A. (2024). Modelos de Negocios Circulares: Hacia una Economía Sostenible en el Sector Emprendedor. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 122-148.
- Cayhualla, E, Prieto, W, Valdivia P. 2015. “Plan de negocio de producción y comercialización de pectina de cáscara de maracuyá”. https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1673/Edith_Tesis_maestria_2015.pdf?sequence=1
- Cerantola. Diseño, emprendimiento y economía circular. 2019. <http://www.ecologing.es>
- Chavan, S., Yadav, B., Atmakuri, A., Tyagi, R. D., Wong, J. W. C., & Drogui, P. (2022). Bioconversion of organic wastes into value-added products: A review. *Bioresource Technology*, 344(126398), 126398. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126398>
- da Costa, J. S., Maranduba, H. L., de Sousa Castro, S., de Almeida Neto, J. A., & Rodrigues, L. B. (2022). Environmental performance of orange citrus waste as raw material for pectin and essential oil production. *Food and Bioproducts Processing*, 135, 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2022.07.008>
- Daou, A., Mallat, C., Chammas, G., Cerantola, N., Kayed, S., & Saliba, N. A. (2020). The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 258(120938), 120938. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120938>
- Diario el Espectador. 2012. Colombia elevará a 36 millones de toneladas producción de alimentos. <https://www.elespectador.com/economia/colombia-eleva-a-36-millones-de-toneladas-produccion-de-alimentos-article-306546/>

- Di Fraia, S., Godvin Sharmila, V., Banu, J. R., & Massarotti, N. (2024). A comprehensive review on upscaling of food waste into value added products towards a circular economy: Holistic approaches and life cycle assessments. *Trends in Food Science & Technology*, 143(104288), 104288. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104288>
- Dranca, F., & Oroian, M. (2018). Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. *Food Research International* (Ottawa, Ont.), 113, 327–350. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.065>
- Dugmore, T.I.J., Clark, J.H., Bustamante, J. et al. Valorisation of Biowastes for the Production of Green Materials Using Chemical Methods. *Top Curr Chem (Z)* 375, 46 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41061-017-0133-8>
- Entrepreneurindia. Production of pectin from citrus, lemon, and Orange. 2017. <https://www.entrepreneurindia.co/Document/Download/pdfanddoc-47504-.pdf>
- FAO. Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo. 2011. <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- Feng, J., Liu, Z., & Feng, L. (2021). Identifying opportunities for sustainable business models in manufacturing: Application of patent analysis and generative topographic mapping. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 509–522. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.021>
- Fong Reynoso, C., Flores Valenzuela, K. E., & Cardoza Campos, L. M. (2017). La teoría de recursos y capacidades: un análisis bibliométrico. *Nova scientia*, 9(19), 411–440. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i19.739>
- Freije, Inmaculada & Aláez, Marian. (2020). Resiliencia estratégica: ¿Una capacidad estratégica distintiva o umbral?.
- Garcia, J., Mora, K. (2021). Propuesta del proceso para la obtención de pectina partiendo de la cáscara de gulupa a escala piloto. Tesis de pregrado. Universidad de América. Colombia
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, 198, 401–416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>
- Giraldo Cardona, A., Muñoz Penagos, S., & Rodríguez López, O. D. (2022). Alternativas de sostenibilidad de la cadena productiva del aguacate con enfoque de ciclo de vida.
- González, G. C., & Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>

- González-Sánchez, M. E., León-Bassantes, L. S., & Peñafiel-Cox, M. F. (2023). La economía circular como nuevo modelo de negocio empresarial. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*. ISSN 2737-6354., 6(12), 118-131
- Goula. Estas son las 10 empresas más grandes de bebidas y alimentos en Colombia. 2022. <https://goula.lat/enterate/las-10-empresas-mas-grandes-del-sector-de-bebidas-y-alimentos-en-colombia/>
- Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2015). Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities. *Strategic management journal*, 36(6), 831-850
- Herbstreith&Fox. 2013. Regulaciones para los requisitos de pureza de las pectinas. <https://www.yumpu.com/en/document/read/9073559/regulations-for-purity-requirements-of-pectins-herbstreith-fox>
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista cubana de medicina general integral*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
- Hossain, M. M., Ara, R., Yasmin, F., Suchi, M., & Zzaman, W. (2024). Microwave and ultrasound assisted extraction techniques with citric acid of pectin from Pomelo (*Citrus maxima*) peel. *Measurement: Food*, 13(100135), 100135. <https://doi.org/10.1016/j.meaf.2024.100135>
- Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. Cítricos: cómo reducir el impacto de la falta de agua. 2020. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/citricos-como-reducir-el-impacto-de-la-falta-de-agua>
- Jiménez Córdova, C. A., & Barroso Tanoira, F. G. (2024). Capacidades dinámicas en pequeñas y medianas empresas: implicaciones para la innovación y el crecimiento empresarial: Dynamic capabilities in small and medium enterprises: implications for innovation and business growth. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(1), 1492 – 1503. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1688>
- Jiménez Herrero, L. M., Lagüela, E. P., Capilla, A. V., Delgado, A. V., Cerdá, E., Larruga, F. J. S., Fernández, J. M., Molina, A., Morató, J., Tollín, N., Villanueva, B., & de Benito, B. (2020). Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado. *ECOBOOK*.
- Jiménez Páez, E. (2021). Análisis de ciclo de vida comparativo entre la deposición en vertedero y el tratamiento biológico mediante digestión anaerobia de residuos de frutas y verduras generados en mercados abiertos.
- Juraschek, M., Bucherer, M., Schnabel, F., Hoffschroer, H., Vossen, B., Kreuz, F., ... & Herrmann, C. (2018). Urban factories and their potential contribution to the sustainable development of cities. *Procedia Cirp*, 69, 72-77.

- Jurado-Erazo, D. K., Tulcán-Cuasapud, Y. A., & Rojas González, A. F. (2023). Perspectivas de valorización de residuos de frutas a partir de sus características físicas. *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria*, 24(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:3016
- Kirchherr, J., & van Santen, R. (2019). Research on the circular economy: A critique of the field. *Resources, Conservation, and Recycling*, 151(104480), 104480. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104480>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- La vanguardia. Cítricos, propiedades, beneficios y valor nutricional. 2019. <https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181107/452776147501/alimentos-propiedades-beneficios-citricos-valor-nutricional-naranjas-limones-mandarinas-pomelos.html>
- Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de microbiología*, 46(1), 1–2. [https://doi.org/10.1016/s0325-7541\(14\)70039-2](https://doi.org/10.1016/s0325-7541(14)70039-2)
- Linares-Luna, R. G., Castro, F. I. G., González-Guerra, G. M., del Pilar Restrepo-Elorza, M., Montiel-Carrillo, A. P., Álvarez-Rivera, K. Y., & Hernández, S. (2022). Biocombustibles a partir de residuos de frutas y vegetales; procesos de transformación y áreas de oportunidad. *Journal of Energy, Engineering Optimization And Sustainability*, 6(2), 57-76
- Mahato, N., Sharma, K., Sinha, M., Baral, E. R., Koteswararao, R., Dhyani, A., Hwan Cho, M., & Cho, S. (2020). Bio-sorbents, industrially important chemicals and novel materials from citrus processing waste as a sustainable and renewable bioresource: A review. *Journal of Advanced Research*, 23, 61–82. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.01.007>
- Maran, J. P., Priya, B., Al-Dhabi, N. A., Ponmurugan, K., Moorthy, I. G., & Sivarajasekar, N. (2017). Ultrasound assisted citric acid mediated pectin extraction from industrial waste of *Musa balbisiana*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 35(Pt A), 204–209. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.09.019>
- Marcela, D., & Forero, C. 2022. Incorporación de la economía circular en el sector floricultor de la sabana de Bogotá en Colombia. Recuperado de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/51342/INCORP~1.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Marić, M., Grassino, A. N., Zhu, Z., Barba, F. J., Brnčić, M., & Rimac Brnčić, S. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science & Technology*, 76, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.022>

- Marqués Cardete, R. (2020). Valorización de la biomasa resultante del exprimido de la fruta en la industria de zumos cítricos. Recuperación del flavonoide hesperidina y aplicación de la fibra para alimentación humana [Tesis doctoral]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/159934>
- Melendez, J. R., Delgado, J. L., Chero, V., & Rodríguez, J. F. (2021). Economía Circular: Una Revisión desde los Modelos de Negocios y la Responsabilidad Social Empresarial. *Revista venezolana de gerencia*, 26(6), 560–573. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890603>
- Mercadolibre. 2023. https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-602905407-pectina-citrica-kg-kg-a-99900-_JM#position=7&search_layout=stack&type=item&tracking_id=223cdb5c-9a94-48f1-afda-db04618bf8e7
- Ministerio de agricultura. Consejo Nacional de Cítricos. 2016. <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/P016-Actualizaci%C3%B3n%20Acuerdo%20Competitividad%20Citricos.pdf>
- Ministerio de agricultura. Cítricos. 2021. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Mocanu, A. A., Brătucu, G., Ciobanu, E., Chițu, I. B., & Szakal, A. C. (2024). Can the circular economy unlock sustainable business growth? Insights from qualitative research with specialists in Romania. *Sustainability*, 16(5), 2031. <https://doi.org/10.3390/su16052031>
- Mónica Patricia Rueda Sánchez, Luis Eduardo Sigala Paparella, & Gerardo José Zapata Rotundo. (2022). Teoría de capacidades dinámicas: portes y evolución a partir de los trabajos de David Teece. *Revista científica compendium*, 25(48). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7127188>
- Mordor Intelligence. 2022. Mercado de pectina: crecimiento, tendencias, impacto de covid 19, y pronósticos 2023:2028. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/pectin-market>
- Müller-Maatsch, J., Bencivenni, M., Caligiani, A., Tedeschi, T., Bruggeman, G., Bosch, M., Petrusan, J., Van Droogenbroeck, B., Elst, K., & Sforza, S. (2016). Pectin content and composition from different food waste streams. *Food Chemistry*, 201, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.012>
- Mwanza, B. G., Mbohwa, C., & Telukdarie, A. (2018). Levers influencing sustainable waste recovery at households level: A review. *Procedia Manufacturing*, 21, 615–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.163>
- Ortiz-Sanchez, M., Omarini, A. B., González-Aguirre, J.-A., Baglioni, M., Zygodlo, J. A., Breccia, J., D'Souza, R., Lemesoff, L., Bodeain, M., Cardona-Alzate, C. A., Pejchinovski, I., & Fernandez-Lahore, M. H. (2023). Valorization routes of citrus waste in the orange value chain through

the biorefinery concept: The Argentina case study. *Genie Des Proceses [Chemical Engineering and Processing]*, 189(109407), 109407.
<https://doi.org/10.1016/j.cep.2023.109407>

Pacheco-Jiménez, A. A., Basilio Heredia, J., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Quintana-Obregón, E. A., & Muy-Rangel, M. D. (2022). Potencial industrial de la cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) para la obtención de pectina en México. *Tip revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.419>

Patil, B. S., Jayaprakasha, G. K., & Murthy, K. N. C. (2017). Beyond vitamin C: the diverse, complex health-promoting properties of citrus fruits. *Citrus Research & Technology*, 38(1).
<https://doi.org/10.4322/crt.icc063>

Peña Orozco, D. (2020). Distribución del ingreso en una cadena de abastecimiento frutícola descentralizada usando un mecanismo de integración. *Universidad del Valle*

Pérez-Flores, A. M., & Muñoz-Sánchez, V. M. (2022). Estudio de la producción y consumo de frutas y verduras ecológicas y su relación con el cambio de valores en Europa. Análisis comparativo en 18 países. *Sociología de la alimentación, alimentación en sociedad: fundamentos para el estudio de un hecho social tota*

Pérez-Jiménez, F. (2022). El futuro de la dieta: ¿cómo nos alimentaremos en el futuro? *Clínica e Investigación En Arteriosclerosis: Publicación Oficial de La Sociedad Española de Arteriosclerosis*, 34 Suppl 1, S17–S23. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2021.12.003>

Pimenta, D. C., & Cosme, C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, 35, 1–18.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2477-90752022000100001&script=sci_arttext

Pochteca. 2023. Promociones. <https://tienda.pochteca.com.mx/pectina-25-kg.html#descripcion>

Psaki, O., Athanasoulia, I.-G. I., Giannoulis, A., Briassoulis, D., Koutinas, A., & Ladakis, D. (2023). Fermentation development using fruit waste derived mixed sugars for poly(3-hydroxybutyrate) production and property evaluation. *Bioresource Technology*, 129077.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129077>

Ray, A., Dubey, K. K., Marathe, S. J., & Singhal, R. (2023). Supercritical fluid extraction of bioactives from fruit waste and its therapeutic potential. *Food Bioscience*, 52(102418), 102418.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102418>

Randolpho, G. A., Do Amaral, L. A., Arelhano, L. E., & Dos Santos, E. F. (2020). Resíduos de frutas transformados em novos produtos alimentícios: uma revisão sistemática. *Multitemas*, 297-311

- Reichembach, L. H., & Lúcia de Oliveira Petkowicz, C. (2021). Pectins from alternative sources and uses beyond sweets and jellies: An overview. *Food Hydrocolloids*, 118(106824), 106824. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106824>
- Rios Reyna, Z, F. 2022. Planta Piloto para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cascara de Naranja para el instituto de investigaciones industriales. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30953/PG-8307.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rotundo, G. J. Z., & Hernández, A. (2014). Origen de los recursos y ventajas competitivas de las organizaciones: reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 19(68), 735-759
- Sarangji, P. K., Mishra, S., Mohanty, P., Singh, P. K., Srivastava, R. K., Pattnaik, R., Adhya, T. K., Das, T., Lenka, B., Gupta, V. K., Sharma, M., & Sahoo, U. K. (2023). Food and fruit waste valorisation for pectin recovery: Recent process technologies and future prospects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 235, 123929. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123929>
- Sajadieh, S.M.M.; Son, Y.H.; Noh, S.D. A Conceptual Definition and Future Directions of Urban Smart Factory for Sustainable Manufacturing. *Sustainability* **2022**, 14, 1221. <https://doi.org/10.3390/su14031221>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 132(109114), 109114. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114>
- Spanevello, R. A., Suárez, A. G., & Sarotti, A. M. (2013). Fuentes alternativas de materia prima. *Educación química*, 24, 124–131. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(13\)72505-9](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(13)72505-9)
- Tamayo Orbegozo, U., Vicente Molina, M. A., & Izaguirre Olaizola, J. (2012). La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 18(3), 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.iedee.2012.05.001>
- Tavares, A. S., & Borschiver, S. (2019, December). Proposta de Novos Modelos de Negócio no Contexto da Economia Circular. In 10th International Symposium on Technological Innovation.
- Teigiserova, D. A., Hamelin, L., Tiruta-Barna, L., Ahmadi, A., & Thomsen, M. (2022). Circular bioeconomy: Life cycle assessment of scaled-up cascading production from orange peel waste under current and future electricity mixes. *The Science of the Total Environment*, 812(152574), 152574. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152574>
- Tojo Sierra, R. (2003). Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso. *Anales de pediatría (Barcelona, Spain)*, 58(6), 584–593. [https://doi.org/10.1016/s1695-4033\(03\)78126-0](https://doi.org/10.1016/s1695-4033(03)78126-0)

- Tötzer, T., Stollnberger, R., Krebs, R., & Haas, M. (2019). How can urban manufacturing contribute to a more sustainable energy system in cities?. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 24.
- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of cleaner production*, 168, 487–498.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>
- Uriarte de Luis, A. (2023). Análisis de ciclo de vida ambiental y económico de la producción de bioqueroseno a partir de la cáscara de la naranja
- Vence, X., & Pereira, Á. (2018). Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. *Contaduría y Administración*, 64(1), 64.
<http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/1806/1374>
- Vera-Acevedo, L. D., & Raufflet, E. (2022). Análisis de la Estrategia Nacional de Economía Circular de Colombia a partir de dos modelos. *Estudios Políticos (Medellín)*, 64, 27–52.
<https://doi.org/10.17533/udea.espo.n64a02>
- Vergragt, P. J., Dendler, L., de Jong, M., & Matus, K. (2016). Transitions to sustainable consumption and production in cities. *Journal of Cleaner Production*, 134, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.050>
- Vilas-Boas, A. A., Gómez-García, R., Marçal, S., Vilas-Boas, A. M., Campos, D. A., & Pintado, M. (2023). Case study 1: fruit and vegetable waste valorization—world scenario. En S. A. Mandavgane, I. Chakravarty, & A. K. Jaiswal (Eds.), *Fruit and Vegetable Waste Utilization and Sustainability* (pp. 229–251). Elsevier.
- Waste Reduction Model (WARM), versión 15. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.
 Versiones del Modelo de Reducción de Residuos (WARM) | EPA de EE. UU
- Wong-Paz, J. E., Aguilar-Zárate, P., Veana, F., & Muñiz-Márquez, D. B. (2020). Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos. *Tip Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.255>
- Xevgenos, D., Tourkodimitri, K. P., Mortou, M., Mitko, K., Sapoutzi, D., Stroutza, D., Turek, M., & van Loosdrecht, M. C. M. (2024). The concept of circular water value and its role in the design and implementation of circular desalination projects. The case of coal mines in Poland. *Desalination*, 579(117501), 117501. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2024.117501>
- Zegada, Franco Vanesa. 2014. Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas. *Investigación y desarrollo*. ISSN 2518-4431
- Zioga, M., Tsouko, E., Maina, S., Koutinas, A., Mandala, I., & Evageliou, V. (2022). Physicochemical and rheological characteristics of pectin extracted from renewable orange peel employing

conventional and green technologies. *Food Hydrocolloids*, 132(107887), 107887.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107887>

Zurrita, A. A., Badii, M. H., Guillen, A., Lugo Serrato, O. y Aguilar Garnica, J. J. (2015). Factores causantes de degradación ambiental. *International Journal of Good Conscience*, 10(3), 1-9.
[http://www.spentamexico.org/v10-n3/A1.10\(3\)1-9.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n3/A1.10(3)1-9.pdf)

Anexos

Anexo 1. Análisis estratégico (Ver archivo Excel adjunto)

Anexo 2. Formato de entrevista semiestructurada a los actores de la cadena de valor (Ver archivo en formato Pdf)