

**PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL
CHONTADURO EN ALMÍBAR EN ABREGO FOODS S.A.S., EL TAMBO,
CAUCA.**



ISABEL HURTADO IDROBO

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERAS
INGENIERÍA IDUSTRIAL
POPAYÁN – CAUCA
2025**

**PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL
CHONTADURO EN ALMÍBAR EN ABREGO FOODS S.A.S., EL TAMBO,
CAUCA.**

ISABEL HURTADO IDROBO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

DIRECTOR:

PhD© ÓSCAR ANDRÉS LÓPEZ VALENCIA

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERAS
INGENIERIA INDUSTRIAL
POPAYÁN – CAUCA
2025**

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme perseverar a pesar de todas las situaciones, limitaciones y cambios en mi vida, a mis padres gracias por ser incondicionales, por siempre brindarme su apoyo y amor, les agradezco mucho porque gracias a los valores y carácter forjado he podido salir adelante cumpliendo en este momento el sueño de ser profesional, a mis hermanas y sobrinas que son mi motor para nunca rendirme y especialmente a mi compañero de vida que ha hecho de mi mundo una mejor versión, me ha ayudado a crecer tanto emocional, personal como profesionalmente, ha sido mi apoyo en todas las circunstancias y desafíos.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia y seres queridos por su incondicional apoyo durante este proceso. No puedo olvidarme de reconocer la invaluable ayuda del director de proyecto y mi profesora Magaly, modelos a seguir que siempre depositaron su confianza en mí y me brindaron su apoyo.

ISABEL HURTADO IDROBO

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACIÓN	23
4. OBJETIVOS	26
4.1. Objetivo general	26
4.2. Objetivos específicos	26
4. MARCO TEÓRICO	26
4.1. Marco conceptual	31
4.2. Marco legal	32
4.3. Localización	33
5. METODOLOGÍA	34
5.1. Fases de la metodología	35
5.2. Método de investigación	36
5.2.1. Población objeto de estudio	37
5.2.2. Modelo logístico	38
6. RESULTADOS	40

6.1. Identificación de puntos críticos	40
6.2. FACTORES EN LA CADENA DE SUMINISTRO DEL PRODUCTO	60
6.3. PLANTEAMIENTO DE PROPUESTA DE MEJORA	68
6.3.1. Modelado del sistema	69
6.3.2. Modelo de transporte	76
6.3.3. Logística inversa	83
7. CONCLUSIONES	93
9. ANEXOS	96
10. BIBLIOGRAFÍA	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de trazabilidad.....	14
Figura 2 Componentes de LPI (entradas-salidas).....	17
Figura 3 Ranking del índice de desempeño logístico 2023.....	18
Figura 4 Comparativo del LPI 2023 de Colombia con países pares y promedio regional	19
Figura 5 Participación principales departamentos productores de chontaduro 2016	20
Figura 6 Calendario de siembras y cosechas del chontaduro 2016.....	21
Figura 7 Contenido nutricional chontaduro	24
Figura 8 Ubicación del municipio de El Tambo, Cauca.....	33
Figura 9 Fases de la metodología.....	35
Figura 10 Composición externa chontaduro	42
Figura 11 Etapas en la cadena de suministro	44
Figura 12 Fases en la cadena de suministro	45
Figura 13 Diagrama de flujo para la elaboración de chontaduro en conserva	58
Figura 14 Etapas para la elaboración de chontaduro en conserva	59
Figura 15 Diagrama de plan agregado de producción	63
Figura 16 Tipos y características para la elaboración de inventarios.....	64
Figura 17 Estrategias del plan agregado de producción.....	68
Figura 18 PRM para la conserva de chontaduro.....	68
Figura 19 Diseño de entradas y salidas con variables controlables y no controlables	69
Figura 20 Proceso jerárquico de la planeación de la producción.....	70
Figura 21 Estructura MRP (OUTPUTS)	70
Figura 22 Inputs de producción.....	71
Figura 23 Distribución clientes	79
Figura 24 Medio de transporte	80

Figura 25 Modelo de transporte por tipo de producto	81
Figura 26 Modelo de transporte con trasbordo	82
Figura 27 Estado del mundo con plásticos	84
Figura 28 Cambio climático.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Área sembrada según el municipio de Colombia 2015-2016.....	21
Tabla 2 Participación porcentual en el mercado Nacional chontaduro 2016	22
Tabla 3 Marco conceptual.....	31
Tabla 4 Marco legal	32
Tabla 5 Método observacional	39
Tabla 6 Características entre picking y packing.....	40
Tabla 7 Modelo SCCOR	46
<i>Tabla 8 Modelo SCOR características.....</i>	<i>47</i>
Tabla 9 Criterios de evaluación de matriz de proveedores	48
Tabla 10 Matriz de criterios de evaluación para proveedores.....	49
Tabla 11 Matriz evaluación de proveedores	50
Tabla 12 Materia prima para la elaboración de una conserva de chontaduro	51
Tabla 13 Características de empaque de conserva.....	55
Tabla 14 Medición de tiempos de pelado	60
Tabla 15 Producción en semanas para satisfacer la demanda	63
Tabla 16 Fuerza de trabajo variado	65
Tabla 17 Fuerza de trabajo constante	66
Tabla 18 Fuerza de trabajo constante, subcontratación	67
Tabla 19 Fuerza de trabajo constante, horas extra.....	67
Tabla 20 Control de inventario	71
Tabla 21 Normatividad vigente para la comercialización de conserva de chontaduro	73
Tabla 22 Indicadores propuestos para el análisis del modelo logístico	75
Tabla 23 Normativa transporte de alimentos	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Encuentro con representantes de la MiPymes	96
Anexo 2 Planeación de estrategias a implementar en tecnologías 4.0	97
Anexo 3 Listado de asistencia.....	97
Anexo 4 Entrega de kits a productores y socialización de resultados del proyecto	98
Anexo 5 Constancia de participación en congreso	99

RESUMEN

Las pequeñas empresas rurales adoptan estándares y métodos adaptativos en su modelo de producción en masa y comercialización, incorporando un control logístico que permite supervisar cada uno de los procesos de la cadena de suministro, en este sentido, la trazabilidad en la cadena de suministro agroalimentaria es crucial para la identificación de externalidades dentro de todas las etapas de la producción agrícola de un producto que representa una parte significativa de la economía nacional. Esta investigación tiene como objetivo diseñar un modelo de análisis de procesos logísticos de la cadena de suministro de chontaduro en almíbar teniendo en cuenta las reglamentaciones, características y la calidad requerida para la comercialización. Se propone un estudio de caso en la empresa ABREGO FOOD SAS, con un enfoque metodológico en tres fases, partiendo desde la caracterización de la cadena de transformación del *Bactris Gasipaes*, con el fin de analizar la cadena de suministro basado en los procesos logísticos. Para ello, se tienen en cuenta los análisis de las variables y parámetros asociados al proceso productivo, planteando soluciones de mejora con base tecnologías 4.0 en la cadena de suministro que le permita una evaluación y verificación de la información específica de acuerdo a la reglamentación regional correspondiente, con el fin de mejorar los niveles de eficiencia, productividad y rentabilidad de la empresa.

Palabras clave: cadena de suministro, procesos logísticos, tecnologías 4.0, producción

ABSTRACT

Small rural enterprises adopt standards and adaptive methods in their mass production and marketing model, incorporating a logistic control that allows monitoring each of the processes of the supply chain. In this sense, traceability in the agri-food supply chain is crucial for the identification of externalities within all stages of agricultural production of a product that represents a significant part of the national economy. The objective of this research is to design a model for the analysis of logistic processes in the supply chain of chontaduro in syrup, taking into account the regulations, characteristics and quality required for commercialization. A case study is proposed in the company ABREGO FOOD SAS, with a methodological approach in three phases, starting from the characterization of the transformation chain of *Bactris Gasipaes*, in order to analyze the supply chain based on logistic processes. For this, the analysis of the variables and parameters associated with the production process are taken into account, proposing improvement solutions based on 4.0 technologies in the supply chain that allows an evaluation and verification of the specific information according to the corresponding regional regulations, in order to improve the levels of efficiency, productivity and profitability of the company.

Key words: Agri-food Supply Chain, Traceability, Logistical Process Analysis, Peach Palm (Chontaduro), Industry 4.0

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito empresarial, los sistemas de gestión desempeñan un papel crucial en la integración y evaluación de mecanismos de análisis, supervisión y control de la producción [1]. Estos mecanismos permiten comprender las distintas etapas de la cadena de suministro, abarcando desde la producción hasta la entrega del producto al consumidor final. En este sentido, los sistemas de gestión contribuyen a la satisfacción del cliente, garantizando la calidad y la eficiencia en cada una de las etapas del proceso de producción. De los principales elementos inmersos se encuentra la gestión logística, que constituye un componente esencial en el proceso de producción, permitiendo la evaluación y supervisión de las distintas etapas que componen la cadena de suministro [1]. Para ello, se implementan sistemas de análisis y control que abarcan desde la producción hasta la entrega del producto al consumidor final, garantizando así la satisfacción del cliente. En este contexto, la logística desempeña un papel crucial al facilitar la evaluación sistemática de las situaciones reales en todas las etapas del proceso, incluyendo la recepción, transformación y entrega del producto. Es imperativo que estos sistemas de evaluación sean favorables y se ajusten a los elementos condicionales de los sistemas logísticos, garantizando así un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema en su conjunto.

Sin embargo, un obstáculo significativo para la alta dirección es la identificación de las principales externalidades y cuellos de botella que se presentan a lo largo de la cadena de suministro; esta deficiencia de control tiene un impacto negativo en la competitividad de las empresas en los mercados, lo que resulta en una pérdida gradual de clientes [1]. El objetivo de este estudio es realizar inicialmente un diagnóstico en la producción de chontaduro en la zona del Tambo Cauca. Mediante un análisis de los procesos logísticos de la cadena de suministro, desde el abastecimiento, la producción, distribución y logística inversa del chontaduro en almíbar. En este contexto, se realiza una revisión de la literatura, evidenciando una

problemática recurrente en la evaluación de la eficacia operativa de las actividades logísticas en entornos rurales [2]. Esta situación se manifiesta en la dificultad que experimentan las organizaciones para establecer una correlación directa entre la satisfacción del cliente y la eficiencia en la ejecución de las operaciones logísticas.

Esta investigación prevalece como soporte al macroproyecto titulado: “Acciones para avanzar en la conectividad y formación agro digital 4.0 de las mujeres emprendedoras rurales del municipio del Tambo - Cauca”. Perteneciente a la Convocatoria 935 Orquídeas 2023 mujeres en la ciencia: agentes para la paz; del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, en conjunto con la Universidad ICESI y la Corporación Universitaria COMFACAUCA – Unicomfacauca de Popayán, buscando como objetivo apoyar a las comunidades rurales desde la academia para minimizar la falta de alfabetización digital e implementando mecanismos de capacitación y aplicación de tecnología apoyar tanto al productor como al entorno empresarial a generar un impacto dentro de la comunidades rurales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito de la gestión logística, las actividades relacionadas con el movimiento de materias primas, materiales y demás insumos son consideradas componentes fundamentales de los procesos logísticos [2]. Teniendo en cuenta lo anterior para la investigación en curso se tiene como propósito diagnosticar y proponer mejoras en la cadena de suministro logística del chontaduro en almíbar en la empresa Abrego Food SAS de El Tambo Cauca.

En el contexto de la producción industrial, resulta necesario contemplar aquellas funciones que proporcionan soporte efectivo a la transformación de recursos en productos terminados. Estas funciones comprenden, entre otras, el aprovisionamiento, las compras, la planificación de la producción, el

almacenamiento, la gestión de inventarios, el mantenimiento de instalaciones y maquinaria, así como la seguridad y los servicios generales de planta [3]. Se sostiene que la optimización de la cadena de suministro es un elemento clave para fortalecer la competitividad y sostenibilidad empresarial en entornos dinámicos y altamente exigentes [4]. Esta alternativa de mejora se evalúa mediante análisis cuantitativo de datos y el desarrollo de estudios del manejo productivo actual. Los resultados evidencian que una adecuada articulación entre las áreas mencionadas contribuye significativamente a una mayor capacidad de adaptación al mercado, reduciendo así los costos operativos. [5].

La gestión logística de los productos es aplicable en todas las etapas de la cadena de suministro agroalimentaria; permite capturar, almacenar y transmitir la información adecuada sobre productos a empresas, proveedores y clientes; en estos procesos infieren un sin número de partes interesadas que son físicamente dispersas, lo que dificulta su gestión. Es por ello, que las empresas requieren involucrar un control logístico en los procesos productivos de cada una de las etapas de procesamiento (figura 1), para integrar al mercado un producto de valor.

Figura 1. Tipos de trazabilidad



Fuente: Elaboración propia

La variación climatología interfiere directamente en la calidad y características físicas del fruto, además de la textura y variación en tiempo de cocción, así que el chontaduro presenta en la actualidad diversidad de variedades entorno a su color, sabor, sensación entre otras características sensitivas que vienen acompañadas por su fina grasa, constituida por aceites no saturados y el alto contenido de Beta-Caroteno, fósforo, vitamina A, calcio y hierro, lo hacen uno de los alimentos naturales más completos, contiene un sin número de beneficios ya que contiene 8 de los 16 aminoácidos esenciales, aporta vitaminas, calcio, se considera el “huevo vegetal” [9]. Con lo anterior se puede evidenciar que el departamento del Cauca es potencial en la producción de chontaduro y la viabilidad del producto en la economía nacional ya que son muchos los derivados a partir del chontaduro [6].

La ausencia de consideración por parte de los agentes en un registro, da lugar a deficiencias en la interoperabilidad entre ellos. En este sentido, se evidencia una gestión deficiente de las plantas en la evolución, así como también una manipulación de materias primas y productos, generando extensos desplazamientos y a un deterioro inevitable. La trazabilidad, por su parte, abarca los procesos que comprenden desde la producción hasta la comercialización, en esta etapa final, donde la demanda de los clientes por la calidad de los alimentos y el grado de transparencia es cada vez mayor, con el fin de tomar una decisión de compra inteligente que satisfaga sus necesidades [1].

En relación a lo anteriormente descrito se puede afirmar que el chontaduro *Bactris gasipaes* es un fruto de alto valor nutricional y cultural en Colombia, especialmente en regiones como el Pacífico y el Eje Cafetero. La transformación en productos derivados, como el chontaduro en conserva (almíbar), representa una alternativa significativa para el aprovechamiento agroindustrial, la generación de valor agregado y la dinamización de economías rurales. No obstante, a pesar del potencial comercial de este producto, el desarrollo se ve limitado por deficiencias estructurales en la cadena logística que abarca desde la recolección hasta el

consumidor final. La cadena de suministro del chontaduro en conserva se enfrenta a múltiples desafíos logísticos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- En las áreas productoras, se evidencia una carencia de infraestructura adecuada para la transformación y conservación de los productos.
- En la producción artesanal, se observan procesos que no se caracterizan por una estandarización significativa, lo que puede comprometer la calidad y la inocuidad del producto final.
- En la distribución y comercialización de productos y servicios, se han identificado ciertas dificultades que se manifiestan de manera significativa en los mercados urbanos y en los sectores de exportación.

En el ámbito de la producción y distribución de alimentos, se evidencia una deficiencia en la planificación logística, lo que resulta en una falta de integración entre los productores, los transformadores y los canales de distribución.

Estas limitaciones se traducen en pérdidas postcosecha, altos costos de operación, baja competitividad frente a productos sustitutos y una limitada vinculación en mercados nacionales e internacionales. En el ámbito de la logística, se evidencia la ausencia de un diagnóstico integral y actualizado que identifique las áreas de mejora, denominadas “cuellos de botella”, y que proponga soluciones viables, sostenibles y adaptadas al contexto local. [7]

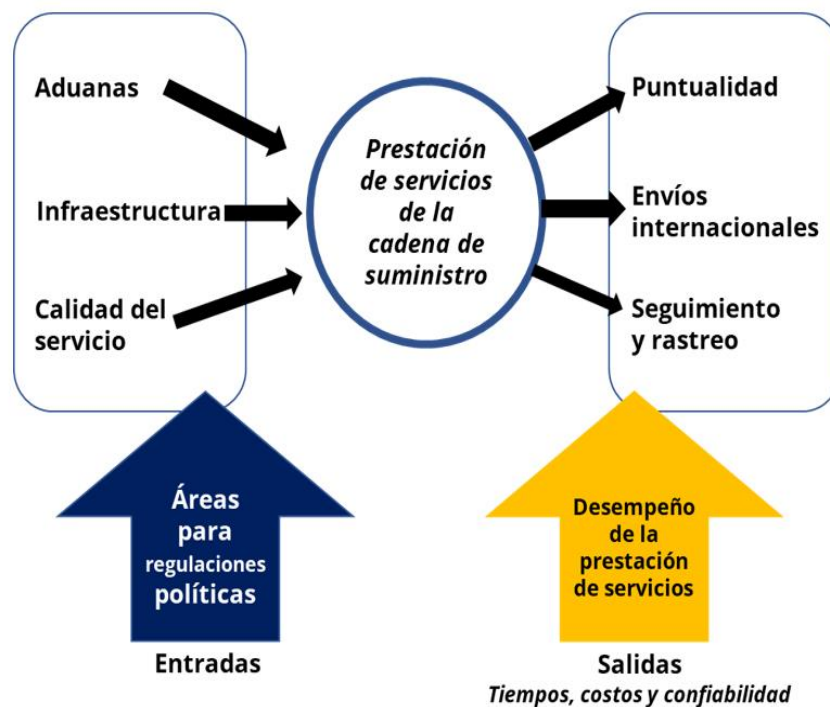
Por tanto, se hace necesario diagnosticar el estado actual de la cadena logística del chontaduro en conserva en Colombia, con el fin de identificar sus principales limitaciones operativas, económicas y estructurales, y proponer estrategias de mejora que fortalezcan el flujo eficiente de insumos, productos y procesos. Una intervención sólidamente fundamentada podría tener un impacto notable en el desarrollo regional.

Considerando el comportamiento dinámico de la cadena de suministro de productos agrícolas en Colombia, desde el año 2014 se evidencia la importancia de la

trazabilidad en cadenas de suministro (31%) y la tecnología de rastreabilidad en la cadena de suministro (25 %) de las investigaciones [8].

Ante lo anterior, el control en la cadena de suministro permite a las compañías un análisis constante de los procedimientos en búsqueda de la mejor continua. El registro de la información, identificación y la transmisión de la trazabilidad, permite a las empresas generar un control en cada etapa evitando contrariedades [2]. Teniendo en cuenta lo anterior, el Índice de Desempeño Logístico (LPI) del año 2023, está constituido por una serie de características como eficiencia, calidad y disponibilidad, con ello se lleva a cabo el control y supervisión en la cadena de suministro como se evidencia en la (figura 2).

Figura 2 Componentes de LPI (entradas-salidas)



Fuente: [9]

Según los reportes del informe del índice de desempeño logístico la trazabilidad en la industria presenta que para década de los 2020 se está convirtiendo en un periodo de transformación para las cadenas de suministro y valor globales, se puede evidenciar en la (figura 3) el ranking del índice de desempeño logístico, donde Colombia perdió 8 puestos entre 2018 y 2023.

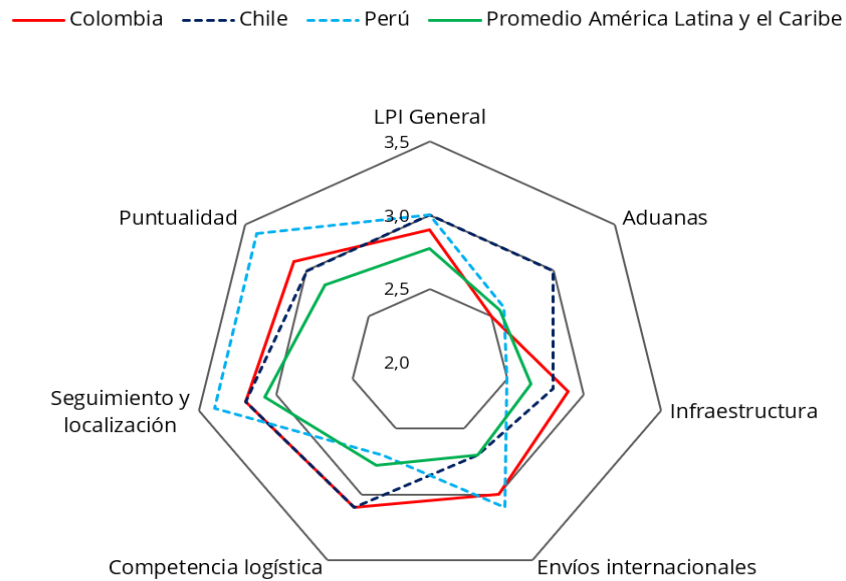
Figura 3 Ranking del índice de desempeño logístico 2023



Fuente: [9]

En el reporte del Índice de Desempeño Logístico (LPI) de 2023, el país retrocedió parcialmente tanto en ranking como en puntuación frente al reporte de LPI de 2018. No obstante, en la evolución de los componentes según los diferentes reportes, se evidencian mejoras significativas frente al reporte del 2014 en términos de infraestructura, envíos internacionales, competencia y calidad logística, seguimiento y localización y puntualidad. De la misma forma comparando el comportamiento de la logística de Colombia con otros países de América Latina, se evidencia que no está tan lejos del rendimiento general, Colombia destaca por encima del promedio regional en todos los componentes de LPI, excepto en aduanas (figura 4).

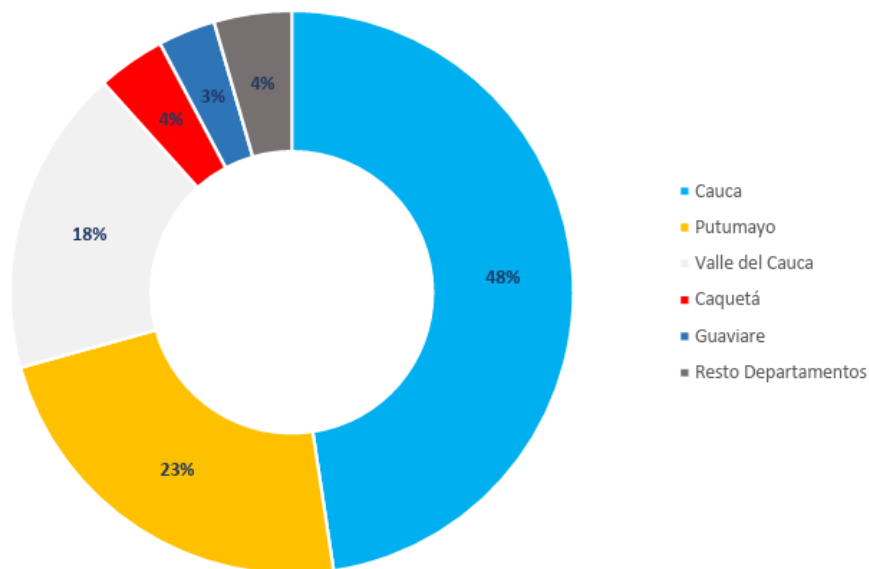
Figura 4 Comparativo del LPI 2023 de Colombia con países pares y promedio regional



Fuente: [9]

En Colombia, en el Tercer Censo Nacional Agropecuario se conocen que son 7,1 millones de hectáreas para cultivos, eso resalta la diversidad agropecuaria del país, resaltan departamentos como Antioquia, Tolima, Valle del Cauca, entre otros (figura 5). Dentro de los cultivos presentes en la zona sur oriental del país se tiene que 9.580 hectáreas corresponden a la producción de chontaduro con una participación de la costa pacífica de un 73%, un 22% en la región amazónica y en 5% en el resto del territorio. La variación de cosecha de chontaduro inicialmente se genera una fructificación entre 3-4 años después de la siembra en sitio definitivo, presentando una cosecha año entre los meses de diciembre - marzo con un promedio de 78 racimos palma (figura 6) [10].

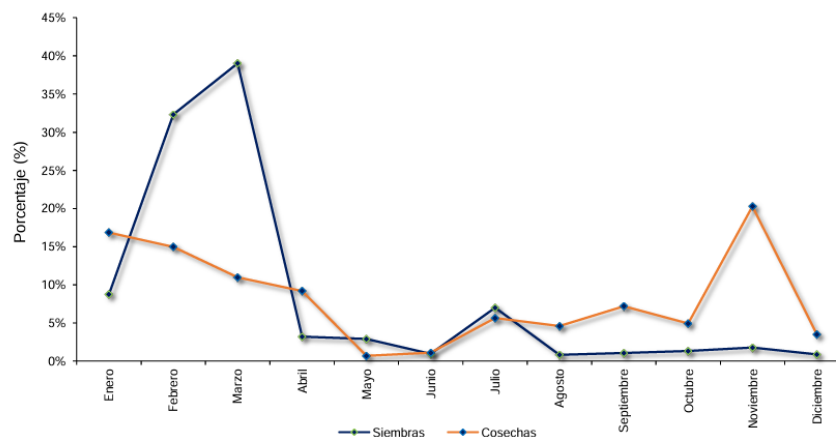
Figura 5 Participación principales departamentos productores de chontaduro 2016



Fuente: [11]

Como se evidencia en la (figura 5), los meses en los que se obtiene una mayor producción de chontaduro son enero, febrero, marzo y abril, particularmente en noviembre. Este fruto tropical posee un ciclo de vida más prolongado, lo que permite a las empresas aprovisionarse en fechas en que el producto se encuentra en cosecha, debido a que su valor de mercado es más bajo. De este modo, al mantener las ventas a ese mismo nivel, se maximizan los beneficios económicos [11]. En relación a la participación del (*Bactris gasipaes*) en cual el Cauca genera el 40% de la producción nacional en varios municipios como El Tambo, Rosas, Timbío, Suarez, Santander de Quilichao y Piamonte [12].

Figura 6 Calendario de siembras y cosechas del chontaduro 2016



Fuente: [11].

Dentro de la producción a nivel del departamento del Cauca se destaca el municipio del Tambo Cauca, es uno de los que tiene mayor área sembrada, de las hectáreas cosechadas se tiene un incremento de 70.8% para el 2016 superando a Buenaventura. De acuerdo a estadísticas nacionales el departamento del Cauca en 2016 se sembraron 11.124 hectáreas de chontaduro, pero solo dieron cosecha o fueron eficientes 8.231, esto por motivo de plagas y climatología de producción [12].

Tabla 1 Área sembrada según el municipio de Colombia 2015-2016

Municipio	Departamento	Área sembrada (hectárea)		Variación (%)
		2015	2016	
El Tambo	Cauca	1.925	3.267	70.8%
Buenaventura	Valle del Cauca	2.743	2.738	-0.2%
López de Micay	Cauca	950	950	0%
Villa Garzón	Putumayo	856	994	16.1%
Puerto Caicedo	Putumayo	60	300	400%

Fuente: [12]

Participación de los departamentos del sector sur occidental de Colombia en la producción del chontaduro par el año 2016.

Tabla 2 Participación porcentual en el mercado Nacional chontaduro 2016

Valle del Cauca	Cauca	Choco
66.37%	13.1%	9.6%

Fuente: [12]

En el campo de la logística, se reconoce que hace falta un análisis completo y actualizado que permita identificar claramente los retrocesos que limitan la eficiencia de los procesos. Además, es necesario que este diagnóstico conduzca a la formulación de soluciones que no solo sean viables y sostenibles, sino que también estén adecuadas a las condiciones y necesidades específicas de cada contexto local, especialmente en sectores como el de las PYMES manufactureras en Colombia [9]. La integración de estas tecnologías no solo optimiza el flujo de información entre los actores involucrados, sino que también asegura el cumplimiento de las normativas regulatorias establecidas por los organismos de auditoría. En consecuencia, se fomenta la seguridad alimentaria de los consumidores, lo que constituye un aspecto de suma importancia en el contexto actual. El desarrollo de este proceso investigativo permitirá dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál será la propuesta adecuada de mejora logística en la cadena de suministro del chontaduro en almíbar en Ábrego Foods S.A.S., El Tambo Cauca?

3. JUSTIFICACIÓN

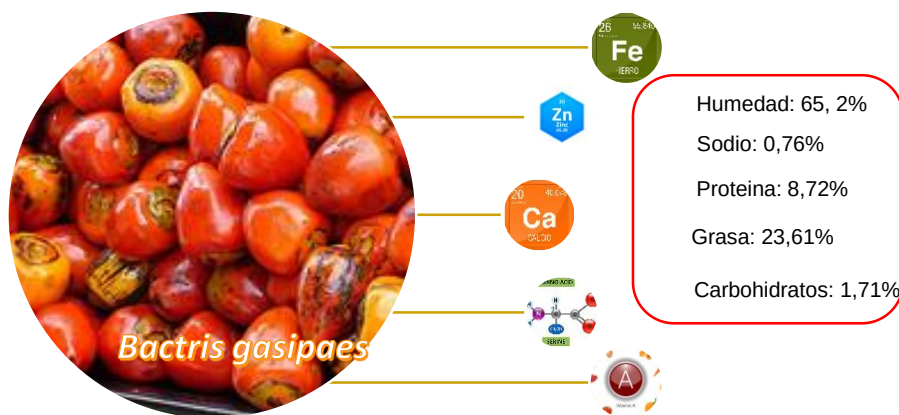
El control logístico en los procesos de producción y transformación de alimentos se erige como un componente esencial, dado que implica la supervisión continua de todas las fases de la cadena de suministro [2]. Este proceso facilita la recopilación de datos pertinentes, contribuyendo así al aseguramiento de la calidad y a la certificación del producto, y, simultáneamente, protege la salud de los consumidores. Además, la implementación de la trazabilidad en el sector agroalimentario ha demostrado generar un aumento de confianza y eficacia, debido a que sirve como apoyo ante problemas, permitiendo encontrar su origen en cualquier punto de la cadena productiva. Asimismo, facilita la localización, individualización e inmovilización en caso de una retirada efectiva, seleccionando los lotes y posibilitando la toma de decisiones para que no vuelva a cometerse un error. La implementación de un sistema de revisión y documentación exhaustiva en toda la cadena de suministro por parte de la empresa no solo fortalece el mercado, sino que también genera un mayor grado de confianza entre los consumidores.

En el entorno nacional, es muy notorio la diferencia histórica en los aportes al PIB en departamentos tales como Cauca, Nariño, Choco y en general la región de la amazonia, se posiciona en unos de los niveles más bajos en comparación al Valle de Cauca, que a pesar de que no posee una climatología para la producción multivariada de cultivos, se posiciona es unos de los niveles más altos con un aporte para el año 2022 de 9,56% [13]. El departamento del Cauca cuenta con áreas geográficas que se han caracterizado por la presencia de conflictos armados, progresos a través de economías ilícitas, comercio local y en poca medida por la producción de productos agroindustriales o por la exportación de bienes y servicios finales [14]. Existen diversas ventajas estratégicas para la inversión social para el fortalecimiento de los sectores productivos en el departamento del Cauca, entre estas resaltan la diversidad climática en el departamento, así como su riqueza en cuanto a biodiversidad se refiere. Se destaca la presencia de una variedad de

grupos étnicos en la región, lo cual contribuye a su heterogeneidad cultural. Además, se analiza la ubicación estratégica del departamento, el cual se encuentra a lo largo de la carretera internacional Panamericana. Se examina la disponibilidad de espacios físicos para la implementación de nuevas infraestructuras y se evalúa el tejido empresarial de la región, el cual fomenta la mejora continua de los procesos industriales [8].

Las problemáticas socioeconómicas han provocado que los habitantes de la región busquen alternativas de producción que puedan generar empleo y algún tipo de ingreso. En relación a lo anterior, en el Municipio de El Tambo, Cauca, nace una organización ABREGO FOODS S.A.S que busca redireccionar la comercialización del chontaduro para lograr un modelo de negocio capaz de llevar un producto de calidad y alto en contenido nutricional. (Figura 7).

Figura 7 Contenido nutricional chontaduro



Fuente: Adaptado [15] [16]

El consumo del chontaduro en la actualidad tras estudios se demostró del 81.42% de las personas interesadas en consumirlo tienen rango de edad entre 16 y 30 años así mismo estudios [17] revelan que la población que consume chontaduro aumenta con la edad. Teniendo en cuenta los aspectos y propiedades mencionadas se puede

evidenciar que el chontaduro en almíbar, es una alternativa que proporciona una vida útil superior a 18 meses dependiendo los métodos y aditivos utilizados en la elaboración, como lo es la solución concentrada de azúcar y agua que actúa como conservante natural al disminuir la actividad de agua (A_w) y crear un entorno osmótico desfavorable para el crecimiento microbiano. La conservación en almíbar es común en frutas tropicales y permite extender la vida útil del producto sin necesidad de refrigeración, siempre que se mantengan condiciones adecuadas de envasado y pasteurización [18]. La MiPymes enfrenta algunos problemas logísticos tales como las deficiencias en infraestructura de vías, transporte, servicios de abastecimiento, aprovisionamiento y almacenamiento, generan deficiencias operativas, la planificación y medición del proceso de transformación del producto final carece de un control detallado.

Por otra parte, los problemas logísticos en el sector rural, agroindustrial y en el manejo de productos agroalimentarios y perecederos giran en torno a la infraestructura deficiente, los altos costos, la falta de servicios adecuados, la tecnología inapropiada o insuficiente, la falta de información y capacitación, y las limitaciones en la capacidad de instalaciones. Estos problemas limitan la efectividad de las cadenas de abastecimiento, reducen la rentabilidad y dificultan el desarrollo económico del sector [19]

Como se ha expuesto con anterioridad, se hace necesario reconsiderar los diversos desafíos que pueden surgir en un contexto productivo. Entre ellos, cabe destacar el control de costes de producción (energía, azúcar y envase), la garantía de estabilidad microbiológica en ambientes cálidos y, por último, la educación del consumidor respecto a los usos y beneficios del producto. En este sentido, se propone el modelo de logística inversa, que permite ajustar la responsabilidad empresarial tanto en la producción como en el desperdicio del producto.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Diseñar un modelo de análisis de procesos logísticos de la cadena de suministro de chontaduro en almíbar en la empresa ABREGO FOODS S.A.S. del municipio de el Tambo, Cauca.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos críticos con respecto al flujo de información en los eslabones de la cadena de suministro.
- Seleccionar los factores fundamentales que interfieren en la cadena de suministro del producto.
- Proponer estrategias de mejora para optimizar los procesos logísticos en la cadena de suministro del chontaduro en conserva

4. MARCO TEÓRICO

El estudio realizado por [20] “*Caracterización de la Red Logística del Sector Rural Colombiano*”, analiza las problemáticas que limitan el desarrollo efectivo de las cadenas de abastecimiento en el sector agroindustrial colombiano. Identifica desafíos como la falta de infraestructura adecuada, la necesidad de capacitación para la población campesina y la implementación de políticas rurales ambientales que orienten los modelos de producción en el campo. Además, destaca la importancia de promover el tema de las cadenas de abastecimiento en el campo, considerando los procesos y actividades que generan sobre costos y que limitan las oportunidades de desarrollo en el sector rural.

2. La investigación [21] “Análisis de los Principales Desafíos del Sector Agropecuario Colombiano para la Transición a Tecnologías de Conectividad de la Industria 4.0”, aborda los desafíos que enfrenta el sector agropecuario colombiano en su transición hacia la conectividad de las tecnologías de la Industria 4.0. Se identifican barreras como el rezago en el uso de tecnologías modernas, la baja adopción de ventas por internet y la necesidad de mejorar la productividad, eficiencia y sostenibilidad para competir con otros sectores primarios del país.

3. “*El Plan Nacional de Agrologística*” [22] propone estrategias para mejorar la infraestructura de transporte en zonas rurales, incluyendo la inversión en la red vial rural y la remoción de barreras normativas que afectan la logística agropecuaria. Se destaca la importancia de integrar el análisis de prioridades en materia de desarrollo de la red vial para el desarrollo competitivo sectorial al modelamiento de sus necesidades logísticas.

Estudio con relación a la agroindustria Rural se evidencia “*AGROINDUSTRIA, Lectura Actualizada de sus Desafíos*”, este documento del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) ofrece una visión actualizada de los desafíos que enfrenta la agroindustria rural en América Latina, incluyendo Colombia. Se abordan temas como la necesidad de mejorar la calidad de los productos, la implementación de tecnologías apropiadas y la importancia de fortalecer las capacidades de los productores rurales para enfrentar los retos del mercado.

El trabajo titulado “*Estudio de Caso y Diagnóstico Actual de los Sistemas Logísticos*” [23], se centra en la logística de perecederos en los municipios de Viotá (Cundinamarca) y Fuente de Oro (Meta), explorando el estado actual del sector agroindustrial en Colombia. Se identifican puntos críticos en la cadena de suministro, como la necesidad de diseñar una red estructural eficiente y de mejorar

los flujos de proceso por responsabilidades para optimizar las operaciones logísticas en zonas rurales, de esta forma aporte directamente a la verificación asertiva de los puntos evidenciados como críticos en la cadena de suministro del chontaduro en almíbar.

En la investigación realizada en el 2022 titulada *“Modelo resiliente y sostenible para optimizar la trazabilidad en la cadena de suministro de la carne”* se tiene como objetivo mediante programación mixta entera lineal (MOMILP), optimizar la trazabilidad en la CSC considerando sostenibilidad y eventos disruptivos en un entorno de demanda incierta, para resolver el modelo propuesto se emplea el método de Programación por Metas (PPM), obteniéndose un conjunto reducido de soluciones entre las cuales el encargado de la toma de decisión seleccionará la que mejor se adapte a sus preferencias, finalmente se logra optimizar la trazabilidad en la CSC minimizando la dispersión de lotes, a la vez que se maximizan los beneficios obtenidos y se minimiza el impacto ambiental. La CSC está conformada por 4 niveles: granjas, frigoríficos, establecimientos y minoristas. En relación a los aportes para el presente caso de estudio la programación por metas plantea una alternativa que puede ser considerada para estudios y análisis futuro llevando así un control logístico eficiente [24]

El artículo titulado *“Propuesta de un diseño de distribución de un centro logístico frutícola para la zona franca agroindustrial en la Región Patía: caso Colombia”*, presenta un estudio enfocado en optimizar el diseño de un centro logístico frutícola en la región del Patía Cauca, aplicaron la metodología Systematic Layout Planning (SLP) junto con simulación de eventos discretos utilizando el software FlexSim. Esta combinación permitió analizar y mejorar la distribución física de las áreas clave del centro logístico, específicamente las zonas de producción, almacenamiento y carga de productos finales. El objetivo principal fue reducir las distancias recorridas por los

montacargas y aumentar su porcentaje de ocupación, mejorando así la eficiencia operativa del centro. Como resultados se obtuvo mejoras significativas en la eficiencia del centro logístico: En la zona de producción, se logró una reducción del 10% en la distancia total recorrida y un aumento del 19.11% en el porcentaje de ocupación de los montacargas. En la zona de carga del producto final, la distancia recorrida se redujo en un 13%, mientras que el porcentaje de ocupación aumentó en un 31.82%. [25]

El documento titulado "*Diagnóstico de obstáculos y oportunidades en la importación de maquinaria y sus efectos en la competitividad, calidad e innovación en las PYMES agroindustriales en Colombia*", emplea una metodología cualitativa, centrada en el análisis de experiencias y percepciones de actores clave en el proceso de importación de maquinaria. Esta elección metodológica permite una comprensión profunda de las barreras y oportunidades desde la perspectiva de las PYMES, facilitando la identificación de factores que no siempre son evidentes en estudios cuantitativos. Los hallazgos del estudio revelan que las PYMES agroindustriales enfrentan obstáculos significativos, entre ellos: barreras burocráticas como lo son procesos administrativos complejos que dificultan la importación de maquinaria, altos costos: Gastos elevados asociados a la adquisición e importación de equipos, requisitos fitosanitarios en normativas estrictas que limitan la entrada de maquinaria, especialmente usada. Sin embargo, el estudio también identifica oportunidades para mejorar la competitividad del sector mediante una mejora de la infraestructura logística desarrollando sistemas de transporte y almacenamiento más eficientes, adicionalmente acceso a financiamiento facilitando créditos y apoyos económicos para la adquisición de maquinaria. Finalmente, las recomendaciones del estudio incluyen fomentar clústeres agroindustriales, simplificar la normatividad aduanera y promover el uso de tecnologías avanzadas. La implementación de estas estrategias, con la

colaboración del sector público y privado, puede potenciar la competitividad e innovación de las PYMES agroindustriales en Colombia. [26]

Finalmente, el proyecto “*Estudio de factibilidad para el fortalecimiento del sistema productivo de Sachainchi (Plukenetia volubilis L.) en el municipio de El Tambo, departamento de Cauca*”, con el objetivo de Apoyar el fortalecimiento de las capacidades técnicas y productivas para el manejo sostenible del cultivo de Sachainchi en el municipio de El Tambo, Cauca, se logró una evaluación del diagnóstico integral de las unidades productivas y plan de acción para cada unidad productiva: Con la información previamente recopilada, se elabora el informe del estado actual de los predios, analizando en forma detallada los aspectos técnicos, de calidad, se concluye que el municipio de El Tambo al ser un municipio PDET tiene mayores posibilidades de inversión social y la potencialización de la producción de sachainchi se torna en una alternativa interesante por cuanto favorece la diversificación productiva de cultivos ilícitos y además con la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas. [27] La investigación aporta significativamente en el desarrollo del proyecto debido a que fue elaborada en el mismo municipio, se procesa un producto agrícola donde se realizan análisis técnicos productivos para llegar a un fortalecimiento productivo y comercial.

Estos estudios proporcionan una base sólida para comprender los desafíos logísticos en la agroindustria rural colombiana y pueden servir como referencia para el diseño de estrategias que mejoren la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro en este sector.

4.1. Marco conceptual

Tabla 3 Marco conceptual

Concepto	Definición
Trazabilidad	La ISO 9000:2015 define la trazabilidad como la capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto La FAO define trazabilidad como la capacidad para reunir el tejido histórico, la utilización o localización de un artículo o una actividad por medio de una identificación registrada. [28]
Cadena de suministro	Conjunto de procesos involucrados en la elaboración de un producto desde los proveedores de materia prima hasta los transportistas de entrega de producto terminado. [29]
Proceso	Conjunto de actividades u operaciones con el fin de transformar o elaborar una materia prima. [30]
Buenas Prácticas de manufactura (BPM)	Conjunto de prácticas generales y principios de manipulación, elaboración, envasado y transporte de un producto, con el fin de que este se produzca de una manera adecuada. [31]
Documentación	Son los registros, procedimientos y descripciones para controlar las buenas prácticas de manufactura. [30]
Registros de calidad	Es un tipo de documento del sistema de gestión de la calidad donde se presentan los resultados de las actividades realizadas. [32]
Sistema de gestión de calidad	Conjunto de normativas y estándares internacionales relacionados entre sí, para hacer cumplir los requisitos internacionales de calidad que una empresa. [33]

Fuente: Elaboración propia

4.2. Marco legal

Tabla 4 Marco legal

Normatividad	Descripción
	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), establece procesos de cooperación técnica con el Gobierno en áreas determinadas como estrategias para el mejoramiento de la agricultura y la alimentación. [28]
	ISO 22000:2018, la cual dispone de aspectos claves en la inocuidad y prácticas de manufactura de los alimentos, procurando que este sea apto para el consumo y cumpla con las características o parámetros técnicos para que el alimento pueda consumirse sin ningún problema. ISO 9001:2015 es una herramienta de gestión que permite a las empresas, la planificación, gestión de procesos, medición, evaluación y la mejora continua, cuyo objetivo es la satisfacción del cliente, que para la industria de alimentos incluye la inocuidad alimentaria. ISO 28000 se centra en los aspectos críticos para gestionar y garantizar los riesgos de seguridad de la cadena de suministro. ISO 14001 es un estándar internacionalmente aceptado que indica cómo poner un sistema de gestión medioambiental efectivo en su sitio. Está diseñado para ayudar a las organizaciones a mantenerse comercialmente exitosas sin pasar por alto sus responsabilidades medioambientales. ISO 22005:2007, trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal.
	Resolución 2674 de 2013, establecer los requisitos y condiciones bajo las cuales el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), como autoridad sanitaria del orden nacional, deber a expedir los registros, permisos o notificaciones sanitarias.

Fuente: Elaboración propia

4.3. Localización

Esta investigación se lleva a cabo en el municipio del tambo localizado en el departamento del cauca (figura 8). De los 42 municipios del departamento del Cauca, El Tambo es el segundo más grande en extensión con 2.615 km² después del municipio de Santa Rosa, se ubica sobre la franja de la cordillera occidental, a 33 kilómetros de la capital del departamento del Cauca, al suroccidente del país [34].

Figura 8 Ubicación del municipio de El Tambo, Cauca



Fuente: [35]

La variedad en pisos térmicos, la ubicación geoestratégica y la calidad del suelo permite que la zona rural del municipio sea un territorio altamente competitivo en producción agrícola y pecuaria diversificada. El municipio de El Tambo es un territorio rural por excelencia, con un área protegida declarada Parque Nacional

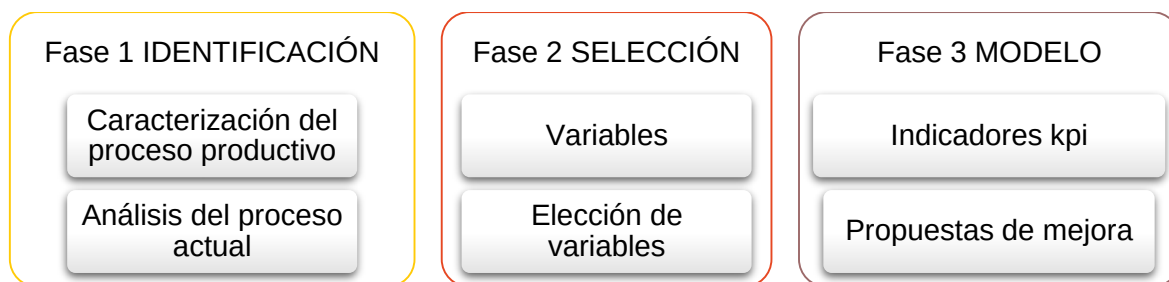
Natural Munchique, que cuenta con una superficie de 46.982,11 hectáreas, lo que corresponde al 15,4% del municipio [34].

5. METODOLOGÍA

La recopilación de la información para el desarrollo del proyecto se realiza de tipo exploratorio [36], donde se toma en cuenta para el análisis de datos, información tanto primaria como secundaria. El enfoque metodológico de esta investigación será **mixto**, con un **enfoque cuantitativo-descriptivo** [37] para el análisis de indicadores de desempeño logístico. Se utilizará un diseño de tipo **no experimental y transversal** [36], ya que se busca diagnosticar y proponer un modelo de análisis sin manipular variables, solo identificar y proponer mejoras en los procesos de aprovisionamiento, producción, transporte y propuesta de logística inversa. La metodología utilizada busca lograr un análisis asertivo, para la analítica de datos se incorpora inicialmente una búsqueda bibliográfica, publicaciones las cuales se describen prácticas y datos sobre el procesamiento de chontaduro en almíbar, así mismo investigaciones que refieran al control logístico en productos agrícolas, parámetros de control, manejo productivo, entre otros. Dado que el registro de información se realiza de manera simultánea a los fenómenos, es de tipo prospectivo. Finalmente, considerando el periodo y la secuencia, este estudio se identifica como longitudinal [36], identificando una o más variables a lo largo de un periodo definido.

5.1. Fases de la metodología

Figura 9 Fases de la metodología



Fuente: Elaboración propia

Fase 1. En primera instancia, se llevó a cabo un análisis de la literatura de respaldo que suministrará información significativa en relación con la implementación de sistemas de control en la cadena de suministro. Posteriormente, se efectuó una revisión de las variables críticas con el propósito de determinar su incidencia, conforme a las especificaciones generales y reglamentarias establecidas. En general esta fase busca comprender la realidad de la cadena de abastecimiento, identificar los procesos y actividades existentes. Se lleva a cabo una serie de actividades para dar cumplimiento a la fase planteada:

- Caracterizar y documentar los procesos logísticos actuales de la cadena de suministro del chontaduro en almíbar en ABREGO FOODS S.A.S.
- Identificar los actores, actividades clave, flujos físicos y de información

Fase 2. En esta fase se identifica y analiza los puntos críticos en todo el sistema interno o de proceso de la empresa, interconectando la información de proveedores y transportistas, en relación a los factores asociados en la cadena de suministro de la conserva de chontaduro. Las actividades relacionadas para el cumplimiento de la fase:

- Diagnosticar las problemáticas y puntos críticos identificados en la cadena logística, evaluando su impacto en la eficiencia operativa la calidad del producto final (chontaduro en almíbar), para determinar áreas potenciales de mejora.
- Al analizar puntos críticos como deficiencias en infraestructura, transporte, almacenamiento, o el manejo de productos agrícolas, se busca identificar oportunidades para reducir tiempos, mejorar el desempeño y eficiencia.

Fase 3. En esta fase, se propone definir los elementos constitutivos del modelo de análisis logístico, incluyendo las variables relevantes, indicadores de desempeño (KPIs) y la estructura metodológica que permita evaluar diferentes escenarios y proponer alternativas para optimizar los procesos logísticos y la toma de decisiones en ABREGO FOODS S.A.S se proponen mejoras tanto en el proceso como en el marco normativo vigente. Las actividades relacionadas:

- Definir los métodos estadísticos a utilizar para la propuesta de mejora y control en la MiPymes
- Precisar indicadores de desempeño (KPIs)
- Proponer el modelo de logística inversa

5.2. Método de investigación

El método de investigación se enfoca en la observación directa de procesos logísticos (recepción de insumos, transformación, almacenamiento y distribución). [38], con el propósito de este estudio es examinar las técnicas o los medios empleados para recolectar la información del trabajo. Para ello, se ha recurrido a la utilización de fuentes de información primaria, las cuales se han considerado fundamentales para la comprensión del objeto de estudio. Se efectuaron visitas a una planta transformadora con el propósito de evaluar las características inherentes

a la cadena de suministro, específicamente en lo concerniente al sabor, olor y dimensión del producto sujeto a estudio. Este procedimiento se fundamentó en la experiencia del jefe de producción [36].

En el ámbito de la investigación académica, se hace imperativo recurrir a fuentes de información secundaria para obtener datos relevantes que contribuyan al avance del conocimiento en el campo específico de estudio [36]. En el contexto específico de este estudio, se hace imperativo contar con datos escritos que hayan sido compilados y transcritos por individuos que han obtenido dicha información a través de otras fuentes. El objeto de estudio se fundamenta en diversas fuentes bibliográficas, que incluyen textos, documentos, Internet, revistas y otros soportes académicos que contribuyan al enriquecimiento del trabajo. Dichas fuentes se registran o soportan en:

- Cámara de Comercio del Cauca
- Dirección Administrativa Nacional de Estadística (DANE)
- Agrosavia

5.2.1. Población objeto de estudio

En la investigación interfieren 3 factores fundamentales para el análisis de datos, inicialmente los proveedores, se estiman 10 de distintas zonas del país, para los cuales se realiza una ponderación y se determina las mejores alternativas para la empresa.

El siguiente factor corresponde a los operarios en planta, fluctuantes debido a la producción bajo pedido que se realiza en la empresa, las plantas de personal varían de acuerdo a los kilogramos en producción

El factor final hace referencia a la cadena HORECA, mercado donde por lo general personas con estratos socioeconómicos altos, visitan lugares de chef reconocidos,

tiendas de comidas saludables, restaurantes veganos, sitios gourmet, entre otros. [39]

5.2.2. Modelo logístico

Los modelos logísticos son herramientas que buscan mejorar la eficiencia, reducir costos, garantizar satisfacción de clientes, para lograr lo anterior, es necesario optimizar la cadena de suministro, con la integración de un adecuado modelo de gestión, con relación a la literatura se analizan los casos de aplicación en análisis de modelos logísticos, matriz de proveedores, análisis PAP, PMP, PRM, en los procesos de aprovisionamiento, producción, distribución y logística inversa.

Existen principalmente dos tipos de observación utilizados en estudios logísticos: la observación directa y la observación indirecta. La observación directa implica la presencia del investigador en el lugar donde ocurren los procesos, permitiéndole registrar en tiempo real las actividades, condiciones operativas y comportamientos de los actores involucrados [4]. Por otro lado, la observación indirecta se basa en fuentes secundarias como entrevistas, encuestas, registros documentales y material audiovisual, que proporcionan información sin requerir la presencia constante del observador [40]. Para un proyecto enfocado en la cadena logística del chontaduro en conserva, la combinación de ambas técnicas es ideal. Sin embargo, la observación directa es especialmente recomendable, ya que permite identificar con mayor precisión las ineficiencias operativas, los tiempos muertos en planta, las condiciones de manipulación del producto y otros aspectos críticos que impactan la calidad del producto final. Esta información es clave para implementar mejoras en las fases de producción, conservación y distribución. [38]

Tabla 5 Método observacional

<i>Etapas del Modelo</i>	Método Observacional	Descripción de la Actividad
1. Aprovisionamiento	Observación directa	Visita a fincas para registrar tiempos de cosecha, disponibilidad de insumos y frecuencia de abastecimiento.
2. Recepción de materia prima	Observación indirecta	Revisión de registros de ingreso a planta, entrevistas a operarios sobre condiciones de recepción.
3. Producción / Transformación	Observación directa	Seguimiento en planta al flujo de procesamiento del chontaduro: tiempos, cuellos de botella.
4. Almacenamiento	Observación directa e indirecta	Registro de condiciones de almacenamiento, observación de infraestructura y análisis documental de inventarios.
5. Transporte y distribución	Observación directa	Seguimiento del despacho y entrega: condiciones de transporte, modelo de transporte.
6. Comercialización	Observación indirecta	Análisis de ventas y canales de venta.
7. Logística inversa	Observación directa e indirecta	Evaluación del retorno de envases, gestión de residuos, subproductos y reciclaje.
8. Evaluación del sistema	Triangulación de observaciones	Análisis integral de los datos recolectados para evaluar eficiencia y sostenibilidad del sistema logístico.

Fuente: Adaptado de [4] [38] [40]

6. RESULTADOS

6.1. Identificación de puntos críticos

En la cadena de suministro se incorporan todas las actividades necesarias para llevar un producto desde el origen hasta un cliente final. Dentro de este proceso existen diversos puntos críticos como lo es la gestión de inventarios, se requiere una planeación precisa para no generar insuficiencia y crear rupturas en el stock o exceso de inventarios que conllevará a incrementos en costos de almacenamiento. Por consiguiente, el proceso de picking y packing se incorpora en la investigación como un agente importante ya que, al no presentar un control absoluto de actividades podría presentarse cuellos de botella, lo que conlleva a retrasos en tiempos, posibles equivocaciones en la producción afectado directamente la satisfacción del cliente.

Tabla 6 Características entre picking y packing

ASPECTO	PICKING	PACKING
DEFINICIÓN	Proceso de selección y recolección de productos desde su ubicación en almacén.	Proceso de embalaje y preparación de productos para su envío.
OBJETIVO PRINCIPAL	Asegurar que se recojan los productos correctos según el pedido.	Proteger y agrupar los productos para que lleguen en buen estado.
ETAPA DEL PROCESO	Se realiza antes del packing.	Se realiza después del picking.

TAREAS CLAVE	Identificar productos, escanear códigos, recolectar artículos.	Verificar productos, empaquetar, etiquetar cajas.
HERRAMIENTAS COMUNES	Lectores de código, carritos, listas de picking, sistemas WMS.	Cajas, material de embalaje, impresoras de etiquetas, básculas.
IMPORTANCIA LOGÍSTICA	Afecta la exactitud del pedido y la eficiencia del almacén.	Afecta la presentación del pedido y su seguridad durante el transporte.
ERRORES COMUNES	Recolectar productos equivocados o cantidades incorrectas.	Embalaje inadecuado, etiquetas mal colocadas o incompletas.

Fuente : Adaptado de [41] [42]

6.1.1. Caracterización de MP

El chontaduro es uno de los productos con mayor consumo en fresco por el ser humano en Colombia, a pesar de que las características lo hacen un fruto atípico por ser rico en grasa y una humedad relativa baja contiene un alto contenido proteínico vegetal. El fruto proviene de racimos producidos por palmas con edad superior a 3 años, la mayor parte de los frutos del racimo en un alto porcentaje corresponden a frutos formados con procesos de polinización natural o controlada, dando origen a frutos completos

En los últimos años se ha incrementado la demanda de este cultivo ya que se encuentra dentro de las principales bases para lograr obtener una amplia variedad de productos, el chontaduro es también conocido como:

Nombre científico: *Bactris gasipaes* H.B.K

Nombre apelativo: Chontaduro, pijuayo, pejinaye, pupunha

Tipo (división):	Fanerógamas
Subtipo (subdivisión):	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Subclase:	Micrانتinas
Orden:	Espadiciflorineas
Familia:	Palmaceas
Género:	Bactris
Especie:	Gasipaes

Figura 10 Composición externa chontaduro



1. Bráctea
2. Cascara o epidermis
3. Semilla
4. Mesocarpio o pulpa

Fuente: Elaboración propia

El chontaduro se clasifica según su peso en:

- Microcarpas: hasta 20 gr
- Mesocarpas: Entre 21gr y 70 gr
- Macrocarpas: de 70gr en adelante

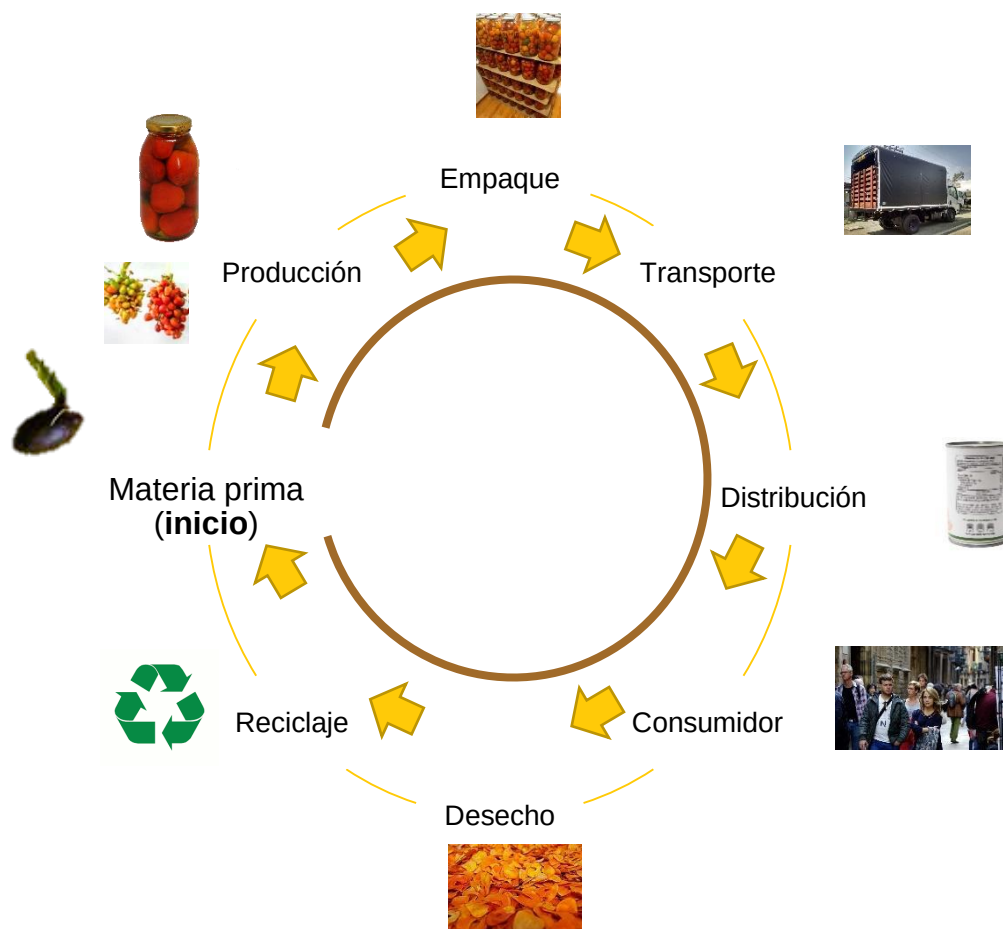
El producto se ha adaptado a microclimas y condiciones agro productivas distintas, los productores aplican las prácticas tradicionales de manejo según la zona; así

mismo, son claras las diferencias organolépticas del fruto. Pero todo el conocimiento alrededor de esta biodiversidad no se logra potenciar para el desarrollo agrícola de esta especie o a nivel agroindustrial para dar condiciones diferenciadas a los productos con valor agregado. Para potencializar la producción y transformación del chontaduro es necesario analizar las etapas de producción, el control en las fases de transformación y tener presente los medios por los que el consumidor final adquiere el producto, este control se realiza por medio de la aplicación de trazabilidad en los procesos productivos del chontaduro, por consiguiente, se toma en cuenta:

- El chontaduro no puede estar apilado o almacenado más de 4 días sin contar con una cadena de frío
- El chontaduro en sectores del pacífico colombiano tiende a tener una textura más húmeda y grasosa.
- Se presenta 2 tipos en la textura de chontaduro hembra y macho (la hembra contiene semilla)

La cadena de suministro se conforma de todos los procesos que influyen desde los proveedores hasta el cliente final. Al representar la cadena de manera circular indica que los desechos generados en el proceso productivo regresan a la cadena, como lo es el caso de los recipientes donde es almacenada la MP.

Figura 11 Etapas en la cadena de suministro



Fuente: Elaboración propia

Para la comercialización del chontaduro en conserva es necesario contar con el certificado de inspección sanitaria INVIMA, los cuales se encargan del control y vigilancia de los productos que se comercializan, así como lo establece el Ministerio de Industria y Turismo.

Figura 12 Fases en la cadena de suministro



Fuente: Elaboración propia

En el análisis de trazabilidad se realiza un seguimiento de una unidad logística que atraviesa actores principales, dentro de estos se integra el concepto de revisión interna o de proceso, donde las actividades suelen ser llevadas a cabo por pequeños agricultores, es aquí donde la trazabilidad puede ser un desafío, ya que el origen y la calidad del chontaduro está relacionado directamente con condiciones del suelo, fertilización, tiempo de cosecha, calidad del frutos y esta información es difícil de verificar debido a la proveniencia de múltiples técnicas de cultivo que realizan los proveedores de cada región. La gestión logística se relaciona directamente con la planificación, ejecución y control del conjunto de actividades relacionadas con el flujo del proceso y con ellos la información relacionada [43, p. 2].

6.1.2. Modelo SCOR

El modelo de referencia SCOR o sus siglas (Supply Chain Operations Reference Model), es un mecanismo desarrollado por el cual mediante el análisis de los KPI's se pueden determinar estrategias y definir alternativas en una empresa, fue desarrollado por el Supply Chain Council en 1996, es una herramienta que además permite describir, analizar y optimizar el desarrollo de las cadenas de suministro, este pretende integrar los procesos de negocio, indicadores y tecnologías, mejorar

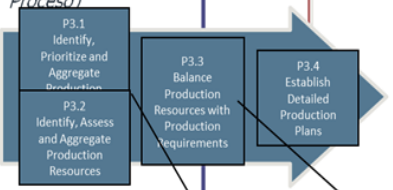
la eficacia y permite la integración sus eslabones, abarca una pluralidad de actividades, donde los beneficios incluyen ciclos de tiempos más cortos, menos inventarios, visibilidad de la cadena de suministro y el acceso a la información de manera oportuna de clientes [44], por consiguiente se ha adaptado a la producción del chontaduro en salmuera y para ello se basa en 4 procesos de la cadena de suministro seleccionadas:

Tabla 7 Modelo SCCOR

Aprovisionamiento (<i>Source</i>)	Hace referencia a una operación logística que concierne en adquirir productos y recursos para operar.
Producción (<i>Make</i>)	Se refiere a la conversión de materias primas en productos nuevos y listos para distribuir, incorporando así la actividades relacionadas
Distribución (<i>Deliver</i>)	hace referencia a la gestión, preparación y entrega de pedidos (recepción y validación, planificación de entrega, envío y facturación)
Logística inversa o devolución (<i>Return</i>)	Se refiere a las devoluciones recibidas por parte de clientes y las realizadas a proveedores, identificado las etapas por las que el producto final podría ser defectuoso

Adaptado de: [44]

Tabla 8 Modelo SCOR características

	Nivel	Descripción	Esquema	Descripción
	 1	Nivel Top (Procesos)		Define el contenido y alcance de la aplicación de SCOR – aquí se define las bases competitivas de los objetivos de performance
	 2	Nivel de Configuración (Categorías de Procesos)		Aquí es “configurada-personalizada” la Supply Chain – cerca de 30 categorías de procesos”. Las compañías implementan sus estrategias operativas a través de una simple y única configuración de Supply Chain
	 3	Nivel Elemento de Procesos (Descomposición del Proceso)		El nivel 3 define la habilidad de la compañía para competir exitosamente dentro del mercado elegido. El nivel consiste en: •Definición de elementos de Procesos •Información de I/O de elementos de Procesos •Métricas de Performance del Proceso •Las mejores prácticas, si son aplicables •La habilidad del Sistema para soportar las mejores prácticas “ajustadas” a su estrategia de operación en el nivel 3
	 4	Implementación– elemento de procesos		Implementación de prácticas específicas de SCM El nivel 4 define las prácticas usadas para lograr ventajas competitivas y adaptarse a los constantes cambios del ambiente de negocios

30

July 19, 2012

Tomado de : [45]

Las características relacionadas para la selección de la metodología bajo criterio de evaluación deben de cumplir los estándares mínimos, asistencia permanente de proveedor, suministro de registros de ensayo e inspección de resultados en los procesos y productos obtenidos, gestión y percepción de calidad disminuyendo la inspección a razón.

6.1.3. Aprovechamiento

Para la identificación de los aspectos claves de la gestión productiva aplicables en Mi Pymes industriales se integraron los principales aspectos destacados del

proceso en la caracterización de proveedores, teniendo en cuenta el control de variables que directamente se relacionan con el proceso de suministro de calidad, a precio acorde al mercado y garanticen la inocuidad del producto, se tienen en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 9 Criterios de evaluación de matriz de proveedores

Criterios
Precio
Calidad
Calibre
Respuesta del proveedor
Forma de pago
Certificación
Garantías
Costo / distancia

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la metodología a utilizar para la selección y evaluación de proveedores se evidencian:

Metodologías tradiciones para la evaluación y clasificación de proveedores

Basadas en el criterio humano	Patton (1995)
Categorización	Lamberson et (1975) – Timmerman(1986)
Razones de costos	Timmerman(1986)
Métodos matriciales	Gregory (1985)

En el primer nivel se debe de tener presente que al tratarse de productos agrícolas que provienen de diversidad de zonas y condiciones de producción y medio ambientales, la categorización o selección de proveedores debe realizarse mediante unos criterios tales como:

- Fiabilidad en el cumplimiento (Reliability)
- Flexibilidad (Flexibility)
- Velocidad de atención (Responsiveness)
- Coste (Cost)
- Activos (Assets)
- Logística

Tabla 10 Matriz de criterios de evaluación para proveedores

	CARACTERÍSTICAS	PONDERADO	PUNTAJE	CRITERIOS	
1	Precio	27	0	250	El precio de la mp sera determinado por el usuario
2	Calidad	10	20	EXCELENTE	El producto supera las expectativas y mejora las especificaciones técnicas
			10	ACEPTABLE	El contratista cumplió con los requisitos y especificaciones técnicas establecidas
			0	DEFICIENTE	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
3	Calibre	12	20	EXCELENTE	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			15	ACEPTABLE	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			0	DEFICIENTE	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
4	Respuesta del proveedor	10	20	INMEDIATA	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			15	DISCONTINUO	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			10	PARCIAL	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
			0	SIN RPTA	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
5	Forma de pago	5	20	CREDITO	El producto se cancela a cuotas
			10	CONTADO	El producto se cancela a una sola cuota
6	Plazo de pago	5	20	1	El producto se paga inmediatamente
			10	2	El producto no se paga inmediatamente
7	Certificación	7	10	SI	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			0	NO	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
8	Garantias	13	20	INMEDIATA	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			15	DISCONTINUO	El producto se encuentra en optimas condiciones
			10	PARCIAL	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
			0	SIN RPTA	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
9	Costo / distancia	11	20	TAMBO	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones
			15	CALI	El producto se encuentra en optimas condiciones
			10	GUAVIARE	El contratista faltó a uno o más requisitos y/o especificaciones técnicas
			5	PUTUMAYO	El producto supera o se encuentra en optimas condiciones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Matriz evaluación de proveedores

MATRIZ DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE CHONTADURO EN CONSERVA																
Numero de evaluación	001-2024		Fecha de evaluación	14/8/2024		Producto	Chontaduro conserva con cascara									
Código del producto	2		GUARDAR DATOS LIMPIAR DATOS													
Proveedor 1	Zona A															
Proveedor 2	Zona B															
Proveedor 3	Zona C															
Proveedor 4	Zona D															
Proveedor 5	Zona E															
Proveedor 6	Zona F															
Proveedor 7	Zona G															
Proveedor 8	Zona H															
Proveedor 9	Zona I															
Proveedor 10	Zona I															
ANÁLISIS DE PROVEEDORES																
Valores óptimos			Proveedor 1		Proveedor 2		Proveedor 3		Proveedor 4		Proveedor 5		Proveedor 6		Proveedor 7	
CRITERIOS	Optima	Ponderación (%)	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación	Oferta	Poderación
1 Precio	250	27	6	27												
2 Calidad	EXCELENTE	10			6	Introducir código		6	Introducir código válido							
3 Calibre	EXCELENTE	12														
4 Respuesta del proveedor	INMEDIATA	10														
5 Forma de pago	CREDITO	5	credito	20		Introducir código válido		Introducir código válido		Introducir código válido		Introducir código válido		Introducir código válido		Introducir código
6 Plazo de pago	2	5	1	20		Introducir código		1	20		Introducir código válido		Introducir código válido		Introducir código válido	Introducir código
7 Certificación		10					SI		10							
8 Garantías		5							NO		Introducir código válido					
9 Costo / distancia		5														
Densidad				67		0		30		0		0		0		0

Fuente: Elaboración propia

En la elaboración de la matriz Se consideraron los criterios de evaluación seleccionados sujetos a cambio dependiendo la necesidad de la planta.

Para la fase de selección de proveedores se planteó una matriz conectada mediante hipervínculos y macros en el software Excel, donde la caracterización y parámetros pueden variar dependiendo los intereses de la empresa, están la ponderación por peso de cada criterio la cual es definida por el empresario y cada uno de ellos se evalúa de acuerdo a estándares previos o de acuerdo a la necesidad del cliente, con este mecanismo se puede evaluar la eficiencia, calidad y garantías de los proveedores.

6.1.4. Producción

Concentración de frutas en almíbar

Es relevante señalar que las frutas destinadas a la conservación en almíbar no deben presentar un grado excesivo de maduración. Es posible la utilización de las mismas en su forma entera en el caso de que posean un tamaño reducido, o bien, fragmentadas en distintas partes, como trozos, cubos, rodajas y otros. El material vegetal objeto de estudio presenta, en la mayoría de los casos, una desintegración o descascaramiento de la estructura, seguido de la eliminación de las semillas presentes, en caso de que estas existan. [46]

El envasado de frutas puede realizarse en dos modalidades: frescas o previamente cocinadas, en función de la textura de estas y de la necesidad de escaldarlas. Algunas de estas piezas se sumergen brevemente en el almíbar, que posteriormente les servirá de cobertura. Para la obtención de resultados óptimos, es imperativo realizar una selección meticulosa de la concentración inicial del almíbar, recomendándose aquellas con una consistencia mediana, con el propósito de alcanzar una concentración final que oscila entre el 20 y el 25 % de sacarosa. La condición de la fruta, en términos de su contenido de humedad, así como la proporción de fruta-almíbar en el envase seleccionado, son factores determinantes en este proceso. [46]

Para evitar el enturbiamiento del almíbar y la pérdida de textura del alimento, es crucial considerar la madurez de las frutas utilizadas y la duración del proceso de cocción durante su elaboración. [47]

Tabla 12 Materia prima para la elaboración de una conserva de chontaduro

Materia prima	Cantidad
Chontaduro	3kg
Azúcar	1.5 kg
Agua	2 litros
Añadido natural	3.1 litros
Sal	0.5 kg

Fuente: adaptado de [47]

6.1.5. Equipos

En el proceso de elaboración de chontaduro en almíbar es necesario contar con equipos que permitan mejorar la efectividad en la producción y así mismo obtener un sistema compacto y adaptable

- Marmita, proceso de pasteurización

 [48]	Olla a presión de función mediante la inyección de calor, aporta capacidad para simplificar y optimizar procesos de cocción, mezcla y almacenamiento a gran escala. [48] Características: Capacidad de 60 lt Cantidad real ingresada mp 55-58kg
--	---

- Mesa de trabajo en acero

 [49]	Mesa de acero inoxidable, capaz de soportar peso y resistir la corrosión, con el fin de ambientar y mejorar la asepsia de los espacios donde la materia prima tiene un contacto directo con las superficies. Características: Dimensiones de 1.80 x 80
---	--

- Autoclave



[50]

Es un sistema de esterilización de los productos ingresados mediante un calentamiento por inyección de vapor de más de 100 °C con el objetivo de disminuir la proliferación de virus, bacterias, hongos, se ejecuta mediante un sistema automatizado (PLC) que controla y monitoriza constantemente los parámetros de presión, temperatura, tiempo y F0. [50]

Características:
M1000 litros

- Caldero industrial



[51]

Herramienta con capacidad de 37 litros aproximadamente en material aluminio, materiales resistentes al fuego y emulsionantes para preservar los sabores

Características:

Material aluminio

Tamaño (capacidad) 37 litros

- Selladora semi automática

	Dispositivo con diseño compacto que brinda un sellado a velocidad con la dimensión deseada, elimina la
--	--

 [51]	interacción del aire entre el recipiente y el espacio exterior [51] Características: manual También llamada taponadora
---	---

- Canastillas (polietileno).

 [33]	Fabricada en polietileno de alta densidad (HDPE). Estructura sólida, refuerzos en las partes de más impacto como manijas y un centro doblemente reforzado que brinda mayor resistencia a cualquier tipo de carga. [49] Características: Peso 2-2,15kg Capacidad apilamiento 30-35kg
--	--

- Canastas de acero inoxidable

 [52]	Canastillas de acero inoxidable especializadas para soportar altas temperaturas. [52] Características: Distintos tamaños para apilar el chontaduro.
---	--

Mano de obra: la plata de procesamiento de chontaduro en almíbar cuenta con una plaza de 10 operarios capacitados, dentro de ellos se encuentra el jefe de producción y el número de personas en proceso varía de acuerdo a la cantidad de kilos a procesar.

Tabla 13 Características de empaque de conserva

Características	Vidrio 	Metal 
Inercia química	Alta: no reacciona con alimentos, incluso ácidos.	Moderada: puede reaccionar con alimentos ácidos si no está recubierto adecuadamente.
Hermeticidad	Excelente con tapas adecuadas, impide entrada de aire y humedad.	Excelente: cierres metálicos ofrecen sellado hermético.
Resistencia térmica	Alta: soporta esterilización y cambios de temperatura.	Alta: adecuado para procesos térmicos como esterilización.
Transparencia	Sí: permite ver el contenido.	No: opaco, no permite visualizar el contenido.
Durabilidad	Frágil: susceptible a roturas por impactos.	Alta: resistente a impactos y deformaciones.

Reciclabilidad	100% reciclable sin pérdida de calidad.	Alta: reciclable, aunque la calidad puede variar según el tipo de metal.
Peso	Pesado: puede dificultar el transporte.	Variable: el aluminio es ligero; el acero es más pesado.
Costo	Moderado a alto: producción y transporte más costosos.	Variable: el aluminio suele ser más económico; el acero puede ser más costoso.
Uso frecuente	Conservas caseras, mermeladas, salsas, bebidas.	Alimentos enlatados, bebidas, productos de larga duración.

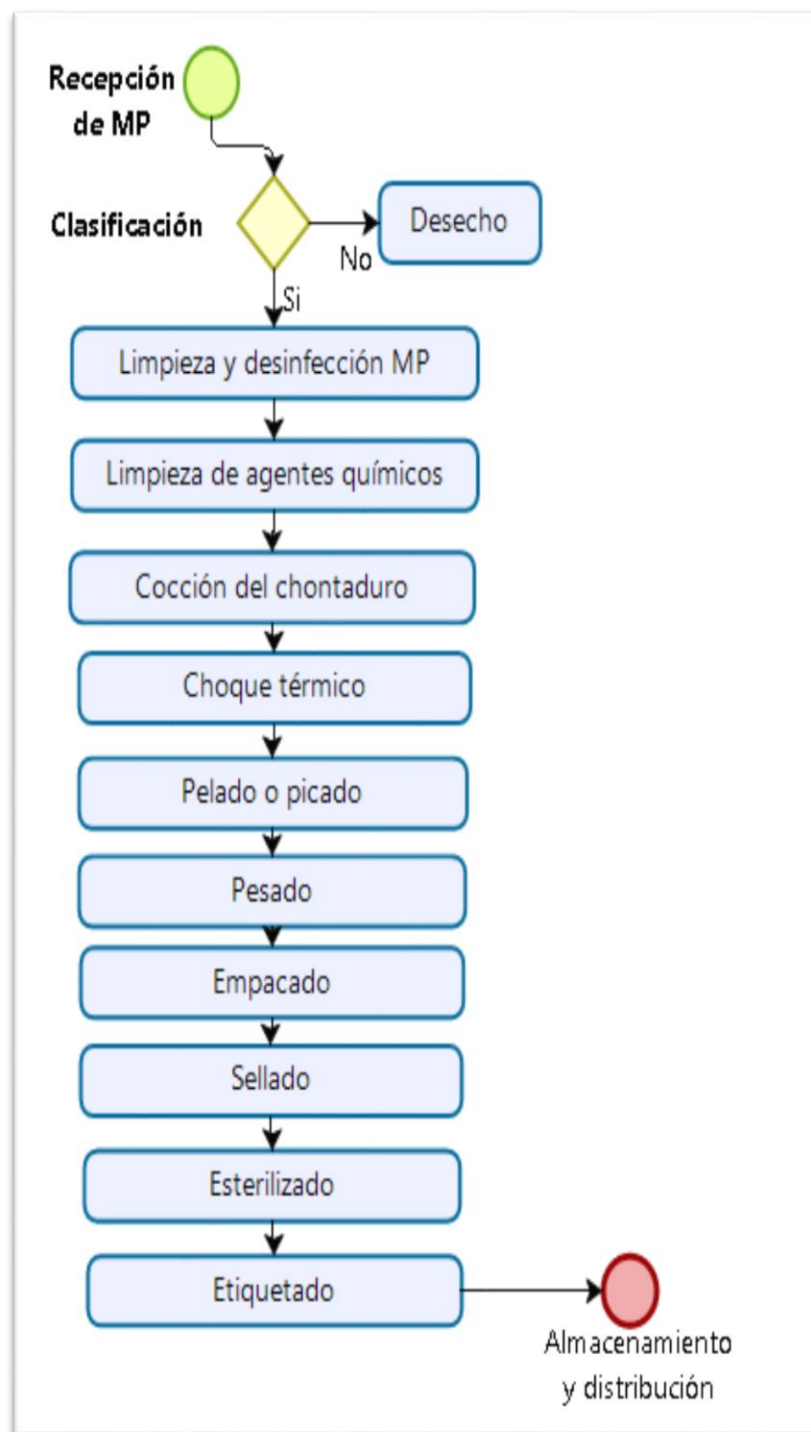
Fuente: Adaptado de [53] [46]

6.1.6. Metodología para la elaboración de chontaduro en almíbar

- Recepción de mp: en chontaduro se recibe en racimo, se verifica el kilaje y calidad organoléptica.
- Clasificación: selección y separación del producto en racimo, debido a que se debe separar por tamaños para determinar óptimos rendimientos posteriores, se retiran frutos dañados o que contengan presencia de alguna partícula extraña.
- Limpieza y desinfección: Lavar con abundante agua los frutos para retirar partículas y sumergirlos en una solución de hipoclorito durante cinco minutos.
- Limpieza de agentes químicos: consiste en un lavado profundo para retirar productos químicos del fruto.

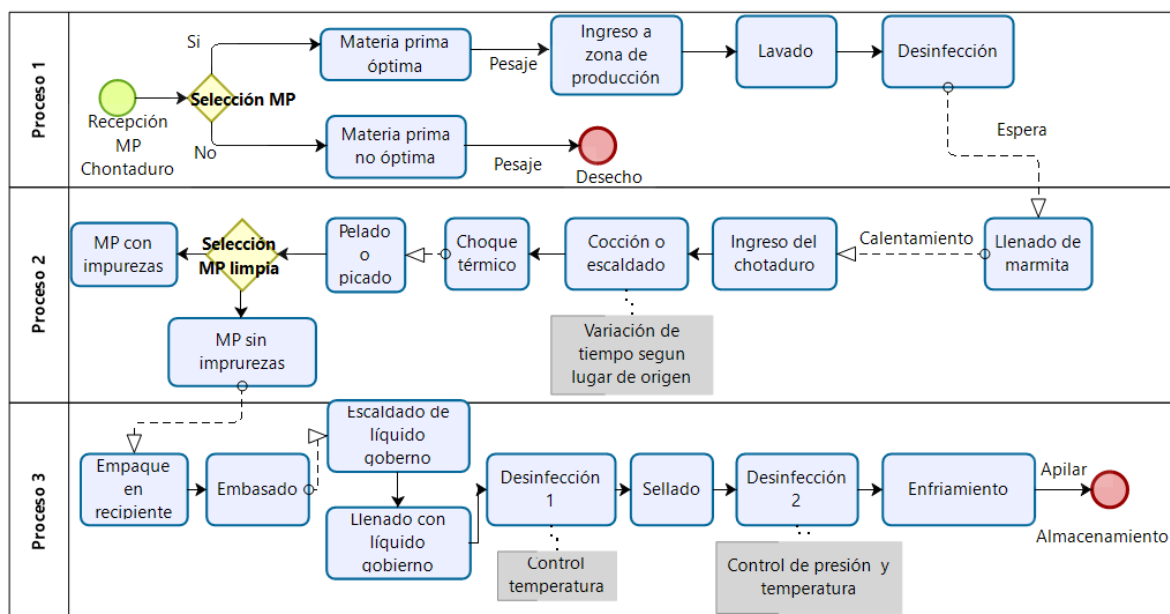
- Cocción: El fruto es ingresado a la marmita con agua es estado de ebullición, el tiempo depende de del lugar de origen del chontaduro.
- Choque térmico: en este proceso se realiza cuando el producto sale de cocción, se sumerge en agua a temperatura ambiente.
- Pelado o picado: retiro de cascara e imperfecciones.
- Pesado: cantidad de producto que sale del picado y se mide en kg.
- Empacado: el producto se dirige a la zona de la estufa para ser empacado en el envase con el líquido gobierno.
- Sellado: equipo especializado para colocar la tapa al recipiente.
- Esterilizado: se realiza en la autoclave mediante inyección de vapor.
- Etiquetado: se coloca etiqueta correspondiente con lote y fecha.
- Almacenamiento y distribución: el producto final es apilado en estibas con el fin de ser posteriormente distribuido al cliente final.

Figura 13 Diagrama de flujo para la elaboración de chontaduro en conserva



Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Etapas para la elaboración de chontaduro en conserva



Fuente: Elaboración propia

Los procesos de toma de datos en métodos y tiempos en la MiPymes con la capacidad instalada y los equipos anteriormente descritos, en una jornada se logra procesar aproximadamente 900 kilos de chontaduro en racimo. Para el rendimiento por persona se realiza toma de tiempos y se obtiene que para el caso del chontaduro en conserva sin cascara se tiene como promedio que una operaria pela 8,1kg de chontaduro en 1hr, adicional a lo anterior, debido a la inyección de vapor generada por la caldera los tiempos de cocción disminuye en un 40% aproximadamente, el proceso en la autoclave es variable, depende directamente al desarrollo de las actividades anteriores ya que debe de contener el lote requerido para el proceso de esterilización, este proceso de esterilizado podría tardar 2 hr aproximadamente.

Tabla 14 Medición de tiempos de pelado

Proceso pelado chontaduro							Promedio
Kilos/ persona procesados en 1 hora	7,55	8,23	7,35	8,5	8,54	8,3	8,1
Tiempo (hr) pelado de canastilla de 30kg	2:15	2:28	2:13	2:34	2:08	2:12	2:20

Fuente: Elaboración propia

6.2. Factores en la cadena de suministro del producto

6.2.1. Formulación estándar

En los procesos logísticos se incorporan diversidad de escenarios donde el producto inicial o materia prima se somete a una interacción con agentes que adecuan la estructura físico química para la eficaz obtención de producto terminado de calidad, en este contexto se hace necesario definir el sistema de gestión de inventarios que vaya de acuerdo a las propiedades organolépticas de la mp, así mismo identificando la cantidad de producción dependiendo de la demanda estimada con base a metodologías Push o Pull en la planificación agregada de la producción.

En relación a la producción se puede evidenciar que la participación del modelo involucra en gran medida la toma de decisiones, se evidencia en este caso el análisis de producción bajo el modelo Push, con supuestos iniciales relacionados al modelo para posteriormente analizar:

- La empresa produce chontaduro en conserva con base en una demanda estimada.

- El producto tiene una vida útil moderada (mayor que el chontaduro fresco).
- Se produce en lotes semanales o mensuales.
- Se tiene una capacidad limitada de almacenamiento.
- Hay un costo asociado al inventario no vendido.

Se plantea el modelo matemático:

Variables

- D_t : Demanda estimada en el periodo t (semanal o mensual)
- F_t : Cantidad a producir en el periodo t
- I_t : Inventario final del periodo t
- h : Costo de mantener inventario por unidad por periodo
- C_p : Costo de producción por unidad
- S : Capacidad máxima de almacenamiento (en unidades)
- I_t : Inventario inicial

Ecuaciones del modelo

Inventario:

$$I_t = I_{t-1} + F_t - D_t \quad \forall t$$

- Restricciones:
- $I_t \geq 0$ (no se permiten inventarios negativos)
- $I_t \leq s$ (capacidad máxima de almacenamiento)
- $F_t \geq 0$

Función objetivo

- Minimizar el costo total del sistema en un horizonte T de periodos:

$$\min \sum_{t=1}^T (C_p \cdot P_t + h \cdot I_t)$$

Características

Descripción de ventajas de implementar el sistema Push para el chontaduro en conserva:

- Permite aprovechar economías de escala en producción.
- Es adecuado si hay alta estacionalidad en la cosecha del chontaduro.
- Útil cuando la distribución requiere tener stock disponible rápidamente.

En la etapa productiva podrían presentarse ciertas desventajas como:

- Sobreproducción si la demanda real es menor que la estimada.
- Costos de inventario altos si hay baja rotación.
- Pérdida por caducidad si el producto no se vende a tiempo.

Análisis de PMP (Plan maestro de producción) con la final de lograr una aproximación a las necesidades de suministro de mp para continuar el flujo del proceso. Se toman para el ejercicio práctico valores ambiguos y referenciados con base a la bibliografía para realizar un aproximado en la cantidad que se debe producir, teniendo en cuenta el inventario disponible, cumpliendo con los pedidos y elaborando un modelo producto eficiente capaz de satisfacer la demanda sin generar retrasos.

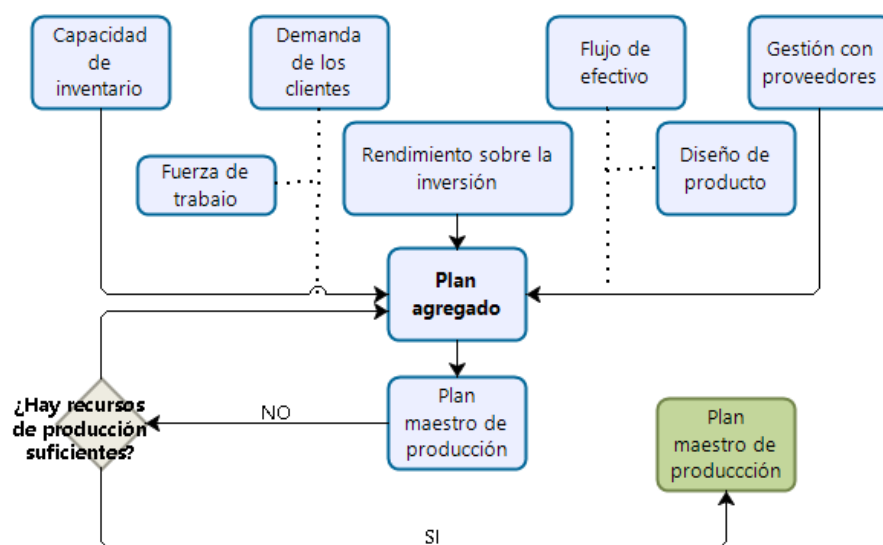
Tabla 15 Producción en semanas para satisfacer la demanda

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
INV INICIAL	1000	200	1200		
PRONOSTICO	2300	2300	400		
PEDIDOS	4800	3000	100		
INV FINAL	200	1200	800	0	0
PMP	4000	4000	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

El plan agregado de producción permite determinar los elementos necesarios para elaborar un control global de los procesos de fabricación, con ello anticiparse a la demanda de los clientes, cumpliendo con acuerdos fechas estipuladas para la entrega de pedidos [54]

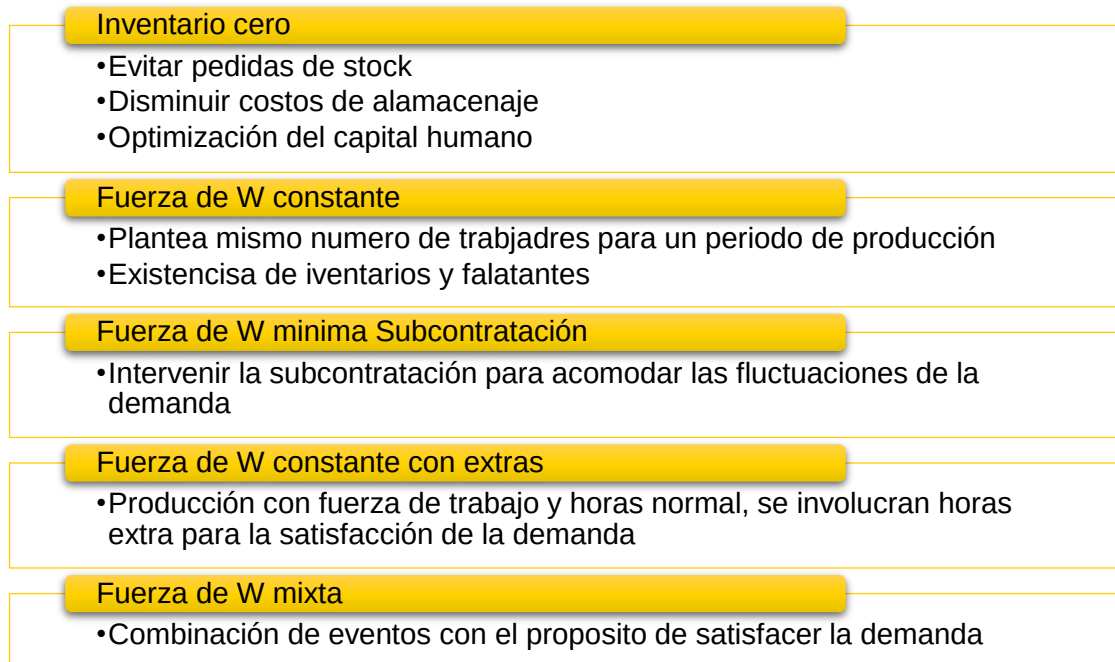
Figura 15 Diagrama de plan agregado de producción



Fuente: [55]

El análisis en producción mediante este mecanismo de control, se puede elaborar mediante cuatro tipos de inventarios que están relacionados entre sí, de esta manera se elabora un diagrama analizando las siguientes características:

Figura 16 Tipos y características para la elaboración de inventarios



Fuente: Adaptado de: [55]

Planeación de requerimiento de material y manejo de inventarios identifica los procesos involucrados en la gestión de la producción, cumplimiento de demandas requeridas por los clientes. La planeación agregada permite visionar y analizar eventos de la producción los cuales se deben desarrollar en un tiempo estipulado, la función principal consiste en especificar la composición óptima de la tasa de producción en tiempo, contar con la fuerza de trabajo necesaria, ejecutando así los procesos productivos a un mínimo costo. Para llevar a cabo un plan de producción optimizado es necesario:

- Conocer el mercado con ello se obtiene información en comportamiento de ventas, así mismo elaborar planes estratégicos
- Analizar las estrategias de entrega para obtener fidelización y destacar ante sistemas de empresas que trabajan por órdenes de trabajo
- Utilizar al máximo la capacidad instalada y prever los niveles de inventario por periodos.
- Optimizar niveles de producción consigo establecer mano de obra óptima.

6.2.2. ESTRATEGIA DE FUERZA DE TRABAJO VARIADA (producción exacta)

Consiste en la elaboración de una serie de pasos con el fin de alcanzar la producción requerida con mano de obra variable dependiendo la cantidad demanda. La aplicación de esta estrategia reduce el costo de mantenimiento de las existencias y es dependiente del rendimiento de la mano de obra, donde no se cuenta con todas las garantías.

Tabla 16 Fuerza de trabajo variado

Fuerza de trabajo variada										
Costo de plan 1 = Costo de contratar + costo de despedir + costo del tiempo normal de trabajo										
PLAN PRODUCCIÓN 1: PRODUCCIÓN EXACTA, VARIAR LA FUERZA DE TRABAJO										
MES	Producción requerida	Horas de producción necesarias	Días de trabajo por mes	Horas mensuales por trabajador	Trabajadores requeridos	Nuevos trabajadores contratados	Costo de contratación	Trabajadores despedidos	Costo de despido	Costo de tiempo normal
Enero										
febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio										
Agosto										
Septiembre										
Octubre										
Noviembre										
Diciembre										

Fuente Elaboración propia

6.2.3. ESTRATEGIA DE FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE, VARIACION DE INVENTARIOS

El rendimiento óptimo de la mano de obra constante, genera altos niveles de eficiencia, la implementación de esta estrategia permite un uso estabilizado de mano de obra y la eficiencia del uso de la capacidad instalada.

Tabla 17 Fuerza de trabajo constante

Fuerza de trabajo constante												
Costo de plan 2 = Costo de escasez+ costo de inventario + costo del tiempo normal de trabajo												
PLAN PRODUCCIÓN 2: FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE, VARIA INVENTARIO E INEXISTENCIAS												
MES	Inventario inicial	Días de trabajo por mes	Horas de producción disponibles	Producción real	Pronóstico de la demanda	Inventario final	Unidades faltantes	Costo de escasez	Stock de seguridad	Exceso de unidades	Costo de inventario	Costo del tiempo normal
Enero												
febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre												
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. ESTRATEGIA DE FUERZA DE TABAJO CONSTATE (Subcontratación)

En esta estrategia se relacionan las contrataciones y despidos con la subcontratación, con el objetivo de adaptación a fluctuaciones de demanda. La relación de proveedor con el sistema productivo es dispersa, no se tiene con control o relacionamiento directo.

Tabla 18 Fuerza de trabajo constante, subcontratación

Fuerza de trabajo constante, subcontratación							
Costo de plan 3 = Costo de subcontratación + costo del tiempo normal de trabajo							
PLAN PRODUCCIÓN 3: FUERZA DE TRABAJO BAJA CONSTANTE, SUBCONTRATACIÓN							
MES	Requisitos de producción	Días de trabajo por mes	Horas de producción disponibles	Producción real	Unidades subcontratadas	Costo de la subcontratada	Costo del tiempo normal
Enero							
febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. ESTRATEGIA FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE, HORAS EXTRAS

Se planifica una producción con fuerza de trabajo constante en un tiempo predeterminado, satisfaciendo la demanda en tiempo acordado, de esta forma si es necesario se llevarán a cabo horas extra.

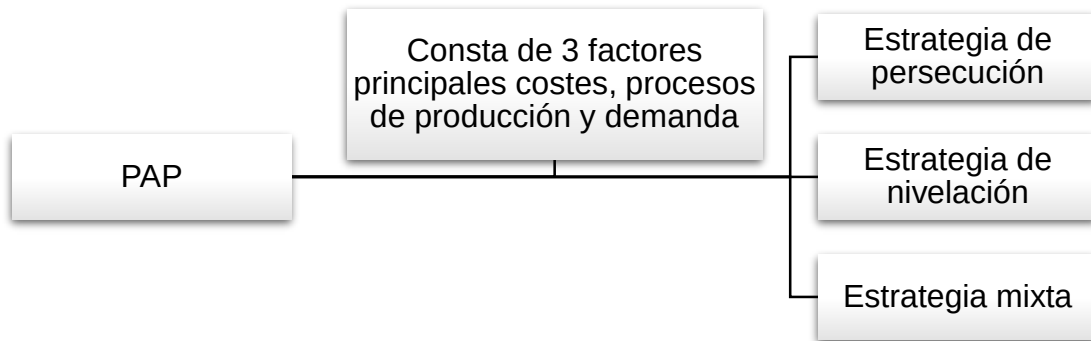
Tabla 19 Fuerza de trabajo constante, horas extra

Fuerza de trabajo constante, horas extras												
Costo de plan 4 = Costo de horas extras+ costo de inventarios + costo del tiempo normal de trabajo												
PLAN PRODUCCIÓN 4: FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE, TIEMPO EXTRAORDINARIO												
MES	Inventario inicial	Días de trabajo por mes	Horas de producción disponibles	Producción del turno normal	Pronóstico de la demanda	Unidades disponibles antes de las horas	Unidades equivalentes a las horas	Costo de las horas extras	Stock de seguridad	Exceso de unidades	Costo de inventario	Costo del tiempo normal
Enero												
febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre												
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												

Fuente: Elaboración propia

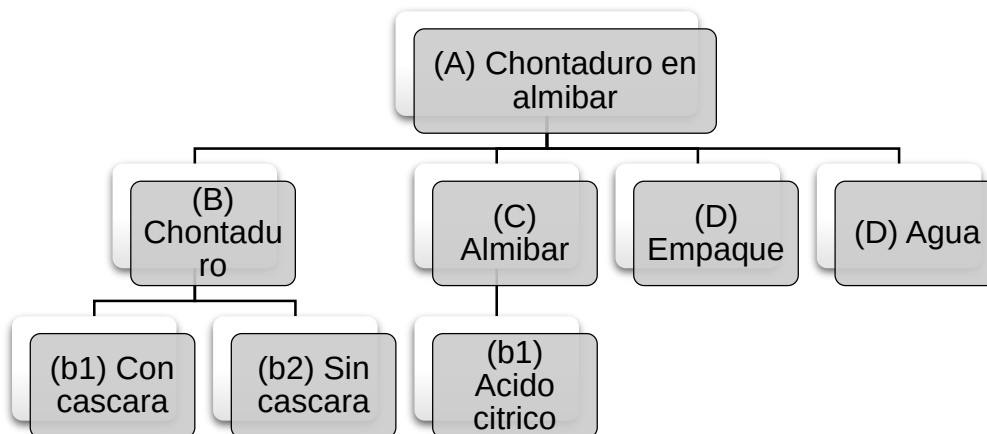
6.3. Planteamiento de propuesta de mejora

Figura 17 Estrategias del plan agregado de producción.



Fuente: Adaptado de [55]

Figura 18 PRM para la conserva de chontaduro

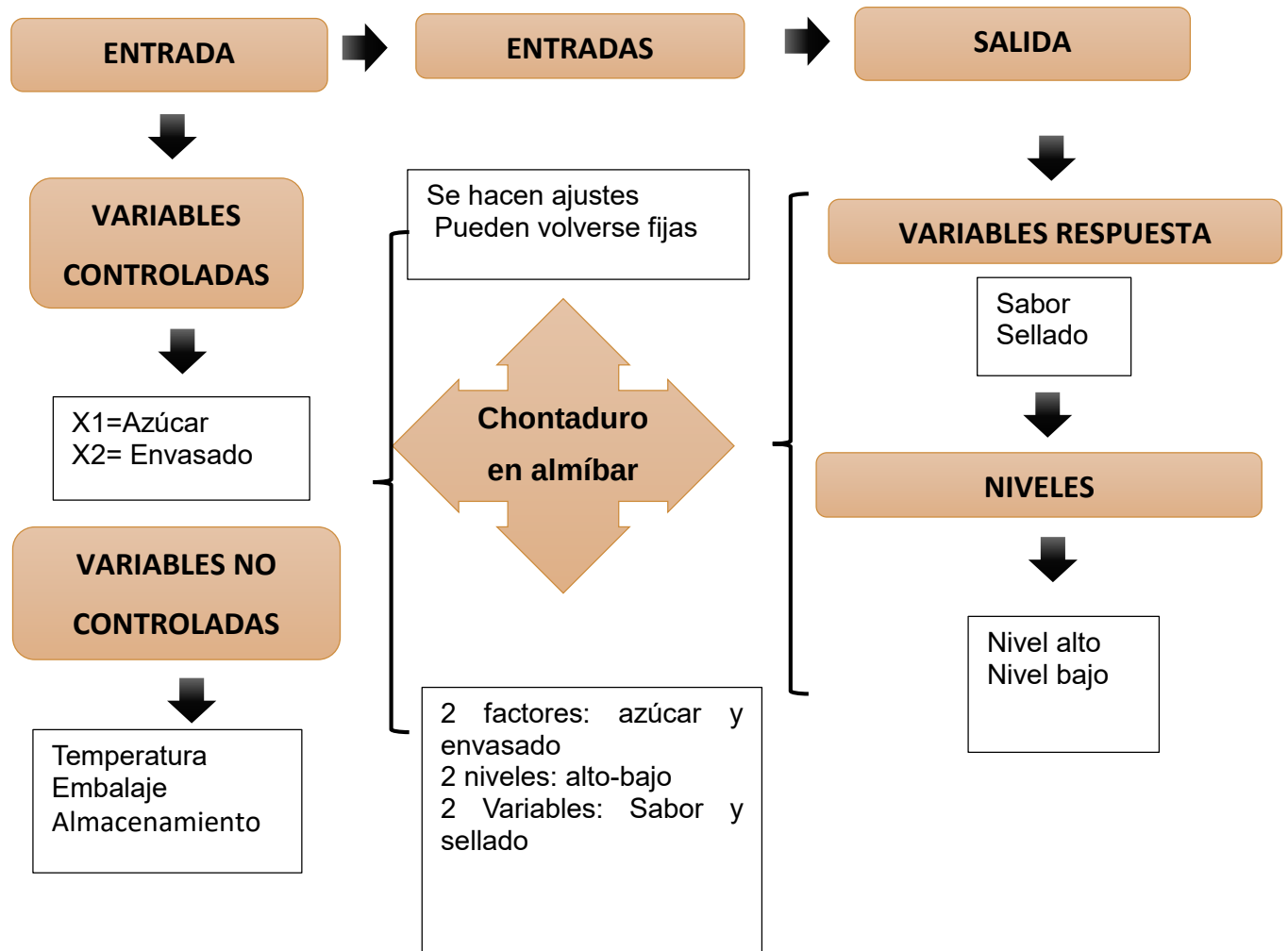


Fuente: Elaboración propia

Para generar un análisis de las distintas variables asociadas o vinculadas en el proceso productivo, se relacionan los procesos de entrada y salida.

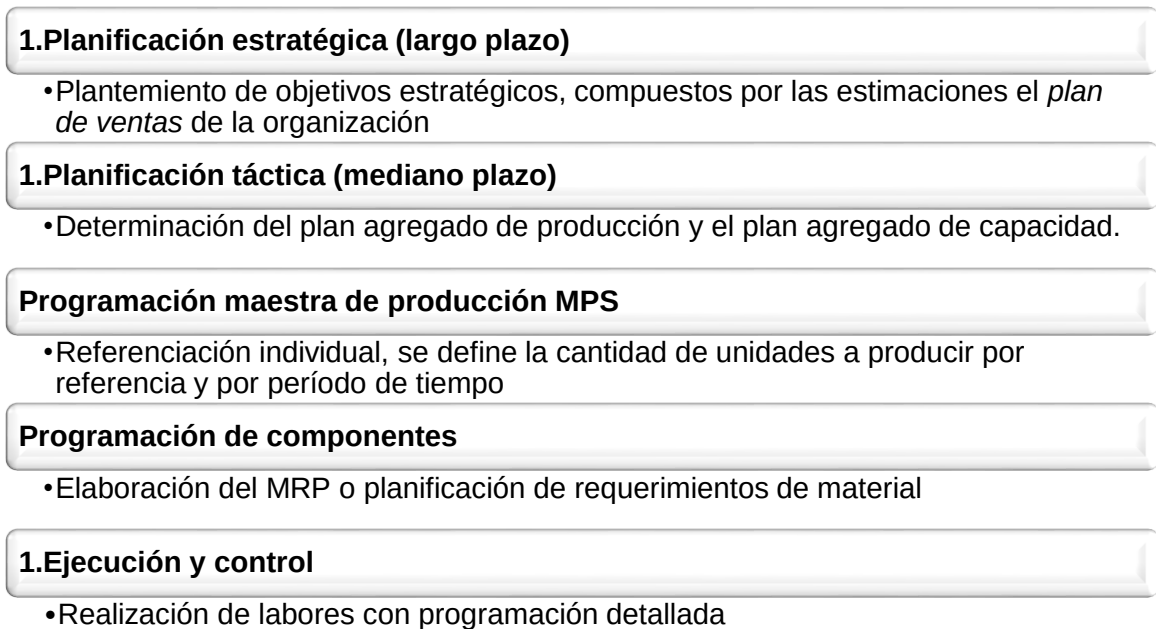
6.3.1. Modelado del sistema

Figura 19 Diseño de entradas y salidas con variables controlables y no controlables



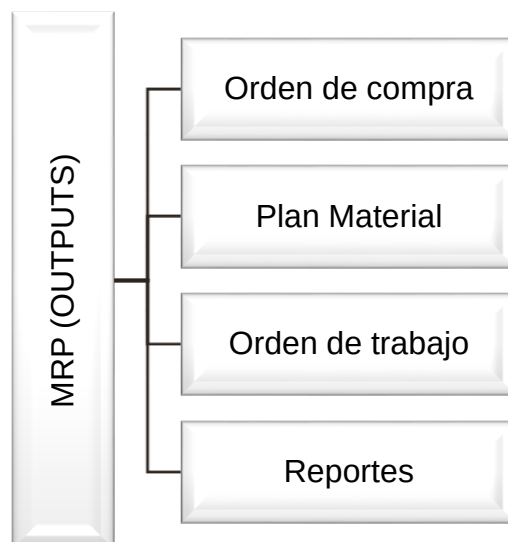
Fuente: Adaptado de [56]

Figura 20 Proceso jerárquico de la planeación de la producción



Fuente: Adaptado de [56]

Figura 21 Estructura MRP (OUTPUTS)

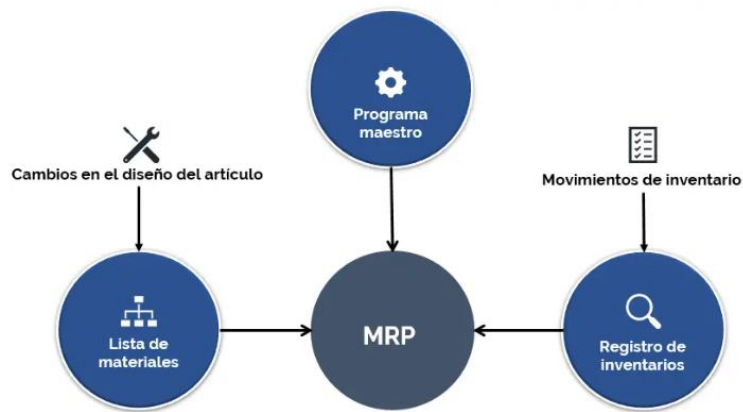


Fuente: Elaboración propia

MRP

Identifica los elementos padre y elementos hijo del sistema producto del chontaduro en almíbar, determinado así las priorizaciones en almacenamiento, mejorando transporte e identificando materias primas inmediatas a monto de la elaboración del producto terminado.

Figura 22 Inputs de producción



Fuente: Adaptado de [55]

Modelado de sistemas de indicadores logísticos en la producción de chontaduro en almíbar. Para que el proceso de producción sea llevado a cabo con eficiencia y bajo requerimientos que reflejen un resultado optimo

Tabla 20 Control de inventario

Registro del inventario	
Inventario disponible	Materiales y equipos disponibles para usar
Stock o inventario de seguridad	Cantidad minoritaria que una empresa tiene de materia prima en caso de presentarse carencia temporal.

Lead time	Tiempo de ciclo, desde que se realiza la orden de pedido hasta que llega
Recepciones programadas	Pedidos solicitados con anterioridad con entrega programada.
Estrategias de control de inventario	
Lote a lote	Control en la gestión del inventario mediante la técnica de producir la cantidad exacta de un producto para satisfacer la demanda [57]
Tamaño de lote fijo	Correspondiente a la cantidad de productos individuales que se fabrican de manera contemporánea sin interrupción [58]
Mínimo coste total $CT = CF + CV$	Es utilizado para evaluar el costo variable total en función de la producción de cada producto. El costo total de producción se calcula sumando los costos fijos y los costos variables. [59]
Mínimo coste unitario (MCU) $CU = \frac{mp + mod + ci}{N^{\circ} \text{ und prod}}$	Relaciona una estrategia que medite descuentos y mecanismos, se determina la cantidad de un pedido para reducir los costos por unidad. Se suman todos los costos de producción, como los costos fijos, variables y de gastos de administración y ventas, se divide el costo total de producción entre el número de bienes producidos [60]
Lote económico (EOQ) $Q = EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * CF}{P * h}}$	Es un modelo de gestión de inventarios que busca determinar la cantidad optima de unidades que se deben pedir o producir para minimizar los costos totales de inventario. [61]
Cantidad periódica de pedido (POQ) $POQ = (D * T) / Q$	Sistema de gestión que es utilizados en un intervalo de tiempo durante el cual se mantiene un nivel de inventario determinado antes de realizar un nuevo pedido para reponer el stock. [62]

Fuente: Adaptado de [63]

Tabla 21 Normatividad vigente para la comercialización de conserva de chontaduro

Categoría	Requisito / Norma	Referencia Legal
1. Etiquetado General	- Nombre del producto: Debe reflejar la verdadera naturaleza del alimento - Lista de ingredientes: En orden decreciente de peso. - Contenido neto y peso escurrido: Expresado en unidades del Sistema Internacional. - Nombre y dirección del fabricante, envasador o importador. - Identificación del lote: Con la palabra "Lote" o la letra "L". - Fecha de vencimiento y/o duración mínima: En formato día/mes/año - Instrucciones de conservación y uso. - Número de registro sanitario, permiso o notificación sanitaria.	Resolución 5109 de 2005, artículos 5.1 al 5.8. [64]
2. Información Nutricional	- Declaración nutricional: Obligatoria si se hacen declaraciones nutricionales o de salud en la etiqueta - Tabla nutricional: Debe incluir información sobre energía, proteínas, grasas, carbohidratos, sodio, entre otros nutrientes.	Resolución 333 de 2011. [65]
3. Conservación del Producto	Procesamiento térmico: Las hortalizas en conserva deben ser tratadas térmicamente de manera apropiada antes o después de ser cerradas herméticamente para evitar su alteración.	Resolución 2155 de 2012, artículos 4 y 5. [66]

	▪ Medio de cobertura: Puede ser agua, salmuera, vinagre, aceite, jugos o almíbares, según el tipo de conserva. ▪ Condiciones de almacenamiento: Las conservas deben mantenerse en condiciones que aseguren su estabilidad a temperatura ambiente.	
4. Aditivos y Contaminantes	▪ Aditivos permitidos: Solo se pueden utilizar aditivos alimentarios aprobados por la Comisión del Codex Alimentarius y establecidos en la norma general para los aditivos alimentarios de Codex. ▪ Límites de contaminantes: Por ejemplo, plomo (0,10 mg/kg), arsénico (1 mg/kg), cadmio (0,05 mg/kg), estaño (100 mg/kg).	Resolución 2155 de 2012, artículos 6 y 8. [66]
5. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	▪ Requisitos de producción: Las actividades de procesamiento, envase y almacenamiento deben cumplir con las BPM estipuladas en el Decreto 3075 de 1997, específicamente en los Capítulos I al VII.	Resolución 2155 de 2012, artículo 4. [66]

Fuente: Adaptado de: [64] [65] [66]

Tabla 22 Indicadores propuestos para el análisis del modelo logístico

Categoría	Indicador	Fórmula o descripción
Aprovisionamiento	Lead time de suministro	Días entre orden y entrega de materia prima
Aprovisionamiento	Índice de cumplimiento de proveedores	% de entregas a tiempo y en condiciones acordadas
Aprovisionamiento	Costo de adquisición por unidad	Costo total / Unidades adquiridas
Inventarios	Rotación de inventario	Costo de ventas / Inventario promedio
Inventarios	Nivel de inventario de seguridad	Stock mínimo requerido para evitar rupturas
Inventarios	Días de inventario disponible (DIO)	Inventario actual / Costo diario de ventas
Producción	Eficiencia del proceso productivo	% de producción efectiva frente a la capacidad instalada
Producción	Rendimiento por lote	Kg de conserva / Kg de materia prima
Producción	Tasa de reprocesos o desperdicio	% de unidades defectuosas o reprocesadas
Almacenamiento	Costo de almacenamiento por unidad	Costo mensual de almacenamiento / Unidades almacenadas
Almacenamiento	Tiempo promedio en almacenamiento	Días promedio de almacenamiento por lote
Almacenamiento	Índice de exactitud del inventario	% de coincidencia entre inventario físico y registrado

Distribución	Índice de entregas perfectas	% de pedidos entregados completos y a tiempo
Distribución	Costo de distribución por unidad	Costo total de distribución / Unidades entregadas
Distribución	Tiempo promedio de entrega al cliente	Días entre despacho y recepción por el cliente
Servicio al Cliente	Nivel de satisfacción del cliente	Encuestas o Net Promoter Score (NPS)
Logística inversa	Tasa de reclamos logísticos	% de entregas con reclamos o devoluciones

Fuente: Adaptado de [67] [68]

6.3.2. Modelo de transporte

En Colombia la normatividad vigente para el transporte de alimentos es regida principalmente por el Ministerio de Salud y Protección Social, se establecen requisitos para el personal, vehículos, y las condiciones higiénicas que se debe cumplir para garantizar la seguridad alimentaria. [69]

Tabla 23 Normativa transporte de alimentos

NORMATIVIDAD	CARACTERISTICAS
Decreto 3075 de 1997	Regular la higiene y seguridad en la producción, procesamiento, transporte y comercialización de alimentos.
Resolución 2674 de 2013	Establece los requisitos para la certificación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción y transporte de alimentos.

Resolución 3168 de 2015	Regula el transporte de alimentos perecederos y no perecederos
Decreto 60 de 2002	Regula la seguridad alimentaria y establece los requisitos para la manipulación y transporte de alimentos.
ASPECTOS GENERALES DE LA NORMATIVIDAD	
• Higiene y limpieza de vehículos y contenedores • Control de temperatura y humedad durante el transporte • Identificación y etiquetado de productos • Capacitación del personal • Registro y documentación de la trazabilidad de los alimentos	

Fuente: Adaptado de [69]

Para la elaboración del modelo de transporte se determina inicialmente los centros de producción hasta los lugares de distribución, teniendo en cuenta el costo que incide en el precio de venta.

Inicialmente para el desarrollo del modelo se consideran los costos unitarios de transporte desde cada planta a cada centro de distribución, como objetivo se espera minimizar los costos asociados con el transporte.

Las variables decisión corresponden a X_{ij} indica el número de bienes que serán transportados del origen i al destino j . así mismo C_{ij} corresponden a los costos por unidad trasladada del origen i al destino j , con ello la función que representa los costos de transporte de todas las unidades era calculado con la suma del producto del costo unitario por el número de unidades transportadas desde cada uno de los orígenes a cada uno de los destinos, esto es:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Las restricciones asociadas con el modelo:

La oferta de cada una de las fuentes.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

La demanda de cada uno de los centros de distribución:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Para el modelo matemático se integra un equilibrio entre la oferta y la demanda, condición matemática representada:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

En caso contrario se deberá asumir un origen artificial, el cual producir la cantidad de bienes restantes para cubrir la demanda faltante, si es mayor la oferta, se agregará un destino artificial que acoja el excedente de la oferta, en cualquiera de los casos los costos asociados corresponden a cero.

Condiciones de no negatividad

$$X_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Finalmente, el modelo de transporte en su forma general se puede escribir:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

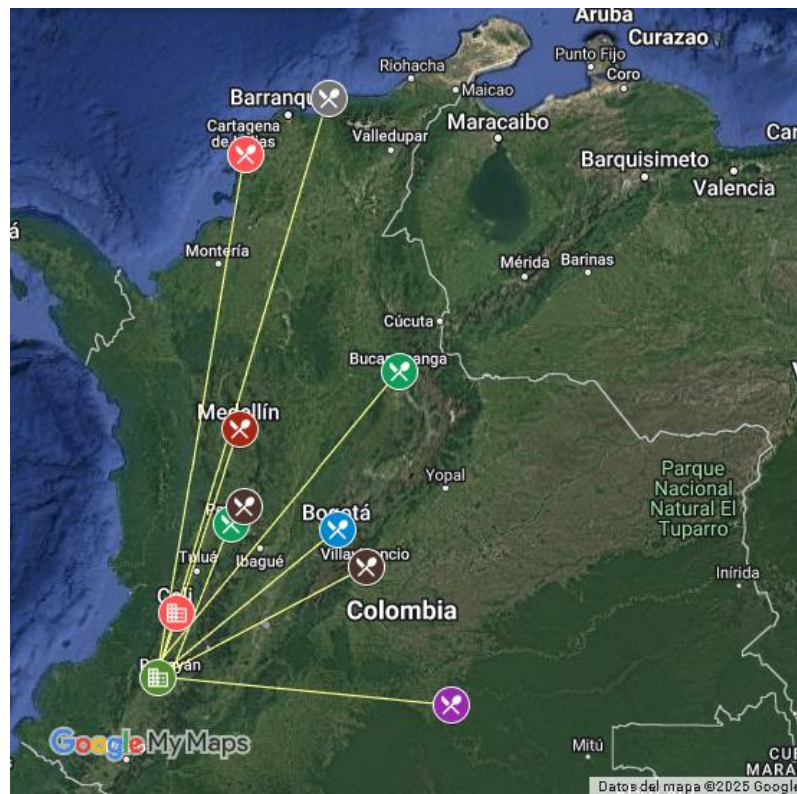
$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} > 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Para el modelo de transporte se toma como orígenes 2 puntos estratégicos los cuales son Timbío y San Joaquín, con el objetivo de distribuir el producto en la cadena HORECA integrada preliminarmente por 10 clientes potenciales.

Figura 23 Distribución clientes



Fuente: Elaborado a partir de Google Maps [70]

Como se evidencia el modelo de transporte utilizado se realiza mediante método de trasbordo debido a que el producto se acoge en ciudades estratégicas para ser distribuido por todo el país.

Figura 24 Medio de transporte



Fuente. Elaboración propia

Se plantea para el caso de estudio modelo de transporte por demanda de tipo y producto y modelo de trasbordo, cada alternativa es elaborada bajo datos estimados y referenciados por la bibliografía, está sujeta a cambio es la data por parte de la MiPymes para la obtención de datos exactos relacionados con producción y costos reales reservados.

Figura 25 Modelo de transporte por tipo de producto

	Plantas	Capacidad	Mercados	Demanda
Con cáscara	El Tambo (750)	4000	Pereira Manizales Medellín Bogotá	5000
Sin Cáscara	Cali (600)	5000	Villavicencio Bucaramanga Santa Marta Cartagena Barranquilla Guaviare	6000

Ciudad de abastecimiento	Costos de transporte de las ciudades demandadas(\$)										Capacidad mensual	Costos fijos
	Pereira	Manizales	Medellín	Bogotá	Villavicencio	Bucaramanga	Santa Marta	Cartagena	Barranquilla	Guaviare		
El Tambo	30719	131912	101942	311680	321460	298469	298469	298469	298469	298469	1500	8000000
Cali	180887	229370	146993	189965	229373	192079	192079	192079	192079	192079	540	7000000
Demanda mensual	200	250	170	340	200	100	210	240	170	160		

2040
2040

VARIABLES DE DECISION											
Region asignacion de la produccion (millones) / clientes											
	Pereira	Manizales	Medellín	Bogotá	Villavicencio	Bucaramanga	Santa Marta	Cartagena	Barranquilla	Guaviare	
El Tambo	200	250	170	340	200	100	80	0	0	0	1340
Cali	0	0	0	0	0	0	130	240	170	160	540
SUMA	200	250	170	340	200	100	210	240	170	160	
Demanda mensual	200	250	170	340	200	100	210	240	170	160	

RESTRICCIONES

RESTRICCIONES DE CAPACIDAD DE PROVEEDORES

Región de la oferta	Exceso de capacidad
El Tambo	2008660
Cali	290900

RESTRICCIONES DE DEMANDA

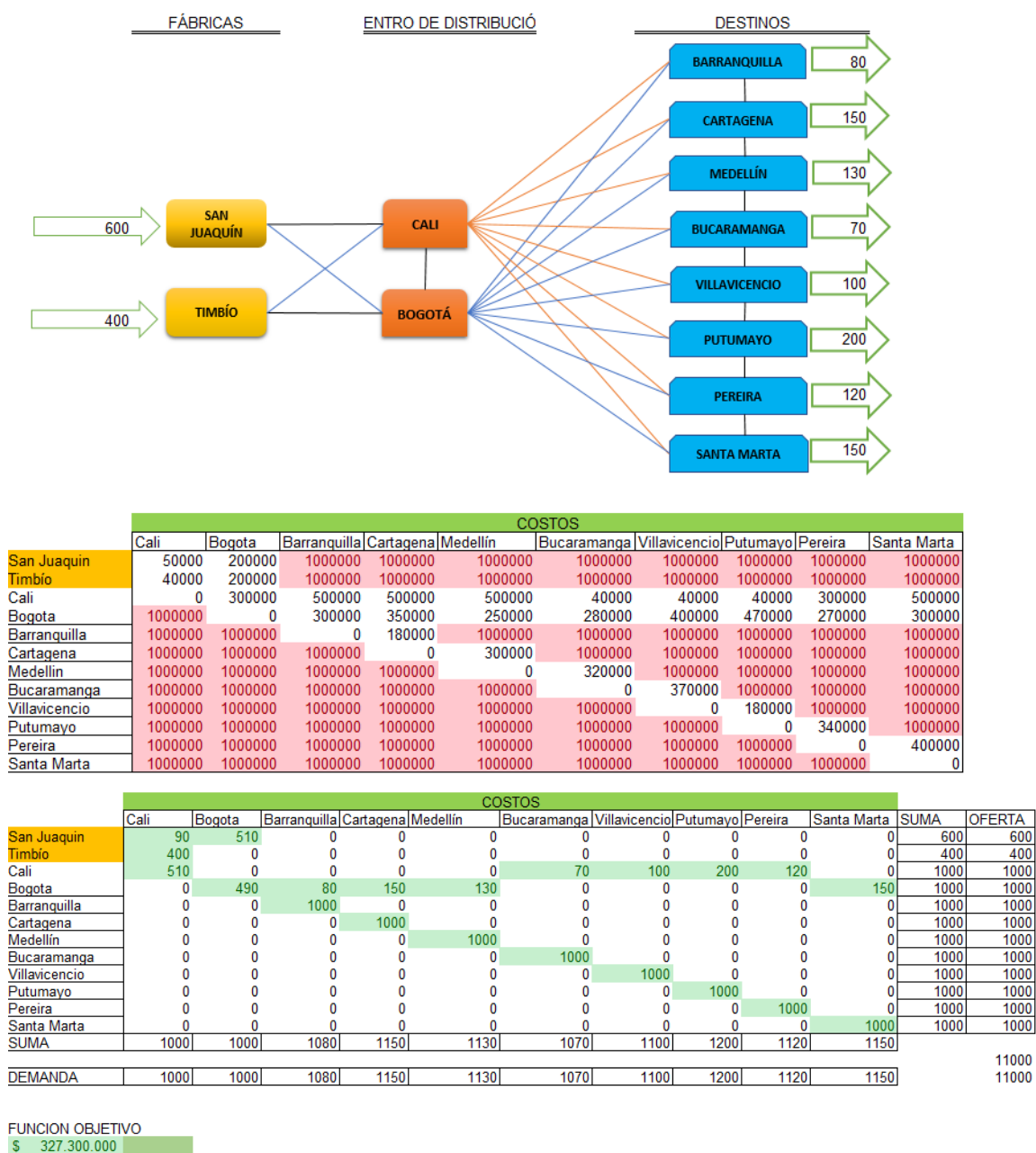
Determina la demanda no satisfecha

Pereira	Manizales	Medellín	Bogotá	Villavicencio	Bucaramanga	Santa Marta	Cartagena	Barranquilla	Guaviare
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUNCION OBJETIVO	
COSTO MIN Z	\$ 414.894.860

Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Modelo de transporte con transbordo



Fuente: Elaboración propia

6.3.3. Logística inversa

Para el diseño del modelo de logística inversa se propone:

Recuperar, reutilizar y reciclar los subproductos y residuos generados en la cadena de suministro del chontaduro.

- Gestionar adecuadamente los productos no conformes, vencidos o retornados por los clientes
- Integrar la información de los procesos de devolución al sistema de trazabilidad para mejorar la toma de decisiones.

En el planeta la extensa distribución de actividades antropogénicas como el uso de fertilizantes, uso de aguas residuales, emisiones industriales, disposición de residuos no reutilizables, provocan una alteración al sistema natural. En la transformación de materias primas se hace uso de distintas herramientas y recursos, los cuales si no se realiza una adecuada disposición final y uso podrían ser foco elevado de contaminación. En la actualidad la gran mayoría de empaques para líquidos son plásticos lo que según estadísticas corresponde a un crecimiento desmedido de residuos en más de 155% según la proyección para el año 2024.

Figura 27 Estado del mundo con plásticos



Fuente: [71]

La contaminación del ecosistema por **emisiones de gases efecto invernadero** para el 2023, alcanzó un récord de 36.800 millones de toneladas, un aumento respecto al año anterior de 11,1%, esto como resultado al uso continuo de combustibles fósiles como gas, petróleo y carbón [72]. Añadido a lo anterior la ONU advirtió que es ineludible que las emisiones deben disminuir, puesto que países como China e India hacen parte de los promotores con un constituyente de 30% de participación mundial en emisiones globales [72]. Asimismo, se debe tener en cuenta la **contaminación de aire**, ya que como resultado de las inadecuadas prácticas, la contaminación atmosférica repercute a 9 millones de muertes al año nivel mundial, afectado a niños de bajo rango de edad en lugares como África, Asia

y América Latina [73]. La contaminación más desmesurada es la generada por los **polímeros** de millones de años en descomponerse como lo es el plástico, en la actualidad se producen más de 400 millones de toneladas de plástico de las cuales menos del 10% se reciclan. [73] De forma similar el suelo está siendo afectado por la contaminación de metales pesados, estudios revelan que entre el 14% y el 17% de las tierras cultivables a nivel mundial están contaminados con metales pesados como arsénico, cadmio y plomo, esto afecta directamente a la seguridad alimentaria salud pública de más de 1.400 millones de personas [74]

Figura 28 Cambio climático

El reparto de la contribución al cambio climático

Emissiones de gases de efecto invernadero globales por sectores (2016)

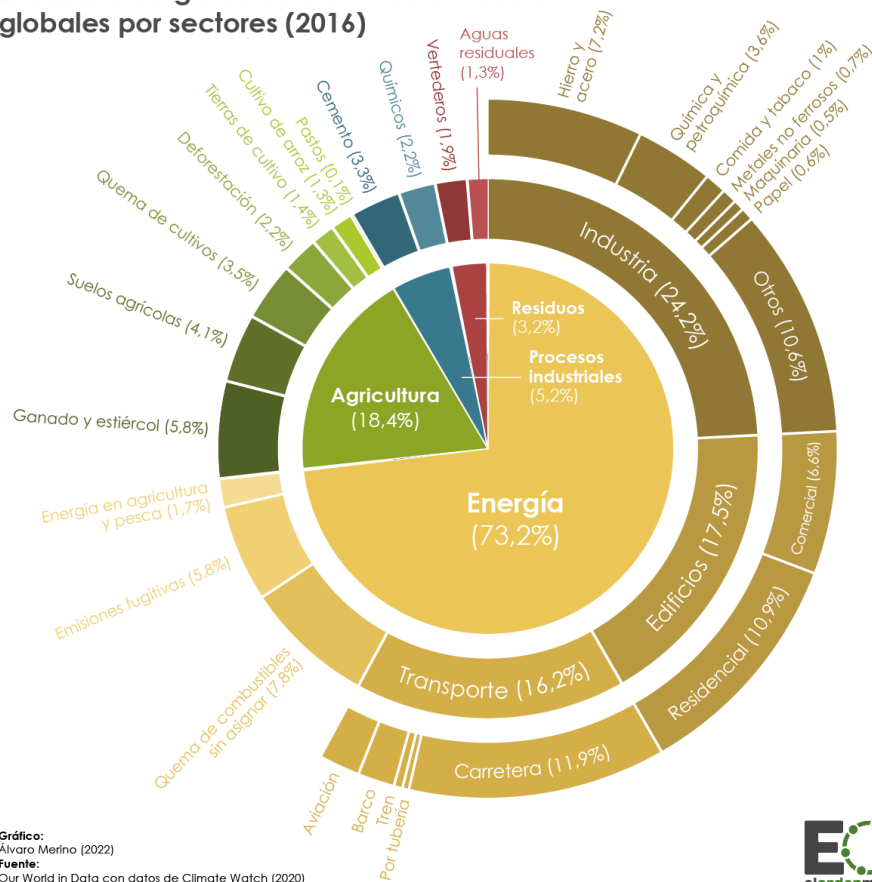


Gráfico:
Álvaro Merino (2022)
Fuentes:
Our World in Data con datos de Climate Watch (2020)



Fuente: [75]

La industria alimentaria, incluida la producción de conservas, contribuye significativamente a estos problemas ambientales. Desde el uso de envases plásticos de un solo uso hasta la generación de residuos orgánicos y emisiones durante el transporte, cada etapa del ciclo de vida del producto tiene un impacto ambiental. Implementar un modelo de logística inversa para el chontaduro no solo reduce estos impactos, sino que también promueve una economía circular y sostenible.

En las empresas transformadoras de materias primas uno de los recursos más utilizado e indispensable es el agua, en promedio el flujo del líquido vital debe de ser continuo en toda la etapa productiva, es usado en el caso de la elaboración del chontaduro en conserva al momento de recibir el producto, de la cocción, en la desinfección e incluso el líquido gobierno donde se conserva el fruto lleva en gran concentración agua, por ende se analizan los procesos , se toma en cuenta tanto recursos utilizados y desperdicios por etapas productivas para la elaboración del modelo de logística inversa del chontaduro *Bactris gasipaes* en conserva que permita recuperar, reutilizar, reciclar o desechar de manera responsable los materiales y subproductos generados a lo largo del ciclo de vida, para ello se propone diseñar un sistema sostenible para el retorno de envases, aprovechamiento de residuos orgánicos y reutilización o reciclaje de materiales en la cadena de distribución del chontaduro en conserva.

1. Componentes de la Cadena de Suministro Directa

Antes de plantear la logística inversa, es clave conocer la cadena directa:

- Productores (cultivo del chontaduro)
- Planta de procesamiento (cocción, conservación en salmuera o almíbar, envasado)
- Distribuidores mayoristas
- Minoristas y puntos de venta (supermercados, tiendas locales, ferias)

- Consumidor final

2. Elementos a Recuperar

Elemento	Tipo	Potencial uso en logística inversa
Frascos o latas (vidrio/metal/plástico)	Inorgánico	Reutilización o reciclaje
Tapa metálica o plástica	Inorgánico	Reciclaje
Etiquetas	Inorgánico	Desecho controlado
Pulpa no utilizada / sobrantes	Orgánico	Compostaje o biogás
Agua de conservación (salmuera o almíbar)	Orgánico/Líquido	Tratamiento o uso en compostaje líquido

3. Diseño del Sistema de Logística Inversa

Recolección Posconsumo

- **Puntos de Retorno:** establecer contenedores en puntos de venta o con aliados comunitarios para recolectar frascos y residuos.
- **Incentivos al Consumidor:** descuentos por devolución de envases, campañas ecológicas, fidelización.

Clasificación y Limpieza

- Centros de acopio donde se separan los frascos reutilizables de los no reutilizables.
- Limpieza industrial de los frascos que cumplan los estándares.

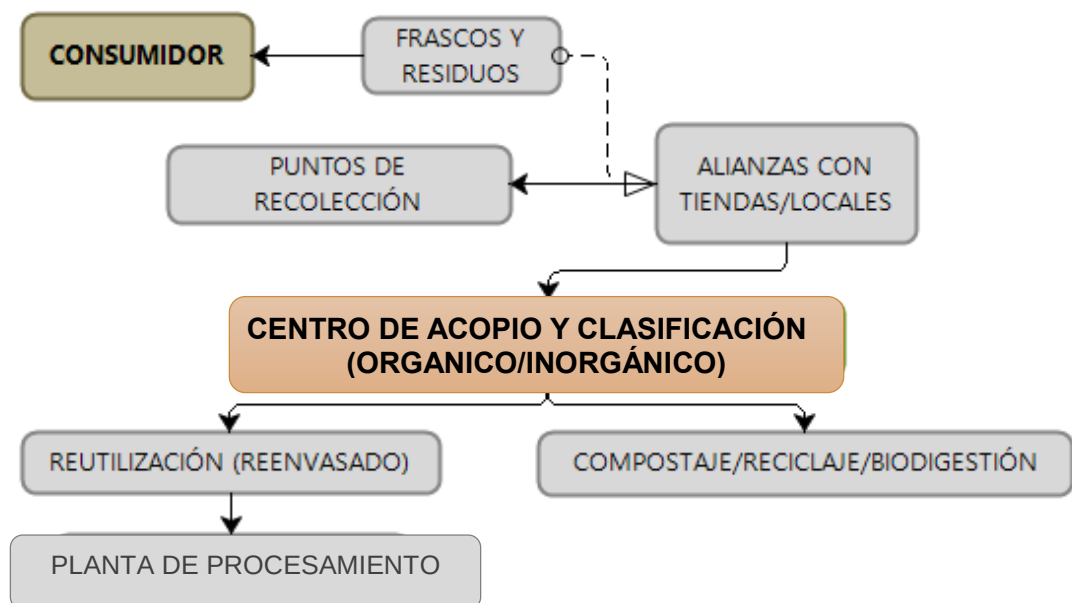
Reacondicionamiento o Reciclaje

- **Reutilización directa:** los frascos limpios pueden volver a la planta de envasado.
- **Reciclaje:** los materiales que no puedan reutilizarse se entregan a recicladores certificados.

Gestión de Residuos Orgánicos

- Pulpa no usada o agua de descarte: se puede usar para **compostaje**, **alimentación animal**, o como **insumo para biodigestores**.
- Desarrollo de productos secundarios como harina de chontaduro o extractos nutritivos.

4. Flujo General del Modelo



5. Tecnología de Apoyo

- Etiquetado inteligente (QR para trazabilidad del envase)
- Software de gestión de retornos y recompensas
- App móvil para ubicar puntos de retorno

- Implementar un sistema de tratamiento de aguas lluvias (opcional por presupuesto)

6. Indicadores

- % de envases retornados vs vendidos
- Reducción de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos
- Ahorro en compra de nuevos envases
- Participación ciudadana en el programa

Alternativas para la Disminución de la Contaminación en la Producción de Chontaduro en Conserva

• Reducción del Uso de Envases Plásticos

Alternativa 1: Uso de envases reutilizables o reciclables

Utilizar envases de vidrio o metal que puedan ser reciclados o reutilizados más fácilmente en lugar de plásticos de un solo uso. Las latas de metal o frascos de vidrio tienen una mayor vida útil y reciclaje más efectivo.

Fomentar la logística inversa para recuperar envases y darles una segunda vida, minimizando la generación de residuos plásticos.

Alternativa 2: Etiquetas ecológicas.

Cambiar las etiquetas plásticas por etiquetas de papel reciclable o compostable, reduciendo la contaminación.

• Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones de CO₂

Alternativa 1: Uso de energías renovables

Implementar energía solar o eólica en el proceso de conservación y envasado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂).

Mejorar la eficiencia energética de la planta de procesamiento mediante la modernización de maquinaria y la implementación de sistemas de gestión energética.

Alternativa 2: Optimización del proceso de cocción

Utilizar tecnologías de cocción de bajo consumo energético, como cocinas a vapor eficientes o hornos de conducción eléctrica que reduzcan el uso de combustibles fósiles y optimicen el tiempo de procesamiento.

- **Gestión de Residuos Orgánicos y Subproductos**

Alternativa 1: Compostaje y Biogás

Los residuos orgánicos generados durante el procesamiento del chontaduro, como cáscaras y pulpas no utilizadas, pueden ser compost para producir abonos naturales.

Además, los residuos orgánicos pueden ser utilizados para producir biogás, una fuente de energía renovable que podría alimentar parcialmente la planta de producción.

Alternativa 2: Alimentación animal.

Utilizar los residuos orgánicos, como la pulpa de chontaduro no procesada, como alimentación animal en granjas cercanas, reduciendo los desechos y generando un valor agregado.

- **Reducción del Uso de Agua**

Alternativa 1: Reciclaje del agua de la planta

Implementar sistemas de reciclaje de agua dentro de la planta, reutilizando el agua utilizada en los procesos de lavado o en la preparación del chontaduro para nuevas etapas del proceso.

Utilizar tecnologías de tratamiento de aguas lluvias (como filtros biológicos o sistemas de osmosis inversa) para purificar y reutilizar el agua.

Alternativa 2: Uso de sistemas de riego eficiente.

Para los cultivos de chontaduro, implementar sistemas de riego por goteo para reducir el consumo de agua y evitar el desperdicio.

- **Transporte y Logística Sostenible**

Alternativa 1: Transporte en vehículos eléctricos o híbridos.

Usar vehículos eléctricos o híbridos en la cadena de suministro para la distribución del chontaduro en conserva, reduciendo las emisiones de CO₂ y la huella de carbono del transporte.

Alternativa 2: Optimización de rutas

Utilizar software de gestión de rutas para optimizar la logística de distribución, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes.

- **Certificación Ecológica y Responsabilidad Social**

Alternativa 1: Certificaciones ecológicas.

Obtener certificaciones ecológicas (como ISO 14001 o Certificación Orgánica) que garanticen el compromiso con la sostenibilidad y la protección del medio ambiente durante el proceso de producción.

Alternativa 2: Programas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE)

Implementar programas de RSE enfocados en la educación ambiental, el apoyo a la comunidad local y el fomento de prácticas agrícolas sostenibles, como la producción de chontaduro orgánico.

- **Investigación y Desarrollo en Materiales y Procesos**

Alternativa 1: Desarrollo de materiales biodegradables.

Investigar y desarrollar nuevos materiales biodegradables para los envases de conserva, como bioplásticos hechos a partir de almidón o fibra de chontaduro, para minimizar el impacto ambiental.

Alternativa 2: Innovaciones en procesos de conservación

Invertir en nuevas técnicas de conservación, como el envasado al vacío o el uso de conservantes naturales, que permitan reducir el uso de productos químicos y mejorar la duración del producto sin generar impactos negativos en el medio ambiente.

El impacto en la adopción de estas alternativas no solo contribuirá a reducir la contaminación, sino que también puede tener otros beneficios:

- **Reducción de la huella de carbono:** La disminución de las emisiones de CO₂ a lo largo de la cadena de suministro.
- **Mayor eficiencia de recursos:** El uso optimizado del agua, energía y materiales reducirá costos operativos a largo plazo.
- **Valor agregado:** El enfoque en la sostenibilidad puede mejorar la imagen de la empresa, atrayendo consumidores conscientes y ampliando mercados ecológicos.
- **Cumplimiento normativo:** La implementación de prácticas sostenibles ayuda a cumplir con normativas ambientales cada vez más estrictas.

Tras el cumplimiento del sistema y adopción e implementación de las alternativas anteriormente expuesta la empresa se posicionará con altos estándares de Responsabilidad Social Empresarial RSE, innovación en el sistema productivo, generado valor agregado al producto y sobrepasando la competencia audaz dejando en evidencia el compromiso y la capacidad de adaptación al cambio, brindado así mismo a los clientes un contexto completo de la trazabilidad llevada a cabo para la producción de la conserva de chontaduro.

7. CONCLUSIONES

La producción de chontaduro en El Tambo es una actividad productiva con grandes potencialidades para el desarrollo del departamento, la empresa en el ejercicio de transformación de materias primas, es necesario realizar un análisis detallado de:

- El uso de herramientas logísticas en todo el proceso productivo ya que la data es manejada en forma de registros (tablas) en hojas de papel.
- El modelo de análisis de los procesos llevados a cabo en la cadena de suministro del chontaduro en almíbar permitió identificar ineficiencias, tiempos de entrega mediante el modelo de transporte y con ello disminución en costos de producción.
- El análisis realizado del modelo actual permite identificar los puntos críticos y brinda herramientas para mejorar el control productivo, obteniendo estadísticas exactas y permite la mejor comprensión de la data y análisis para la toma de decisiones.
- El modelo es flexible y está sujeto a la variación que se pueda presentar la demanda, costes de producción y transporte, cantidad de proveedores y la oferta en la cadena de suministro, adaptándose al cambio del mercado de manera asertiva y real

Por último, los hallazgos obtenidos en esta investigación permiten entender que el cultivo de chontaduro representa una actividad de gran importancia para la región, por su relevancia en fuente de ingresos locales y las actuales potencialidades para alcanzar mercados internacionales. Sumado a lo anterior, la generación de empleos que puede producir la consolidación de la cadena productiva en el municipio, además del valor cultural para la región, con un producto con altos niveles nutricionales, puede convertirse en un atractivo para el turismo rural y gastronómico del departamento. Por tanto, para potenciar el crecimiento del sector chontadurero, es fundamental fortalecer estrategias que promuevan la integrarse entre productores, garantizando así estabilidad y desarrollo de las comunidades dedicadas a este cultivo.

Los hallazgos refuerzan que el chontaduro es un cultivo con gran potencial, la falta de información actualizada y sistematizada sobre sus características agronómicas, su deficiente manejo integrado de plagas y enfermedades, y sus posibilidades de procesamiento industrial aún no aprovechado, limitan su desarrollo y aprovechamiento óptimo. Es fundamental invertir en investigación para generar conocimiento científico que permita tomar decisiones informadas y diseñar estrategias de producción más eficientes y sostenibles.

8. RECOMENDACIONES

Es fundamental impulsar programas de formación técnica, financiera y sobre el uso eficiente de los recursos. Estas acciones permitirán que los productores de chontaduro desarrollen todo su potencial productivo y, al mismo tiempo, contribuyan al crecimiento económico sostenible y estable de la región. Las capacitaciones deben complementarse con procesos de fortalecimiento social y organizativo, ya que, sin estos componentes, cualquier esfuerzo por consolidar una cadena productiva carecería de sostenibilidad a largo plazo.

Asimismo, se recomienda fomentar alianzas estratégicas con el sector turístico y gastronómico, aprovechando el creciente interés en estos ámbitos. Establecer vínculos con empresas turísticas y restaurantes permitirá posicionar al chontaduro como un producto de valor cultural y gastronómico, lo que facilitará su inserción en nuevos mercados, ampliará su alcance comercial y mejorará la rentabilidad del cultivo.

La empresa dentro del modelo producto por medio de la implementación de tecnologías como VPS, sistemas de control y monitoreo del producto, sensores de control, lavadora de productos, podría generar un impacto y mejoras considerablemente tiempos de producción, cuellos de botella y pérdidas por falta de un sistema riguroso de control, añadido a esto con la implementación de logística inversa y recuperación de recursos, aportaría significativamente al cuidado del medio y convertirse en vanguardia con RSE.

Por último, es aconsejable implementar programas permanentes de asistencia técnica en la región, que brinden acompañamiento a los productores en todas las etapas del proceso productivo, desde la siembra hasta la postcosecha. Esta estrategia no solo mejorará la eficiencia en la producción, sino también la calidad del fruto, lo que repercutirá positivamente en la competitividad del sector.

9. ANEXOS

Anexo 1 Encuentro con representantes de la MiPymes



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Planeación de estrategias a implementar en tecnologías 4.0



Anexo 3 Listado de asistencia

COLOMBIA VIDA		LISTADO DE ASISTENCIA PROYECTO ORQUIDEAS Acciones para avanzar en la conectividad y formación agro digital 4.0 de las emprendedoras rurales del municipio del Tambo Cauca.						Ciencias
TEMA	Reunión de socialización y reconocimiento de emprendimiento							
RESPONSABLE	Gineth Magaly Perin R							
FECHA	DÍA	MES	AÑO	HORA	DURACIÓN			
LUGAR Y MUNICIPIO	Abrego Food SAS - TAMBO							
NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	INSTITUCIÓN/EMPRESA	CARGO	TELÉFONO	MARQUE "X" SI ES EGRESADO DE UNICOMFACAUCA	CORREO		
JUAN CARLOS AGUIRRE	79795303	UNICOMFACAUCA	Docente	3214615008		jneira@unicomfcauca		
Gineth Magaly Perin R	34323131	USPuestoydura		322619035		gmcros@gmail.com		
Pián Jordy Acosta Peixe	10292656	Abrego Foods SAS	Gerente	320998632		abregofoods@gmail.com		
Fernando Acosta Pérez	96319751	Capitauca	Directo	3204943426		fernando.acosta@capitauca.com		
Ivonne Cristina Talaga M	25708293	Abrego Foods SAS	Asistiva	3117567525		italaga@unicomfcauca.edu.co		
Isabel Arturo Idrobo	1002921823	Unifacauca	Jou-Ines	3168563427		isabelarturo@unicomfcauca.edu.co		
Observaciones:								

Autorizo que la información aquí suministrada sea tratada por las instituciones educativas involucradas ICESI y Unicomfcauca de

Anexo 4 Entrega de kits a productores y socialización de resultados del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Constancia de participación en congreso



Popayán, 06 de Diciembre de 2024



LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICOMFACAUCA
NIT. 817004535-0

Institución de carácter privado, de utilidad común, sin ánimo de lucro con personería jurídica reconocida mediante Resolución 597 de 2001 por el ministerio de Educación Nacional - MEN y con acreditación institucional de alta calidad mediante resolución 12513 del MEN en Colombia.

CERTIFICA QUE:

La señorita Isabel Hurtado Idrobo identificada con C.C. 1002921823 participó como Ponente en el **I Congreso Internacional en Ingeniería: Diseño de Futuros**, realizado los días 13, 14 y 15 de Noviembre de 2024, con el trabajo titulado "*Design of a traceability management model for the chontaduro supply chain at ABREGO FOOD SAS*", presentado satisfactoriamente el día 13 de noviembre a las 3:40 pm, en la sala temática 1.

Para constancia se firma en Popayán, a los 06 días del mes de diciembre de 2024.

Atentamente,

Firmado
digitalmente por
Victoria Eugenia
Patiño Arenas
Fecha: 2024.12.06
13:57:35 -05'00'

Victoria Eugenia Patiño Arenas - MSc
Vicerrectora de investigación y Extensión
Corporación Universitaria Comfacaucá - Unicomfacaucá

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. A. d. I. Torre, D. P. Aguiar y A. P. Rodriguez, «Logistics management system for service processes,» *scielo*, 2021.
- [2] R. H. Ballou, Logística Administración de la cadena de suministro, 2004: PEARSON.
- [3] M. CHRISTOPHER, Logistics & Supply Chain Management, PEARSON, 2016.
- [4] J. T. Mentzer, W. DeWitt, J. S. Keebler, S. Min, N. W. Nix y Z. G. Zacharia, «DEFINING SUPPLYCHAIN MANAGEMENT,» *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, vol. 22, nº 2, 2001.
- [5] P. R. Alcocer-Quinteros y J. A. Knudsen-González, «The integral performance of logistics processes in a supply chain,» *Scielo*, 2019.
- [6] J. A. Daza, J. L. Rodriguez y S. A. Mosquera, «PHYSIOLOGICAL, TEXTURAL AND PHYSICOCHEMICAL CHANGES OF PEACH PALM VARIETIES (*Bactris gasipaes*) DURING POSTHARVEST,» *CYT BIA*, 2015.
- [7] N. Nutz y M. Sievers, «GUÍA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE CADENAS DE VALOR,» ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE TRABAJO, 2017.
- [8] M. M. H. Ramirez y J. A. O. Castro, «Perspective of traceability in the food supply chain: An Approach from System Dynamics,» *Vol. 19, No. 2, pp. 63–84*, 2014.

- [9] ANALDEX, «Informe del Índice de Desempeño Logístico (LPI) 2023 Banco Mundial,» [En línea]. Available: <https://analdex.org/2023/04/28/informe-del-indice-de-desempeno-logistico-lpi-2023-banco-mundial/>.
- [10] Y. E. Rivademneira, «Criterior para manejo de cosecha y pos cosecha de chontaduro,» *CORPOICA*, 2021.
- [11] Minagricultura, «Evaluaciones Agropecuarias Municipales,» 2016. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.agronet.gov.co/Documents/CHONTADURO2016.pdf>.
- [12] ArteFacto, «El chontaduro: un fruto marginal con un gran potencial en el comercio internacional,» *Universidad Santo Tomas*, Vols. %1 de %2ISSN 2619-421X , 2020.
- [13] D. A. N. d. E. (DANE), «Participación porcentual del PIB por departamento - año 2022,» 2022. [En línea]. Available: <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=4c59d1bf2d704a619724720b4fdaf488>.
- [14] P. P. CAÑON, «ESTRATEGIAS DE DESARROLLO LOCAL PARA LA TRANSFORMACION Y COMERCIALIZACIÓN A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL DEL CHONTADURO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE,» *FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES*, 2021.
- [15] dtyt, « El chontaduro, una fuente alimenticia desconocida de alto valor nutricional,» 2010. [En línea]. Available: [https://www.dicyt.com/noticias/el-chontaduro-una-fuente-alimenticia-desconocida-de-alto-valor-nutricional#:~:text=Otros%20de%20los%20resultados%20arrojados,\)%2C%20una%20poderosa%20mol%3%A9cula%20antioxidante..](https://www.dicyt.com/noticias/el-chontaduro-una-fuente-alimenticia-desconocida-de-alto-valor-nutricional#:~:text=Otros%20de%20los%20resultados%20arrojados,)%2C%20una%20poderosa%20mol%3%A9cula%20antioxidante..)

- [16] Picoloro, «Chontaduro, fruto de cualquier palma,» 2022. [En línea]. Available: <https://picoloro.co/chontaduro-bactris-gasipaes-cali-colombia/>.
- [17] AGROSAVIA, «Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de chontaduro,» AGROSAVIA, 2019.
- [18] R. U. t. Sea, Tecnología del procesamiento de alimentos: Principios y práctica, (2.^a ed.), 2009.
- [19] G. A. B. Villamil, «Characterization of the logistics network of the Colombian Rural Sector,» *Politécnico Grancolombiano*, 2020.
- [20] G. A. B. Villamil, «Characterization of the logistics network of the Colombian Rural Sector,» *Politécnico Grancolombiano, Bogotá D.C, Colombia*, 2020.
- [21] S. R. Vanegas, S. A. V. Lozano y A. M. F. Flórez, «ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES DESAFÍOS DEL SECTOR AGROPECUARIO COLOMBIANO PARA LA TRANSICIÓN A TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD DE LA INDUSTRIA 4.0.,» *Universidad Ean* , 2024.
- [22] M. d. A. y. Desarrollo, «El Plan Nacional de Agrologística,» 2020.
- [23] N. G. N. PÁEZ, M. S. MARTÍNEZ, D. A. P. FERNÁNDEZ y E. Y. LÓPEZ, «ESTUDIO DE CASO Y DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS SISTEMAS LOGÍSTICOS Y OPERACIONALES PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS PERECEDEROS EN LOS MUNICIPIOS DE FUENTE DE ORO (META) Y VIOTÁ (CUNDINAMARCA),» *UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA*, 2019.
- [24] S. M. Bárbara Schmidt, «Modelo Resiliente y Sostenible para Optimizar la Trazabilidad en la Cadena de Suministro de la Carne,» *SIIO Universidad Nacional del Sur - CONICET*, 2022.

- [25] H. P. Orozco y J. A. S. Dorado, «Propuesta de un diseño de distribución de un centro logístico frutícola para la zona franca agroindustrial en la Región Patía: caso Colombia,» *Publicaciones e investigación*, vol. 15, 2021.
- [26] B. C. V. Yanina y L. J. Galindo Huertas, «Diagnóstico de obstáculos y oportunidades en la importación de maquinaria y sus efectos en la competitividad, calidad e innovación en las PYMES agroindustriales en Colombia,» 2024.
- [27] X. C. Nieves, «Estudio de factibilidad para el fortalecimiento del sistema productivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el municipio de El Tambo, departamento de Cauca,» *Corporación Universitaria Minuto de Dios*, 2022.
- [28] FAO, «Conceptos básicos de trazabilidad en la producción de semillas para pequeños y medianos agricultores,» 2022. [En línea]. Available: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/37209>.
- [29] ar-racking, «Cadena de suministro o supply chain,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ar-racking.com/co/blog/cadena-de-suministro-o-supply-chain-que-es-y-caracteristicas/>.
- [30] RAE, «Proceso,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/proceso>.
- [31] INTEDYA, «Buenas Practicas de Manofactura,» [En línea]. Available: <https://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>.
- [32] M. L. B. C. E. C. F. A. Beluzzo, «“Diseño e implementación de un Sistema de Trazabilidad en un emprendimiento de viandas cocidas y congeladas de Córdoba”,» *FCM*, p. 148, 2017.

- [33] M. d. A. y. D. Sostenible, «SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/sistema-de-gestion-de-calidad/>.
- [34] A. m. d. E. T. Cauca, «Alcaldía municipal de El Tambo Cauca,» 30 01 2020. [En línea]. Available: <http://www.eltambo-cauca.gov.co/tema/municipio>. [Último acceso: 2025].
- [35] C. Check, «Los numeros de posconflicto,» 16 08 2019. [En línea]. Available: https://colombiacheck.com/especiales/numeros-del-posconflicto/historias/vias_terciarias_en_cauca.html. [Último acceso: 2025].
- [36] R. H. Sampieri, C. F. Collado y M. d. P. B. Lucio, Metodología de la investigación, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [37] N. K. Malhotra, Investigación de Mercados, MEXICO: PEARSON EDUCACIÓN, 2008.
- [38] S. Chopra y P. Meindl, ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO, PEARSON, 2016.
- [39] S. L. R. Mesa, L. M. López, D. S. Herrera y A. E. Restrepo, «Desigualdades en el consumo de alimentos en hogares colombianos: Resultados de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional,» *Hacia la promoción de la Salud*, vol. 26, nº 1, 01 01 2021.
- [40] I. o. i. s. b. e. f. s. c. e. e. r. d. y. m. a. q. p. i. s. r. l. p. c. d. o. Por otro lado, «Por otro lado, la observación indirecta se basa en fuentes secundarias como entrevistas, encuestas, registros documentales y material audiovisual, que proporcionan información sin requerir la presencia constante del observador,» 2011.

- [41] L. Felkl, «10 temas críticos en la SCM,» 29 07 2023. [En línea]. Available: https://www.supplychaindataanalytics.com/es/10-temas-criticos-en-la-scm/?utm_source=chatgpt.com.
- [42] 5. f. d. Porter, «Puntos críticos en la Cadena de suministro,» [En línea]. Available: https://5fuerzasdeporter.net/puntos-criticos-cadena-de-suministro/?utm_source=chatgpt.com.
- [43] uva, «Logistroca de aprovisionamiento y distribución,» [En línea]. Available: [://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://www5.uva.es/guia_docente/bac-kup/2013/445/41980/1/Documento13.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://www5.uva.es/guia_docente/bac-kup/2013/445/41980/1/Documento13.pdf). [Último acceso: 10 03 2024].
- [44] Rodriguez, W. Angie, P. Alejandro, G. Daianna, B. Mary y Leidy, «DIPLOMADO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Y LOGÍSTICA,» UNAD, 2019.
- [45] J. Aballay, «Modelo de Referencia de la Supply Chain SCOR,» 2015. [En línea].
- [46] A. F. SAS, «Abrego Foods SAS,» [En línea]. Available: <https://www.abregofoods.com.co/>.
- [47] J. J. E. Blandón y J. T. C. Solís, «ELABORACIÓN DE UNA CONSERVA DE CHONTADURO EN ALMÍBAR CON ALBAHACA,» CEAD , 2013.
- [48] G. ACURA, «Marmitas Industriales: Conoce el equipo que no puede faltar en la industria de alimentos,» 2023. [En línea].
- [49] C. y. estibas, «Canastilla Plástica Bultera Sellada,» [En línea]. Available: <https://www.canastillasyestibaspereira.com.co/producto/canastilla-plastica-bultera-sellada/>.

- [50] GAICTECH, «Autoclaves en la industria alimentaria,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.gaitech.com/blog/autoclaves-industria-alimentaria/>.
- [51] zonesun, «Selladora semiautomática de latas de plástico ZS-FK260 de 2 cabezales».
- [52] I. Group, «Autoclaves de gran capacidad serie SQ,» 2021. [En línea]. Available: <https://intekgroup.com.co/equipos-generales/autoclaves-de-gran-capacidad-serie-sq/>.
- [53] T. F. Tech, «Envases aptos para la elaboración de conservas,» [En línea]. Available: <https://www.terrafoodtech.com/envases-aptos-elaboracion-conservas/>.
- [54] Ricardo, «Qué es el Plan Agregado de Producción y cómo hacerlo,» *My gestión*, 2022.
- [55] I. Empresa, «Cómo hacer un plan maestro de producción (MPS),» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/>. [Último acceso: 2025].
- [56] E. Ingenio, «Planeación de la producción,» [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/planeacion-de-la-produccion/>.
- [57] C. group, «Tamaño de lote de producción: cómo calcularlo,» 2018. [En línea]. Available: [https://controlgroup.es/blog/tamano-lote-de-produccion-calcularlo#:~:text=Lote%20a%20Lote%20\(LxL\),sencilla%20de%20las%20que%20hay..](https://controlgroup.es/blog/tamano-lote-de-produccion-calcularlo#:~:text=Lote%20a%20Lote%20(LxL),sencilla%20de%20las%20que%20hay..)
- [58] ISAX, «Batch size,» [En línea]. Available: https://www-isax-com.translate.goog/en/about/glossary/batch-size-1/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=El%20tam

a%C3%B1o%20de%20un%20lote,producci%C3%B3n%20individual%20o%20producci%C3%B3n%20especial..

- [59] Indeed, «What Is Total Production Cost and Why Is it important?,» 2024. [En línea]. Available: <https://ca.indeed.com/career-advice/career-development/total-production-cost#:~:text=Total%20production%20cost%20is%20the,expenses%20that%20occur%20during%20production..>
- [60] L. Johnson, «EFEX,» [En línea]. Available: https://efex-vn.translate.google.com/en/blog/least-unit-cost?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge&_x_tr_hist=true.
- [61] M. Kuuse, «¿Qué es la cantidad económica de pedido (EOQ) y la fórmula EOQ?,» 13 02 2023. [En línea]. [Último acceso: 21 04 2025].
- [62] WordPress, «Control de inventarios,» 2025. [En línea]. Available: <https://controlinventarios.wordpress.com/2023/01/17/eoq-vs-poq/#:~:text=El%20EOQ%20se%20enfoca%20en,un%20ciclo%20de%20tiempo%20espec%C3%ADfico..>
- [63] D. F. Betancourt, «Cómo hacer un plan maestro de producción (MPS),» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/>.
- [64] JURISCOL, «RESOLUCIÓN 05109 DE 2005,» 2006. [En línea]. Available: <https://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/resolucion/30033974>.
- [65] M. D. L. P. SOCIAL, «RESOLUCIÓN NÚMERO 333 DE 2011,» 2011. [En línea]. Available: <chrome->

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.andi.com.co/Uploads/Res_333_de_feb_2011_Rotulado_nutricional.pdf.

- [66] M. d. P. Social, «RESOLUCION 2155 DE 2012,» 2012. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2155-de-2012.pdf.
- [67] S. Chopra y P. Meindl, Supply Chain Management, PEARSON, 2016.
- [68] P. R. Alcocer Quinteros y J. A. Knudsen González, «The integral performance of logistics processes in a supply chain,» *Scielo*, 2019.
- [69] MINSALUD, «GUIA DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PRA LA ACTIVIDAD DE TRANSPORTE,» 2017.
- [70] montoexpress, «montoexpress,» 2023. [En línea]. Available: <https://montoexpress.com/publicacion/acarreos-en-cali-2/>. [Último acceso: 2025].
- [71] M. F. Melo, «El mundo está inundado de residuos plásticos,» 05 06 24. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/grafico/30051/produccion-mundial-de-residuos-plasticos-por-tipo/>. [Último acceso: 19 04 2025].
- [72] R. C. INTERNACIONAL, «Las emisiones mundiales de CO2 por uso de combustibles fósiles alcanzarán un nivel récord en 2023,» 5 12 2023. [En línea]. Available: <https://actualidad.rt.com/actualidad/491196-emisiones-co2-fosiles-record-2023>. [Último acceso: 16 04 2025].
- [73] N. Unidas, «Organización de las naciones Unidas (ONU),» 19 06 2024. [En línea]. [Último acceso: 19 04 2025].
- [74] M. A. Criado, «El Pais,» 17 04 2025. [En línea]. Available: <https://elpais.com/ciencia/2025-04-17/la-sexta-parte-de-las-tierras-para->

cultivo-del-planeta-tiene-niveles-toxicos-de-uno-o-mas-metales.html?utm_source=chatgpt.com. [Último acceso: 19 04 2025].

- [75] J. L. Marín, «El Orden Mundial,» 2022. [En línea]. Available: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/sectores-que-mas-contaminan/>. [Último acceso: 19 04 2025].
- [76] G. Zengaro, «Diseño de un modelo de gestión de trazabilidad e inocuidad de ovoproductos,» *RDU*, 2015.
- [77] E. C. Sevilla, F. O. Berrocal y M. I. L. infante, «Introducción a la trazabilidad en la industria agroalimentaria,» *Instituto de investigación y Formación Agraria y Pesquera*, 2013.
- [78] A. J. V. V. J. O. R. S. S. V. V. M. Restrepo, «AGAP (Aplicación para la planeación y trazabilidad de proyectos agrícolas en Antioquia),» *Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM* , 2024.
- [79] L. Republica, «Instituto Nacional de Contadores Publicos de Colombia,» (DANE), Departamento Administrativo Nacional de Logistica, 2020. [En línea]. Available: <https://incp.org.co/dane-presenta-las-cifras-reales-del-campo-colombiano> .
- [80] M. Marin, «Diseño e implementación de un sistema de trazabilidad en la producción apícola.,» *CICYTAC*, 2014.
- [81] J. D. N. Manrique, «Informe del Índice de Desempeño Logístico (LPI) 2023 Banco Mundial,» *AnalDEX*, Banco Mundial, s.f.
- [82] N. P. S. JOHAN ESTEBAN FONSECA RAMIREZ, «SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA CADENA FRUTÍCOLA COLOMBIANA.,» *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*, p. 100, 2015.

- [83] T. T. M. ELIZABETH, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN UNA EMPRESA DE CULTIVO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE LA PARROQUIA CUNCHIBAMBA, CANTÓN AMBATO.,» *AMBATO - ECUADOR.* , 2022.
- [84] J. A. O. Castro, «Perspectiva de trazabilidad en la cadena de suministros de frutas: un enfoque desde la dinámica de sistemas,» *Academia*, 2014.
- [85] J. D. Borrero, «Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Bockchain,» 2019. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.95.13123>.
- [86] A. Ahmad, J. Ordoñez García, A. Alexopoulos, K. Koutras, A. Kalogeras, K. Stefanidis, P. Cartujo Cassinello, L. F. García del Moral Garrido y V. Martos Núñez, «Agricultura 4.0: Integrando Blockchain para una Producción Más Eficiente y Sostenible,» *Universidad de Granada*, 2024.
- [87] I. O. f. S. (ISO), «NORMAS ISO,» [En línea]. Available: <https://www.normas-iso.com/>.
- [88] SINGAL, «MARMITAS INDUSTRIALES,» [En línea]. Available: <https://grupozingal.co/categoria-producto/gastronomia/cocinas-industriales/marmitas-industriales/>.