

**Diseño de la cadena de valor del agronegocio del caucho natural en la subregión del
Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba**

Juan Camilo Berrocal de la Ossa

Luis Daniel Muñoz Padilla

Asesor

Gloria María Cifuentes Molano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente – ECAPMA

Maestría En Agronegocios

2025

Dedicatoria

Este proyecto de grado se dedica, en primer lugar, a Dios, quien ha sido fuente de sabiduría y fortaleza para alcanzar esta importante meta. También está dirigido a todas las personas que, con su confianza y apoyo, hicieron posible culminar este camino con éxito. Además, se dedica especialmente a aquellos estudiantes que, día tras día, se esfuerzan con dedicación para alcanzar sus objetivos académicos. A quienes sueñan en grande, les deseamos que sus metas se hagan realidad y que sus logros no solo impacten positivamente sus vidas personales y familiares, sino que también contribuyan al bienestar y progreso de la sociedad. Que su compromiso, ética profesional y espíritu emprendedor sean inspiración para las generaciones futuras.

Resumen

Esta investigación buscó diseñar la cadena de valor del agronegocio del caucho natural en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba, para enfrentar problemáticas de baja competitividad, informalidad y limitada infraestructura de procesamiento, que impiden aprovechar su potencial productivo.

Se adoptó un enfoque de investigación mixto, que combinó: 1) caracterización de actores mediante encuestas, entrevistas semiestructuradas y grupos focales; 2) análisis de la estructura del agronegocio aplicando el modelo CANVAS; y 3) evaluación de los procesos de suministro mediante simulación discreta con el software Simio para optimizar rutas logísticas.

Se identificó un potencial productivo significativo (proyección de 5,410 a 10,225 toneladas anuales al 2030), pero se evidenciaron brechas críticas en articulación de actores, infraestructura vial y de procesamiento. La simulación en Simio permitió identificar cuellos de botella en rutas de acopio y optimizar los tiempos de transporte. Se diseñó un modelo de cadena de valor basado en integración asociativa, procesamiento local y comercialización conjunta.

La competitividad del sector requiere fortalecer la gobernanza asociativa, invertir en infraestructura de transformación y optimizar la logística. La propuesta de valor presentada ofrece una hoja de ruta para incrementar los ingresos de los productores, sustituir cultivos ilícitos y posicionar a la región como un actor relevante en el mercado nacional del caucho.

Palabras clave: Cadena de suministro, Caucho natural, Productores de caucho, agronegocio, Logística, Propuesta de valor

Abstract

This research sought to design the natural rubber agribusiness value chain in the Bajo Cauca subregion of Antioquia and Southern Córdoba to address issues of low competitiveness, informality, and limited processing infrastructure, which prevent the country from leveraging its productive potential.

A mixed-method research approach was adopted, combining: 1) stakeholder profiling through surveys, semi-structured interviews, and focus groups; 2) analysis of the agribusiness structure using the CANVAS model; and 3) evaluation of supply processes through discrete simulation using Simio software to optimize logistics routes.

Significant production potential was identified (projected from 5,410 to 10,225 tons per year by 2030), but critical gaps were evident in stakeholder coordination, road infrastructure, and processing. The Simio simulation made it possible to identify bottlenecks on collection routes and optimize transportation times. A value chain model was designed based on associative integration, local processing, and joint marketing. The sector's competitiveness requires strengthening associative governance, investing in processing infrastructure, and optimizing logistics. The value proposition presented offers a roadmap to increase producer income, replace illicit crops, and position the region as a relevant player in the domestic rubber market.

Keywords: Supply chain, Natural rubber, Rubber producers, Agribusiness, Logistics, Value proposition

Tabla de contenido

Resumen	3
Introducción.....	11
Planteamiento del problema	13
Justificación	16
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos	19
Marco Teórico	20
Situación del Caucho Natural en Colombia.....	21
Potencial del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba	22
Tendencias y Proyecciones Hacia 2030.....	22
Marco Conceptual.....	24
Cadena de Valor.....	24
Producción Nacional.....	24
Comercio Internacional y Déficit Comercial	24
Estructura y Actores de la Cadena de Valor del Caucho Natural	25
Aspectos Ambientales, Sociales y Técnicos	25
Impacto Ambiental y Social	25
Presentaciones del Caucho Natural	26

Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	26
Modelos de Gestión de la Cadena de Suministro	27
Modelo SCOR.....	27
Modelo de Tres Estados.....	27
Modelo Knudsen.....	27
Metodología.....	28
Tipo de la Investigación.....	28
Diseño de Investigación.....	28
Procedimiento.....	30
Fase 1	30
Levantamiento y Validación de la Línea Base	30
Caracterización de Actores de la Cadena de Valor:.....	31
Fase 2	32
Diagnóstico de Brechas Productivas y Logísticas	33
Fase 3.	34
Proyección Estadística de Producción:	35
Resultados y Discusión.....	36
Caracterización los Actores de la Cadena de Suministro del Agronegocio de Caucho Natural.	36

Ruta 1 Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Santa Clara del municipio de Tarazá, Recorrido #1 Asociación ASCULTICAUCHO.	37
Ruta 2 Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Santa Clara del municipio de Tarazá, Recorrido #2 Asociación ASCULTICAUCHO	38
Ruta 3. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Manizales del municipio de Cáceres Asociación ASOCAUCE.....	38
Ruta 4. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Matanza del municipio del Bagre – Asociación ASOBOSQUES	39
Ruta 5. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda La Maturana del municipio de Zaragoza – Asociación ASOPROCAZA	39
Estructura del Modelo de CANVAS para el Agronegocio del Caucho en el Bajo Cauca.	40
Producción Potencial Proyectada (2025–2030).....	42
Costos de Producción e Inversión Estimados	43
Proyección Financiera e Indicadores de Rentabilidad	43
Tasa Interna de Retorno (TIR)	43
Conclusión.....	49
Recomendaciones	51
Referencias bibliográficas	52
Apéndice.....	58

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Comparativo de principales productores mundiales de caucho natural (2023)...</i>	20
Tabla 2 <i>Variables e indicadores de la investigación.....</i>	31
Tabla 3 <i>Asociaciones de productores de caucho del Bajo Cauca.....</i>	36
Tabla 4 <i>Tiempo en horas por recorrido para diferentes rutas, a través de 3 simulaciones</i>	45
Tabla 5 <i>Simulaciones de Barriles Producidos en las diferentes veredas con el software Simio.....</i>	46
Tabla 6 <i>Simulación de Barriles recogidos en los diferentes lugares</i>	47

Lista de Figuras

Figura 1 <i>rutas establecidas entre la planta rubbercorp s.a.s. y las diferentes veredas.</i>	37
Figura 2 <i>estructura del modelo de canvas para el agronegocio del caucho en el bajo cauca</i>	40
Figura 3 <i>proyección de producción potencia de caucho natural (2025 -2030).....</i>	42
Figura 4 <i>comparación entre producción potencial y producción efectiva ajustada.....</i>	44
Figura 5 <i>ubicación de asociaciones productoras, puntos de acopio y plantas de</i> <i>procesamiento en las rutas de recolección y transporte.....</i>	61

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Encuesta aplicada a productores de caucho natural.....</i>	58
Apéndice B <i>Entrevista semiestructurada para líderes y representantes legales de asociaciones de productores de caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba.....</i>	59
Apéndice C <i>Ubicación de asociaciones productoras, puntos de acopio y plantas de procesamiento en las rutas de recolección y transporte.....</i>	60

Introducción

El agronegocio del caucho natural (*Hevea brasiliensis*) constituye una oportunidad estratégica para el desarrollo económico, social y ambiental en regiones como el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba, donde las condiciones agroecológicas son altamente favorables para su cultivo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Sin embargo, su consolidación enfrenta desafíos estructurales que limitan la competitividad, tales como la fragmentación de la cadena de suministro, la insuficiente infraestructura para el procesamiento del látex, la escasa articulación entre actores y la baja adopción tecnológica ((Castellanos, Fonseca & Barón, 2009); Fedecauchero, 2024).

La relevancia de este sector radica en su triple impacto: económico, ambiental y social. Económicamente, el caucho natural puede convertirse en una fuente estable de ingresos para pequeños y medianos productores, contribuyendo a la diversificación productiva y a la reducción de la pobreza rural (Banco Mundial, 2023). Ambientalmente, su manejo sostenible favorece la conservación de suelos y bosques, la captura de carbono y el cumplimiento de los compromisos nacionales frente al cambio climático (IDEAM, 2024). Socialmente, ofrece una alternativa viable a cultivos ilícitos, fortaleciendo la seguridad alimentaria y promoviendo la estabilidad en territorios históricamente afectados por la violencia (PNUD Colombia, 2022).

A nivel internacional, de acuerdo con el International Rubber Study Group (IRSG, 2025), la producción mundial de caucho natural ha alcanzado niveles históricos, con Asia-Pacífico concentrando el 90% de la oferta global, liderada por Tailandia, Indonesia y Vietnam. Este contexto genera una fuerte competencia y eleva las exigencias de calidad, trazabilidad y sostenibilidad para acceder a mercados de alto valor. En contraste, Colombia presenta una balanza comercial deficitaria en el sector, con exportaciones cercanas a 15

millones de dólares e importaciones que superan los 38 millones de dólares anuales (Analdex, 2023). La producción nacional cubre solo el 20% de la demanda interna equivalente a 5 mil toneladas anuales, con Meta y Santander como principales productores, seguidos por el cordón cauchero–cacaotero de Antioquia y Córdoba (CCC, 2016; Fedecauchero, 2024).

Diversos estudios recientes coinciden en que la ausencia de estandarización en la calidad del látex, la limitada adopción de tecnologías de beneficio, la falta de redes logísticas eficientes y la baja inclusión financiera de los productores son factores que restringen el desarrollo del sector (Agrosavia, 2024; Torres et al., 2023). En este sentido, diseñar e implementar una cadena de valor eficiente, sostenible y adaptada a las condiciones regionales se convierte en una prioridad estratégica. Una cadena bien estructurada no solo optimiza procesos productivos y logísticos, sino que también fortalece la gobernanza y la articulación entre agricultores, transformadores y comercializadores, generando sinergias que potencian la competitividad y la resiliencia ante cambios en el mercado.

Por ello, la presente investigación busca contribuir al desarrollo del sector cauchero mediante el diseño de una cadena de valor específica para el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba, identificando cuellos de botella, oportunidades de mejora e intervenciones prioritarias. Los hallazgos pretenden servir como base para la formulación de políticas públicas, la atracción de inversión en infraestructura y la promoción de prácticas productivas sostenibles, consolidando al caucho natural como un motor de progreso económico y social para la región.

Planteamiento del problema

El agronegocio del caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba representa una alternativa estratégica para la diversificación productiva y el desarrollo rural, gracias a las condiciones agroecológicas favorables que ofrece la región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Sin embargo, a pesar de su potencial, el sector enfrenta múltiples desafíos que limitan su productividad, competitividad y sostenibilidad.

En el contexto global, el mercado está altamente concentrado en Asia-Pacífico, que produce el 90% de la oferta mundial, liderada por Tailandia, Indonesia y Vietnam (International Rubber Study Group [IRSG], 2025). Esta tendencia productiva impone exigentes estándares de calidad, trazabilidad y sostenibilidad, lo que incrementa la presión competitiva sobre países emergentes como Colombia. A nivel nacional, la balanza comercial del sector es deficitaria: las exportaciones rondan los 15 millones de dólares, mientras que las importaciones superan los 38 millones anuales (Analdex, 2023). La producción interna, estimada en 5.000 toneladas al año, cubre apenas el 20% de la demanda, con Meta y Santander como principales productores, seguidos por el cordón cauchero–cacaotero de Antioquia y Córdoba (Confederación Cauchera Colombiana [CCC], 2016; Fedecauchero, 2024).

En el ámbito regional, el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba cuentan con aproximadamente 6.320 hectáreas establecidas (CCC, 2016). No obstante, se registran problemas críticos como la falta de homogeneidad en las propiedades del látex, lo que afecta la calidad de la materia prima y genera pérdidas económicas, deterioro de equipos industriales y una menor competitividad frente a productos importados (Castellanos, Fonseca & Barón, 2009). La baja tecnificación —el 60% de los productores carece de

acceso a insumos de calidad, la alta informalidad el 45% no cuenta con contratos formales y la carencia de infraestructura de beneficio limitan la eficiencia de los procesos productivos (Observatorio de Desarrollo Rural, 2023).

Las condiciones de aislamiento de los núcleos productivos, el mal estado de las vías terciarias y la deficiente articulación entre productores, transformadores y comercializadores dificultan la comercialización y restringen el acceso a mercados especializados (Pérez, 2022). Esta débil coordinación entre actores impide generar sinergias que fortalezcan la competitividad y la resiliencia del sector. La falta de redes de comercialización efectivas, sumada a un marco normativo poco adaptado a las necesidades del sector, reduce las oportunidades de expansión comercial (López, 2023).

Las repercusiones trascienden el ámbito económico: las pérdidas derivadas de la ineficiencia en la cadena de suministro afectan directamente la calidad de vida de los productores, limitan su capacidad de inversión en tecnología y restringen el acceso a procesos de capacitación para mejorar la productividad (Ramírez, 2023). Estas brechas, sumadas a la escasa inversión en investigación y desarrollo y a la ausencia de estándares de calidad consolidados, perpetúan la baja competitividad del caucho colombiano frente a los referentes internacionales.

En este contexto, se hace necesario diseñar una cadena de valor y suministro eficiente para el agronegocio del caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba, que contemple la caracterización de los actores involucrados, el análisis de la estructura productiva y la modelación de los procesos de suministro (García, 2024). Este enfoque integral debe promover la colaboración entre todos los stakeholders, optimizar procesos logísticos y productivos, garantizar la calidad del producto y fomentar la

sostenibilidad ambiental, con el fin de transformar el caucho natural en un motor de desarrollo económico regional y nacional.

Justificación

La subregión del Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba cuenta con condiciones agroecológicas idóneas para el cultivo de caucho natural (*Hevea brasiliensis*), lo que representa una oportunidad estratégica para dinamizar el desarrollo económico, social y ambiental de la región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2022), la consolidación de este cultivo podría incrementar en un 30% los ingresos de los agricultores, impactando positivamente en la calidad de vida de las comunidades rurales y contribuyendo a la reducción de la pobreza.

Sin embargo, a pesar de este potencial, el sector enfrenta importantes desafíos relacionados con la eficiencia de su cadena de suministro, la articulación entre actores y el acceso a mercados formales. La producción nacional de caucho natural ha mostrado un bajo crecimiento en los últimos años: en 2021, se registraron cerca de 18.000 hectáreas cultivadas con una producción de 9.000 toneladas de látex (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021), cifras muy por debajo de las alcanzadas por países líderes como Brasil y Malasia, con 1,5 y 4,0 millones de toneladas anuales, respectivamente (FAO, 2023).

Uno de los principales obstáculos radica en la limitada organización de los productores. Según la Universidad de Antioquia (2023), solo el 25% de los agricultores están vinculados a cooperativas o asociaciones, lo que dificulta el acceso a insumos de calidad, la negociación de precios competitivos y la consolidación de procesos colectivos de comercialización. A ello se suma que el 60% de los productores no logra acceder a mercados formales, lo que provoca excedentes de producción y pérdidas económicas significativas (Cámara de Comercio de Medellín, 2022).

Otro problema crítico es la ausencia de infraestructura adecuada para el procesamiento del látex. El 70% de los productores no tiene acceso a instalaciones que permitan transformar el látex en productos con mayor valor agregado (Observatorio de Desarrollo Rural, 2023), a pesar de que dicha transformación puede aumentar el valor del producto hasta en un 300% (Cámara de Comercio de Medellín, 2022). Esto evidencia la necesidad urgente de invertir en infraestructura, tecnología y procesos de innovación para mejorar la calidad y competitividad del producto.

El caucho natural también representa una alternativa viable para la sustitución de cultivos ilícitos. En el Bajo Cauca, el 40% de los agricultores depende actualmente de cultivos ilegales como principal fuente de ingresos (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2022). Impulsar el caucho como una alternativa económica sostenible podría reducir la violencia asociada al narcotráfico y promover un desarrollo territorial más estable.

Desde una perspectiva económica, social y ambiental, la formalización y estructuración de la cadena de suministro es fundamental. Estudios de la Universidad Nacional (2023) estiman que un proceso de formalización podría incrementar los ingresos de los productores en un 20% en tres años, mientras que prácticas de manejo sostenible contribuirían a la conservación de ecosistemas y a la mitigación del cambio climático (Universidad de los Andes, 2023). Estos beneficios potenciales hacen que el fortalecimiento del sector sea prioritario, no solo como motor económico, sino también como estrategia de desarrollo rural sostenible.

Finalmente, el fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de los productores es indispensable. Según la Organización Internacional del Trabajo (2022), la capacitación adecuada puede incrementar la productividad en un 25%. Este proceso debe ir

acompañado de políticas públicas específicas para el sector, incluyendo incentivos fiscales, líneas de crédito blandas y programas de apoyo que permitan superar las barreras actuales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

En este contexto, el desarrollo del agronegocio del caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba no solo generaría beneficios económicos directos, sino que también impulsaría la cohesión social, fortalecería la resiliencia ambiental y posicionaría a la región como un actor relevante en el mercado nacional e internacional del caucho. Para ello, es fundamental caracterizar a los actores, analizar la estructura productiva y fortalecer la articulación en toda la cadena de suministro, orientando las acciones hacia un modelo integral, competitivo y sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar la cadena de valor del agronegocio de caucho natural en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba

Objetivos Específicos

Caracterizar los actores de la cadena de suministro del agronegocio de caucho natural en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba.

Analizar la estructura del agronegocio de caucho natural en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba.

Evaluar los procesos de suministros del agronegocio de caucho natural en la subregión del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba.

Marco Teórico

El caucho natural (*Hevea brasiliensis*) es un recurso estratégico de importancia mundial, esencial para la fabricación de más de 50.000 productos industriales, siendo los neumáticos para la industria automotriz el principal destino (FAO, 2024). Su producción se concentra históricamente en el sudeste asiático, región que en 2023 aportó cerca del 90% de la oferta global, con Tailandia, Indonesia y Vietnam como líderes (International Rubber Study Group [IRSG], 2025).

En el mercado internacional, las exigencias de calidad, sostenibilidad y trazabilidad se han intensificado, impulsadas por consumidores y regulaciones que promueven cadenas de suministro libres de deforestación (European Commission, 2024). Esto ha generado presiones para que países emergentes como Colombia fortalezcan sus estándares técnicos y ambientales si desean acceder a nichos de alto valor.

Tabla 1.

Comparativo de principales productores mundiales de caucho natural (2023)

País	Área cultivada (ha)	Producción anual (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Participación mercado (%)
Tailandia	3.4 millones	4.8 millones	1.41	36%
Indonesia	3.7 millones	3.2 millones	0.86	24%
Vietnam	0.9 millones	1.2 millones	1.33	9%
India	0.8 millones	0.8 millones	1.00	6%
Malasia	1.0 millones	0.6 millones	0.60	4%
Colombia	18.000	9.000	0.50	0.07%

Fuente: IRSG (2025); FAO (2024); MinAgricultura (2023).

La Tabla 1 presenta un comparativo entre Colombia y los principales países productores, evidenciando las diferencias en escala y productividad.

Este comparativo evidencia la gran brecha productiva de Colombia, particularmente en el rendimiento por hectárea, lo que representa un desafío y a la vez una oportunidad para aumentar la eficiencia mediante mejoras tecnológicas y organizativas.

Situación del Caucho Natural en Colombia

En Colombia, el caucho natural es considerado un cultivo de interés nacional para la diversificación productiva, la sustitución de cultivos ilícitos y el desarrollo rural sostenible (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). En 2021, el área cultivada alcanzó 18.000 hectáreas, con una producción aproximada de 9.000 toneladas de látex (MinAgricultura, 2022). Sin embargo, esta cifra cubre apenas el 20% de la demanda interna, lo que obliga a importar más de 38 millones de dólares anuales en caucho y sus derivados (Analdex, 2023).

Los principales departamentos productores son Meta, Santander, Antioquia y Córdoba, con un creciente cordón productivo en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba (Confederación Cauchera Colombiana [CCC], 2016). No obstante, persisten problemáticas estructurales:

- Baja tecnificación y uso de insumos de calidad limitada.
- Alta informalidad en la comercialización (45% sin contratos formales).
- Carencia de infraestructura para el procesamiento del látex (Observatorio de Desarrollo Rural, 2023).

Potencial del Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba

Según el censo cauchero (CCC, 2016), el Bajo Cauca Antioqueño y el Sur de Córdoba cuentan con 6.320 hectáreas establecidas de caucho natural, distribuidas en diferentes edades de plantación. La región ofrece condiciones agroecológicas óptimas, con temperaturas promedio de 26 °C y precipitaciones anuales de 2.000 mm, lo que permite un buen desarrollo del cultivo (MinAmbiente, 2023).

Un estudio de la Universidad EAFIT en el año 2022, evidencia que el 60% de los productores no accede a insumos certificados y que la logística de transporte es un factor crítico debido al mal estado de las vías terciarias. Estos problemas afectan la calidad del látex, encarecen los costos de producción y limitan el acceso a mercados formales.

A pesar de estas limitaciones, la región tiene un alto potencial para integrarse a cadenas de valor nacionales e internacionales mediante:

- Fortalecimiento organizativo y asociativo.
- Inversión en plantas de beneficio y tecnología de transformación.
- Implementación de certificaciones de sostenibilidad y trazabilidad.

Tendencias y Proyecciones Hacia 2030

El International Rubber Study Group (2025) proyecta que la demanda global de caucho natural alcanzará los 17,5 millones de toneladas en 2030, impulsada principalmente por el crecimiento del sector automotriz y la transición hacia neumáticos de alto desempeño. Para Colombia, este escenario implica la necesidad de:

- Incrementar la productividad por hectárea.
- Diversificar los productos derivados del látex.
- Mejorar la articulación logística y comercial.

Si se implementan mejoras tecnológicas y organizativas, el país podría duplicar su producción actual y cubrir hasta el 40% de la demanda interna en los próximos 7 años, reduciendo significativamente la dependencia de importaciones.

Marco Conceptual

Cadena de Valor

La cadena de valor, propuesta por Porter (1985), describe el conjunto de actividades necesarias para llevar un producto o servicio desde su concepción hasta el consumidor final. En el caso del caucho natural (*Hevea brasiliensis*), incluye la producción primaria del látex, su beneficio, la transformación en productos intermedios o finales y la comercialización. El diseño de una cadena de valor eficiente en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba requiere identificar los actores clave, los flujos de materiales e información y las oportunidades de mejora en cada etapa (Porter, 1985; Indicadores e Instrumentos, 2016).

Producción Nacional

La producción de caucho natural en Colombia es limitada frente a otros países productores. El área cultivada ronda las 60 mil hectáreas, aunque el país cuenta con 5,3 millones de hectáreas aptas (AGROSAVIA, 2023). Los líderes en plantaciones son Meta y Santander, seguidos por Antioquia y Córdoba —con el denominado cordón cauchero— cacaotero— que representan el 12,5 % del área nacional. La actividad cauchera involucra a 6.600 productores, de los cuales el 70% son pequeños productores (IRSG, 2025).

Comercio Internacional y Déficit Comercial

En 2022, Colombia exportó cerca de USD 15 millones en caucho natural y productos relacionados, siendo Brasil, México y Chile los principales destinos. Sin embargo, las importaciones ascendieron a USD 38 millones, provenientes sobre todo de Indonesia, Guatemala y Tailandia (Analdex, 2023). La producción nacional cubre solo el

20% de la demanda interna, evidenciando una alta dependencia externa (MinAgricultura, 2023).

Estructura y Actores de la Cadena de Valor del Caucho Natural

La cadena de valor del caucho natural en Colombia incluye asociaciones de productores, comercializadoras, intermediarios y la industria manufacturera (Sempertex, Eterna, Goodyear, Eslatex). En el Bajo Cauca y Sur de Córdoba, la Asociación de segundo nivel HEVEANCOR integra a ocho asociaciones de cultivadores en Antioquia y ocho en Córdoba, aglutinando a la mayoría de los pequeños y medianos productores regionales (CCC, 2016).

Desde 2016, la comercializadora RUBBERCORP ha impulsado un modelo incluyente que articula pequeños, medianos y grandes productores, con infraestructura como la planta centrifugadora de látex ubicada en la vía Caucaasia–El Bagre, destinada a agregar valor y cumplir estándares internacionales.

Aspectos Ambientales, Sociales y Técnicos

Impacto Ambiental y Social

Si se gestiona de forma sostenible, el cultivo de caucho natural contribuye a la conservación de ecosistemas y a la captura de carbono, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los compromisos de Colombia frente al cambio climático (IDEAM, 2024; Universidad de los Andes, 2023). Además, en regiones como el Bajo Cauca, representa una alternativa a los cultivos ilícitos: el 40% de los agricultores de esta zona dependen de ellos como principal fuente de ingresos (PNUD, 2022).

Presentaciones del Caucho Natural

Dependiendo de los aditivos y procesos, el caucho natural puede presentarse como látex estabilizado, coágulos, cintilla, láminas secas (RSSX), caucho crepe o caucho técnicamente especificado (TSR). Cada presentación responde a estándares internacionales (ASTM D2227, 2015) y tiene aplicaciones industriales específicas (White & De, 2001; Grupo Hulero Mexicano A.C., 2014).

Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La cadena del caucho natural se vincula con varios ODS, entre ellos:

- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, mediante la generación de empleo rural formal.
- ODS 12: Producción y consumo responsables, promoviendo cadenas de valor sostenibles.
- ODS 13: Acción por el clima, gracias a la captura de carbono en sistemas agroforestales.

Integrar estos objetivos en las estrategias comerciales fortalece la resiliencia y competitividad del sector (ONU, 2015).

Modelos de Gestión de la Cadena de Suministro

Modelo SCOR

Plantea cinco procesos básicos —planificación, abastecimiento, producción, distribución y devoluciones— para estandarizar y optimizar las operaciones (Supply Chain Council, 2012).

Modelo de Tres Estados

Propuesto por Scout y Westbrook, identifica un estado actual, uno de posición y uno de acción para aumentar la competitividad, fomentando la colaboración entre miembros de la cadena.

Modelo Knudsen

Integra logística directa e inversa en niveles tácticos y operativos, siguiendo fases de diseño, planificación, ejecución, evaluación y control.

En el contexto del Bajo Cauca y Sur de Córdoba, la aplicación adaptada de estos modelos puede mejorar la integración de actores, la eficiencia logística y la capacidad de respuesta ante el mercado.

Metodología

Tipo de la Investigación

- **Cuantitativo:** Se utilizará un diseño descriptivo y correlacional para analizar la situación actual de la cadena de suministro y su impacto en la competitividad del sector.
- **Cualitativo:** Se aplicará un diseño exploratorio para entender las dinámicas sociales y económicas que afectan a los productores de caucho.

Diseño de Investigación

- **Descriptivo:** Detallar los procesos, actores y dinámicas en la cadena de suministro y valor.
- **Exploratorio:** Identificar oportunidades y desafíos en la producción, transformación y comercialización del caucho.
- **Analítico:** Para evaluar la viabilidad económica, social y ambiental de las estrategias propuestas.

La propuesta de investigación a desarrollar tiene un enfoque semicuantitativo para proponer un diseño a nivel estratégico de la cadena de suministro para la obtención de látex de caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba. Existen diferentes modelos para la toma de decisiones en la logística inversa, dado que esta acarrea altos costos derivados de los procesos de almacenamiento, clasificación, transporte y preservación. En esta investigación, se adoptará un modelo de valor económico, cuya esencia radica en fundamentar modelos analíticos de apoyo a las decisiones estratégicas de transformación.

Según (Ballou, 2004, Cap. 10) a nivel estratégico se analiza, propone y decide: Número y localización de instalaciones, Número, función y localización de centros de acopio. Tipo de equipamiento a utilizar en agroindustrias y almacenes. Posicionamiento de los inventarios en la cadena logística. Tipo de inventario a constituir (materia prima, en curso de fabricación o producto acabado).

La investigación será de tipo mixta, combinando enfoques semicuantitativos y cualitativos. Esto permitirá obtener una visión integral del agronegocio del caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba, considerando tanto datos estadísticos como percepciones y experiencias de los actores involucrados.

Para diseñar el modelo para la cadena de suministro del Caucho Natural en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba, fue necesario identificar los procesos implicados en la logística inversa, desde la obtención del látex de campo, hasta la transformación en látex centrifugado o caucho sólido. Según Meade y Sarkis estos procesos son: gestión del suministro, transporte, almacenamiento, manufactura y embalaje. Se caracterizan los principales actores que pueden intervenir en cada uno de los procesos.

A partir de la información analizada de la cadena de suministro se realizará un modelo de simulación en el software SIMIO, el cual permite establecer flujos de procesos por eventos discretos, para producir modelos de comportamiento de sistemas logísticos, industriales y de servicios. Este modelo busca realizar un pronóstico del comportamiento de la cadena de suministro y brindar bases para la toma de decisiones teniendo en cuenta los costos logísticos y emisiones de carbono en el transporte.

Procedimiento

Fase 1

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó la caracterización de actores (productores de Caucho) basada en el Análisis de Redes de Actores (ARA), propuesto por Latour & Callon (2005), con el fin de identificar las relaciones de poder y cooperación en la cadena de valor del látex. Primero, se identificarán todos los actores involucrados, desde pequeños agricultores hasta grandes exportadores, y se clasificarán según su influencia y recursos, mediante encuestas (Ver anexo 1 – Ver anexo 2). Posteriormente, se utilizarán matrices de poder-interés (Eden & Ackermann, 1998) para priorizar su relevancia en el sistema. Este enfoque permitirá visualizar conflictos y alianzas clave, tales como la dependencia de los productores frente a los intermediarios.

Posteriormente, se realizará el análisis con el mapeo de la cadena de valor de Michael Porter (1985), el cual segmentará el proceso en eslabones: producción, procesamiento y comercialización. En cada etapa, se evaluó el valor agregado por los actores, como el uso de tecnología en el procesamiento o el acceso a mercados internacionales. Además, se incorporará el análisis de partes interesadas de Freeman (1984) para determinar estrategias de engagement, especialmente con actores marginales, como las cooperativas rurales. De esta forma, se integrarán perspectivas tanto estructurales como sociales.

En resumen, se realizó.

Levantamiento y Validación de la Línea Base

- Identificación de las hectáreas cultivadas en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba (6.320 ha) y clasificación por edades productivas.

- Revisión de registros de asociaciones locales, los cuales se consultaron directamente en los archivos y reportes de las asociaciones de primer nivel mapeadas en la investigación, entre las que se destacan ASCULTICAUCHO (Tarazá), ASOCAUCE (Cáceres), ASOBOSQUES (El Bagre) y ASOPROCAZA (Zaragoza), así como los registros consolidados de la asociación de segundo nivel HEVEANCOR, como se observa en la (Tabla 3 Asociaciones de productores de caucho del Bajo Cauca)

Caracterización de Actores de la Cadena de Valor:

- Mapeo de asociaciones de primer y segundo nivel.
- Identificación de los eslabones de producción, transformación y comercialización.

Tabla 2

Variables e indicadores de la investigación

Variable	Indicador	Unidad de medida	Fuente
Área cultivada	Superficie de caucho establecida	Hectáreas	CCC (2016), Anexo 12
Edad de plantación	Estado de madurez de los cultivos	Años	Asociaciones locales
Productividad	Rendimiento por hectárea	Ton/ha/año	Observatorio de Desarrollo Rural (2023)
Ingresos productores	Variación del ingreso anual	%	Encuestas primarias (Ver apéndice A)
Grado de asociatividad	Productores vinculados a asociaciones	%	Universidad de Antioquia (2023)
Acceso a infraestructura	Plantas de beneficio instaladas	Número	Informe Narrativo (2024)

Fuente: Elaboración Propia

Fase 2

Para el segundo objetivo específico, se analizó la estructura del agronegocio del caucho en el Bajo Cauca antioqueño aplicando el Modelo CANVAS de Osterwalder y Pigneur (2010), con foco en las 14 asociaciones de productores y las empresas HEVEANCOR (agroindustria procesadora) y RUBERCOR (comercializadora). Primero, se identificarán los segmentos de clientes locales y nacionales que demandan látex y caucho procesado, citando estudios de la Asociación de Cultivadores de Caucho de Colombia (2019) sobre los mercados regionales. Este análisis permitirá entender cómo las asociaciones y HEVEANCOR generan valor para sectores como el calzado y la industria automotriz nacional.

Se evaluó los canales de distribución empleados por RUBERCOR, incluyendo rutas terrestres hacia Medellín y otros centros industriales, documentadas en informes de la Cámara de Comercio del Bajo Cauca (2022). Se analizó las relaciones con clientes estratégicos, como contratos a largo plazo con manufactureros, y el rol de las asociaciones en el acopio y transporte primario del látex. Paralelamente, se estudiarán las actividades clave de HEVEANCOR en el procesamiento (ej: coagulación y secado), basándose en su memoria de sostenibilidad (2023), para identificar brechas tecnológicas o de capacidad instalada.

Posteriormente, se examinó las alianzas estratégicas entre las asociaciones, HEVEANCOR y RUBERCOR, contrastando su modelo con esquemas colaborativos exitosos como los del Programa de Alianzas Productivas de USAID (2021) en el Caquetá. Se cuantificarán los costos operativos (ej: transporte y mano de obra) y su impacto en la competitividad, usando datos del Gremio de Caucheros de Antioquia (2023). Este bloque revelará cómo la integración vertical entre productores, procesadores y comercializadores

puede optimizar márgenes en la cadena. Finalmente, los hallazgos se sintetizarán en un CANVAS adaptado al Bajo Cauca antioqueño.

Modelo CANVAS: Para su implementación, se elaboró un lienzo amplio que contenga los nueve bloques correspondientes a:

- Segmentos de Clientes
- Propuesta de Valor
- Canales de Distribución
- Relación con Clientes
- Fuentes de Ingresos
- Recursos Clave
- Actividades Clave
- Socios Clave
- Estructura de Costos

Diagnóstico de Brechas Productivas y Logísticas

- Evaluación de limitaciones tecnológicas, de infraestructura, asociatividad y acceso a mercados.
- Análisis de problemáticas recurrentes: informalidad, baja tecnificación y ausencia de plantas de transformación.

Fase 3.

Para el tercer objetivo específico, consistió en evaluar los procesos de suministro del agronegocio de látex natural en el Bajo Cauca antioqueño, se empleará el software de simulación SIMIO (versión académica), reconocido por su capacidad para modelar sistemas dinámicos (SIMIO LLC, 2023). Este enfoque permitió analizar y optimizar la cadena de suministro desde la producción en las 14 asociaciones hasta la comercialización a través de HEVEANCOR y RUBERCOR, considerando variables críticas como fluctuaciones climáticas, costos logísticos y demanda del mercado.

Se desarrollará un modelo conceptual basado en datos primarios recolectados en campo (tiempos de cosecha, capacidad de procesamiento de HEVEANCOR, frecuencias de transporte). Se estructurarán los procesos clave en SIMIO:

- Producción (sangrado y acopio en fincas)
- Transporte (rutas desde las asociaciones a la planta de HEVEANCOR)
- Procesamiento (coagulación, secado)
- Distribución (venta a través de RUBERCOR).

Se validará el modelo mediante comparación con datos históricos de producción y logística proporcionados por las asociaciones y HEVEANCOR (toneladas mensuales procesadas en 2022-2023). Se ejecutarán escenarios en SIMIO para evaluar:

- Efectos de aumentos en la demanda (contratos con nuevas industrias)
- Cuellos de botella (capacidad limitada de transporte en época de lluvias)

- Estrategias de mitigación (almacenamiento temporal en centros satélites)

Estos escenarios se alinearán con estudios similares en cadenas agroindustriales, como el modelo de optimización de flujo de caucho en Tailandia (FAO, 2021).

Finalmente, los resultados se traducirán en recomendaciones prácticas para el clúster cauchero, tales como:

- Inversión en vehículos con mayor capacidad para rutas críticas (validado con simulaciones de costos-beneficio en SIMIO)
- Programación dinámica de cosechas para equilibrar la oferta con la capacidad de procesamiento de HEVEANCOR.
- Protocolos de contingencia para eventos climáticos extremos. El modelo se documentará con diagramas de flujo animados y reportes de métricas (tiempo promedio de entrega, utilización de recursos), siguiendo estándares de la Society for Modeling & Simulation International (SCS, 2022).

Proyección Estadística de Producción:

- Estimación de la producción potencial considerando el área establecida, el promedio regional de productividad (1,3 t/ha/año) y un ajuste del 7% por pérdidas en recolección y beneficio.
- Construcción de tres escenarios: conservador, medio y optimista, en función de la tecnificación y el nivel de asociatividad.

Resultados y Discusión

Caracterización los Actores de la Cadena de Suministro del Agronegocio de Caucho

Natural.

Tabla 3

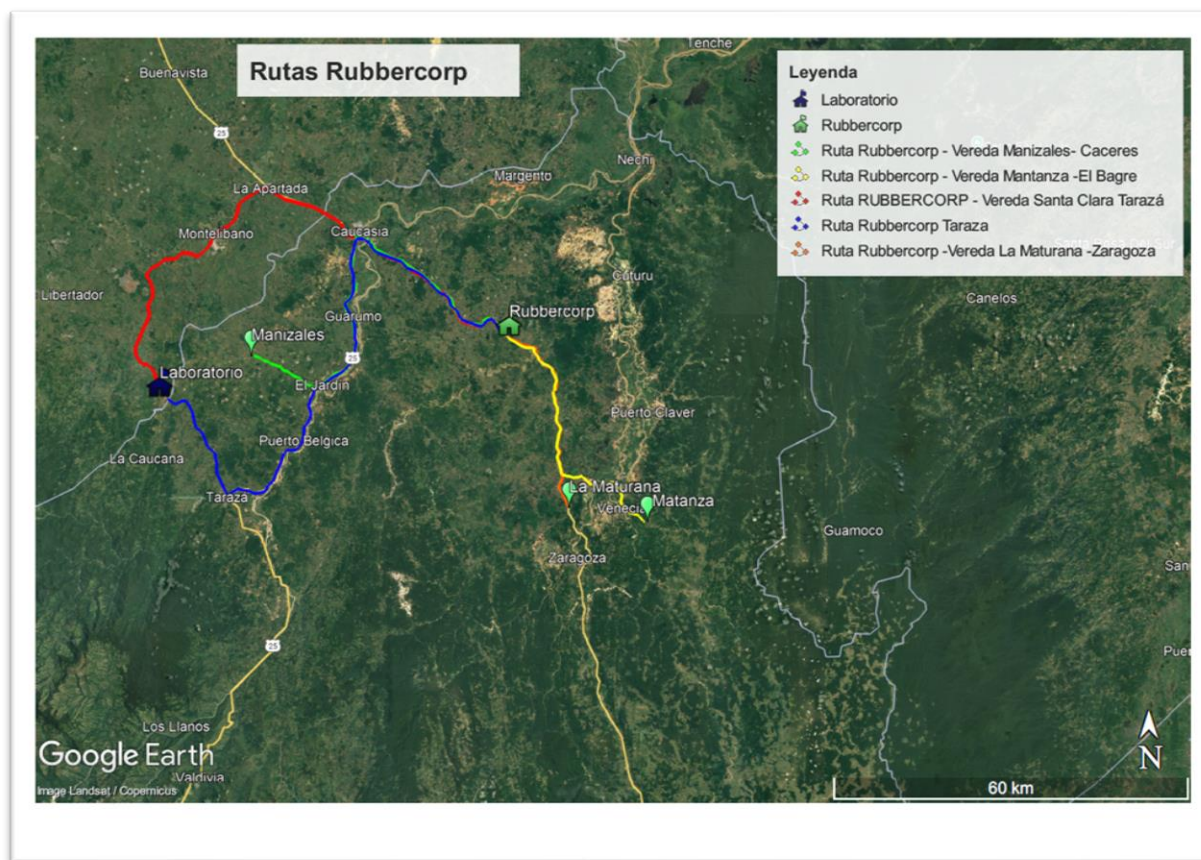
Asociaciones de productores de caucho del Bajo Cauca

Departamento	Municipio	Asociaciones
Córdoba	Puerto Libertador	Ascap
	San José De Ure	Agroure
	Montelíbano	Acamon
		Apam
		Asproesa
Antioquia	Cáceres	Asocauce
	Nechi	Ascabia
		Asproages
		Asovecna
	Caucasia	Asoccor
	Zaragoza	Pablo Muera
		Asoprocaza
	Taraza	Cadtu
El Bagre	Asobosques	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 1

Rutas establecidas entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y las diferentes Veredas.



Fuente. (Elaboración propia 2024, a partir de FIELDS AREA MEASURE PRO y Google Earth)

Ruta 1 Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Santa Clara del municipio de Tarazá, Recorrido #1 Asociación ASCULTICAUCHO. Se observa la distancia que separa la Planta RUBBERCORP S.A.S. y los núcleos productivos de la Asociación ASCULTICAUCHO, ubicada en la Vereda Santa Clara en el municipio de Tarazá es de 102 kilómetros, realizando el recorrido desde el municipio de Caucasia, pasando el municipio de Montelíbano, seguido de San José de Uré y finalmente llegando a la vereda Santa Clara del municipio de Tarazá, al núcleo productivo de propiedad del Cultivador de caucho natural Yostor Climaco, Representante Legal de

ASCULTICAUCHO. Este recorrido se realizó durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, a una velocidad promedio de 60 km/hora, con una duración aproximada de 2 horas.

Ruta 2 Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Santa Clara del municipio de Tarazá, Recorrido #2 Asociación ASCULTICAUCHO. Se observa la distancia que separa la Planta RUBBERCORP S.A.S. y los núcleos productivos de la Asociación ASCULTICAUCHO, ubicada en la Vereda Santa Clara en el municipio de Tarazá es de 112,2 kilómetros, realizando el recorrido desde el municipio de Caucasia, hasta el municipio de Tarazá para llegar a la vereda Santa Clara, al núcleo productivo de propiedad del Cultivador de caucho natural Yostor Climaco, Representante Legal de ASCULTICAUCHO. Este recorrido se realizó durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, a una velocidad promedio de 60 km/hora, con una duración aproximada de 148 minutos, aproximadamente 2,5 horas.

Ruta 3. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Manizales del municipio de Cáceres Asociación ASOCAUCE. Se observa la distancia que separa la Planta RUBBERCORP S.A.S. y los núcleos productivos de la Asociación ASOCAUCE, ubicada en la Vereda Manizales en el municipio de Cáceres es de 68,8 kilómetros, realizando el recorrido desde el municipio de Caucasia, seguido al municipio de Cáceres vía Jardín, finalmente llegando a la vereda Manizales, al núcleo productivo de propiedad del Cultivador de caucho natural Jorge Atencio, Representante Legal de ASOCAUCE. Este recorrido se realizó durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, a una velocidad promedio de 65 km/hora, con una duración aproximada de 1.05 horas.

Ruta 4. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda Matanza del municipio del Bagre – Asociación ASOBOSQUES. Se puede observar la distancia que separa la Planta RUBBERCORP S.A.S. y los núcleos productivos de la Asociación ASOBOSQUES, ubicada en la Vereda Matanza del municipio del Bagre es de 56,6 kilómetros, realizando el recorrido desde el municipio de Caucasia, seguido al municipio del Bagre, finalmente llegando a la vereda Matanza, al núcleo productivo del Cultivador Carlos Zarza, Representante Legal de ASOBOSQUES. Este recorrido se realizó durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, a una velocidad promedio de 60 km/hora, con una duración aproximada de 1 hora.

Ruta 5. Recorrido entre la Planta RUBBERCORP S.A.S. y la Vereda La Maturana del municipio de Zaragoza – Asociación ASOPROCAZA. Se observa la distancia que separa la Planta RUBBERCORP S.A.S. y los núcleos productivos de la Asociación ASOPROCAZA, ubicada en la Vereda La Maturana del municipio de Zaragoza es de 39,6 kilómetros, realizando el recorrido desde el municipio de Caucasia a la vereda Matanza, al núcleo productivo de la Cultivadora Antolina Mendoza, Representante Legal de ASOPROCAZA. Este recorrido se realizó durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, a una velocidad promedio de 60 km/hora, con una duración aproximada de 45 minutos.

Estructura del Modelo de CANVAS para el Agronegocio del Caucho en el Bajo Cauca.

Figura 2 Estructura del modelo de CANVAS para el agronegocio del caucho en el Bajo Cauca

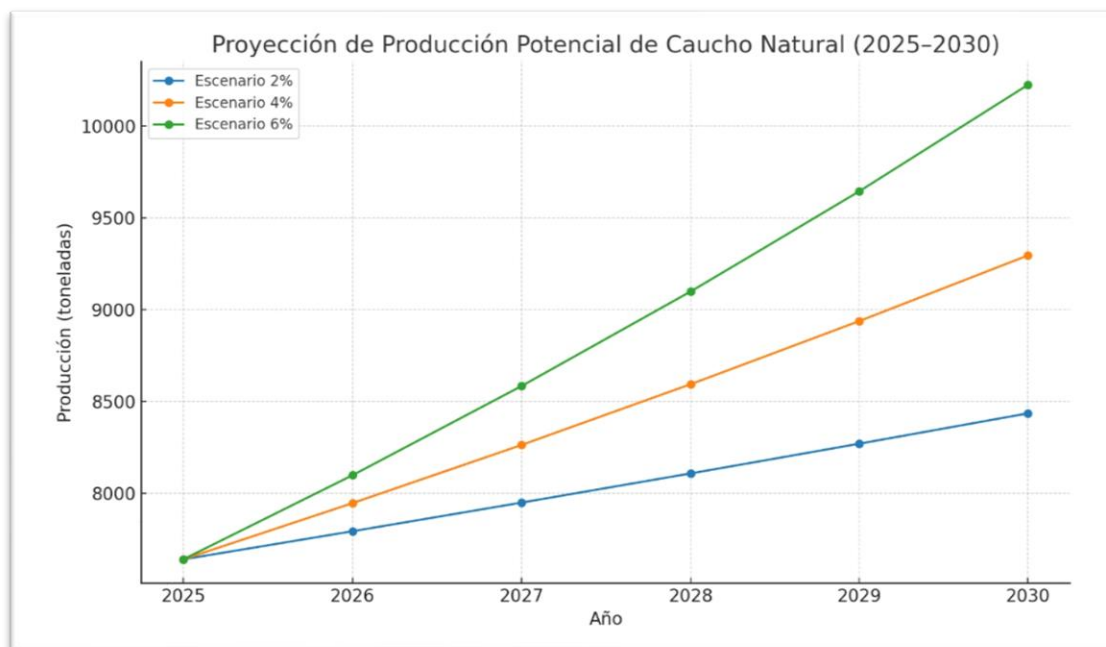
Modelo Canvas				
Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta De Valor	Relación Con Los Clientes	Segmentación De Clientes
HEVEANCOR (procesamiento).	Producción y sangrado de caucho en lotes asociados.	Producto local sostenible, con certificación ambiental y trazabilidad.	Contratos a largo plazo con industrias nacionales.	Industria nacional: fabricantes de guantes, llantas, globos, productos médicos.
RUBBERCORP (comercialización).	Transporte y acopio en centros locales.	Asociatividad de productores: mejora el poder de negociación y estabilidad en la oferta.	Asistencia técnica postventa: calidad, cumplimiento en entregas.	Pequeñas y medianas industrias locales: calzado, artesanías, caucho para uso agrícola.
Ministerio de Agricultura, Agrosavia, ICA (apoyo técnico).	Procesamiento y transformación del látex (HEVEANCOR).	Transformación local del látex (HEVEANCOR) reducción de costos logísticos y generación de empleo.	Certificaciones (ambientales, sostenibilidad) que fortalecen la confianza.	Gobierno y programas de sustitución de cultivos ilícitos (demandan caucho como insumo estratégico).
Entidades financieras (, Finagro, Banco Agrario).	Comercialización nacional e internacional (RUBBERCORP).			
Cooperación internacional (PNUD, USAID).	Recursos Clave		Canales De Distribución	

	<p>6.320 ha establecidas de caucho en el Bajo Cauca y sur de Córdoba.</p> <p>14 asociaciones de productores de primer nivel, integradas en HEVEANCOR.</p> <p>Planta centrifugadora RUBBERCORP (infraestructura de transformación).</p>		<p>RUBBERCORP S.A.S.: comercializadora regional con planta en Caucaasia.</p> <p>Rutas terrestres hacia Medellín, Bogotá y principales centros industriales.</p>	
<p>Estructura De Costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de producción (insumos, mano de obra en las plantaciones). • Costos de transporte desde veredas → planta. • Procesamiento industrial (energía, químicos estabilizantes, mantenimiento). • Logística de distribución (rutas, combustible, almacenamiento). • Capacitación y asistencia técnica a productores. • Certificaciones y trámites de exportación. 		<p>Sostenibilidad Financiera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de mercados: no depender de un solo cliente o país. • Integración vertical: asociaciones + HEVEANCOR + RUBBERCORP reducen intermediarios y aseguran márgenes más altos • Optimización logística (rutas más cortas según simulación SIMIO → reducción en transporte y combustible). • Reducción de pérdidas postcosecha mediante centros de acopio estratégicos. 		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3

Proyección de Producción Potencia de Caucho Natural (2025 -2030)



Fuente: Elaboración Propia

Producción Potencial Proyectada (2025–2030)

El primer gráfico ilustra la proyección de producción potencial neta en toneladas para los tres escenarios de expansión del área cultivada (2%, 4% y 6% anual) en el periodo 2025–2030. Se observa un incremento sostenido en todos los escenarios, con producción aproximada en 2030 de:

- **8436 ton** (conservador, 2%)
- **9296 ton** (medio, 4%)
- **10225 ton** (optimista, 6%)

Para complementar la proyección de producción y evaluar la viabilidad financiera de los escenarios planteados, se realizó un análisis de costos y rentabilidad basado en datos

promedio de la región (Fedecauchero, 2024; Cámara de Comercio del Bajo Cauca, 2022) y proformas de HEVEANCOR.

Costos de Producción e Inversión Estimados

Costo de establecimiento y mantenimiento (años 1-6): Incluye plántulas, insumos, mano de obra y asistencia técnica. Se estima en \$12-15 millones de COP/hectárea para el ciclo inicial hasta la primera cosecha.

Costo operacional anual (a partir del año 7) Incluye sangría, transporte primario, manejo postcosecha y administración. Se estima en \$4.5-5.5 millones de COP/hectárea/año.

Inversión en infraestructura, para lograr los escenarios optimistas, se proyecta una inversión en centros de acopio y capacidad de procesamiento de aproximadamente \$2,000 - 3,000 millones de COP, amortizable en 10 años.

Proyección Financiera e Indicadores de Rentabilidad

Tomando como base el escenario medio (4% de expansión anual) y un precio de venta conservador de \$4,800 COP/kg de látex sólido, se proyectaron los flujos de caja para un horizonte de 10 años (2025-2034).

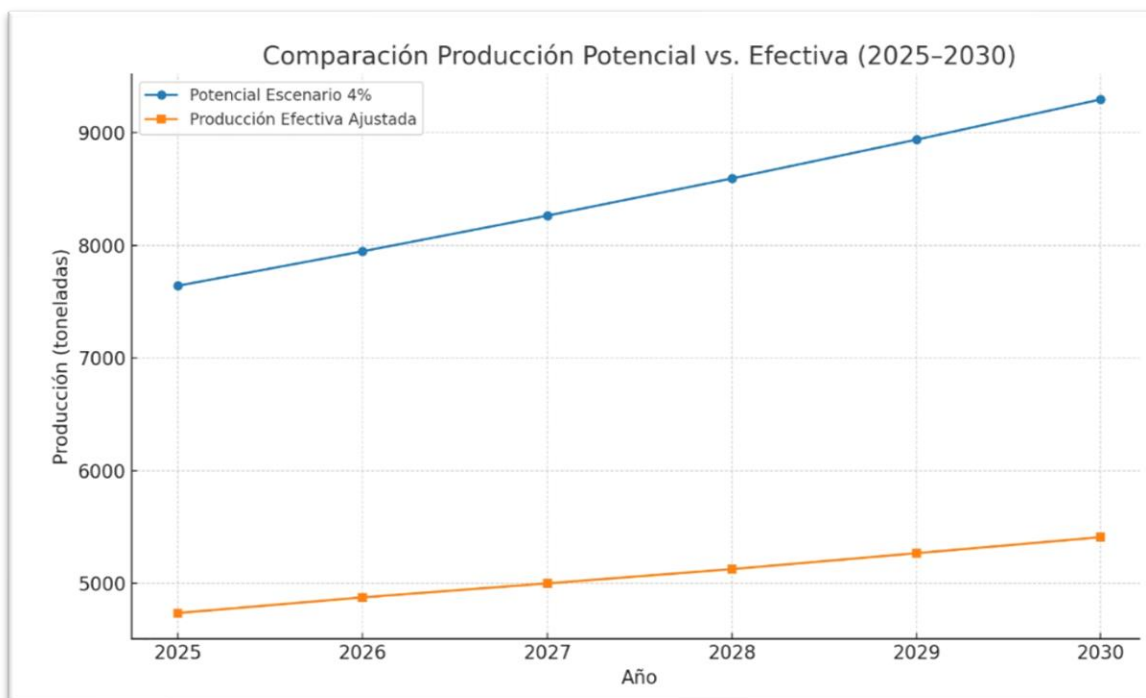
Esto demuestra que la capacidad productiva regional tiene un amplio margen de crecimiento si se implementan estrategias de expansión y tecnificación efectivas.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR supera la tasa de oportunidad del sector (estimada en 12%), (18.5% anual) lo que señala una atractiva rentabilidad para inversionistas y productores.

Figura 4

Comparación entre producción potencial y producción efectiva ajustada



Fuente: Elaboración Propia

Este gráfico compara la producción potencial del escenario intermedio (4%) con la producción efectiva ajustada, considerando la distribución por cohortes (0–2, 3–5, ≥ 6 años) y los factores de madurez (0%, 40%, 100%). Para 2025, la producción efectiva estimada es de 4737 Ton, creciendo hasta 5410 Ton en 2030.

Esto evidencia una brecha significativa entre la capacidad productiva potencial y la producción realmente aprovechable, subrayando la importancia de aumentar la madurez de las plantaciones y reducir limitaciones logísticas.

En este contexto, el estudio se centró en los procesos logísticos del látex del caucho natural en los seis municipios del Bajo Cauca Antioqueño: Tarazá, Cáceres, Zaragoza, Caucasia, El Bagre y Nechí.

En Tarazá, se encuentran cinco centros de acopio ubicados en la vía terciaria. Estos centros son vitales para la recolección del látex, pero el promedio de recorrido hacia la planta es de 101.5 kilómetros, lo que representa un desafío logístico significativo en términos de tiempo y costos de transporte. En Cáceres, hay un único centro de acopio situado a 74.7 kilómetros de la planta. Aunque esta distancia es menor en comparación con los centros de Tarazá, la logística de recolección sigue siendo un aspecto crucial que debe ser optimizado. Zaragoza tiene un centro de acopio que se ubica a 39.6 kilómetros de la planta. Esta distancia relativamente corta puede facilitar la logística, pero es esencial considerar otros factores como la capacidad de acopio y el volumen de látex recolectado. La proximidad al punto de procesamiento no debe ser el único criterio para evaluar la eficiencia del sistema.

La modelación y simulación de estos procesos logísticos mediante Simio permitió identificar cuellos de botella, optimizar rutas de transporte y mejorar la programación de recolección simulaciones diferentes

Tabla 4

Tiempo en horas por recorrido para diferentes rutas, a través de 3 simulaciones

	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3
Rubbercop – Manizales	1,12	0,56	1,35
Rubbercop – Montevideo	2,25	2,03	2,44
Rubbercop – El Bagre	1,07	1,57	1,09
Rubbercop – Zaragoza	0,40	0,56	0,47

Fuente: Elaboración Propia

Estos datos obtenidos a través de la simulación con Simio permiten analizar y comparar los tiempos de recorrido para las diferentes rutas, lo cual es fundamental para

optimizar los procesos logísticos y tomar decisiones estratégicas en la cadena de suministro.

La simulación con Simio permitió identificar y analizar los cuellos de botella en los procesos logísticos. Los datos muestran que la ruta Rubbercop-Montevideo presenta los tiempos de recorrido más altos en las tres simulaciones, lo que indica que esta podría ser un área de oportunidad para optimizar el transporte y reducir los costos. Esto es fundamental para mejorar la eficiencia de la cadena de suministro y asegurar un flujo constante de materiales.

Además, la variación en los tiempos de recorrido entre las diferentes simulaciones sugiere que existen oportunidades para ajustar y perfeccionar las rutas y programaciones de recolección.

Tabla 5

Simulaciones de Barriles Producidos en las diferentes veredas con el software Simio.

	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3
Manizales	132	102	8
Montevideo	133	50	8
El Bagre	135	50	8
Zaragoza	131	49	7

Fuente: Elaboración Propia

En la Simulación 1, observamos que la ruta Rubbercop-El Bagre presenta la mayor producción con 135 barriles, seguida de cerca por Rubbercop-Montevideo con 133 barriles. Esto sugiere que estas rutas podrían ser áreas de enfoque para mejorar la eficiencia y reducir los cuellos de botella.

La Simulación 2 muestra una caída significativa en la producción para las rutas Rubbercop-Montevideo y Rubbercop-El Bagre, con solo 50 barriles cada una. Esto podría

indicar la necesidad de ajustar variables como la programación de vehículos, la ubicación de los centros de acopio o las estrategias de distribución para estas rutas.

La Simulación 3 presenta una producción mucho más baja en todas las rutas, con apenas 8 barriles para Manizales, Montevideo y El Bagre, y 7 barriles para Zaragoza. Este escenario podría ser útil para evaluar el impacto de posibles restricciones o cambios en las condiciones del mercado, y diseñar planes de contingencia para mantener la continuidad del suministro.

Tabla 6

Simulación de Barriles recogidos en los diferentes lugares

	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3
Manizales	35	60	6
Montevideo	35	31	8
El Bagre	35	28	8
Zaragoza	38	35	7

Fuente: Elaboración Propia

En la Simulación 1, observamos que las rutas Manizales, Montevideo y El Bagre presentan una producción similar de 35 barriles cada una. Esto sugiere que estas rutas podrían tener una capacidad de transporte y distribución equilibrada. Sin embargo, la ruta Zaragoza se destaca con 38 barriles, lo que indica la posibilidad de aprovechar mejor su potencial.

La Simulación 2, vemos un cambio significativo en los resultados. La ruta Manizales lidera con 60 barriles recogidos, mientras que las otras rutas (Montevideo, El Bagre y Zaragoza) muestran una disminución en la producción. Esto podría indicar la necesidad de ajustar variables como la programación de vehículos, la ubicación de los centros de acopio o las estrategias de distribución para estas últimas rutas.

La Simulación 3 presenta un escenario mucho más adverso, con una caída drástica en la producción para todas las rutas. Manizales, Montevideo y El Bagre registran solo 8 barriles cada una, y Zaragoza aún menos, con 7 barriles. Este escenario podría ser útil para evaluar el impacto de posibles restricciones o cambios en las condiciones del mercado, y diseñar planes de contingencia para mantener la continuidad del suministro.

Conclusión

El presente estudio permitió analizar de manera integral la cadena de valor y de suministro del caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba, regiones caracterizadas por condiciones agroecológicas favorables y por la existencia de 14 asociaciones de productores que representan un capital social estratégico para el desarrollo regional. A partir del análisis documental, la caracterización de actores y la proyección estadística de producción, se derivan las siguientes conclusiones principales:

1. **Potencial productivo no aprovechado:** Aunque actualmente el área cultivada no se incrementará en los próximos años, la entrada en producción de árboles jóvenes consolidará un crecimiento progresivo en la oferta de látex en un horizonte de cuatro años. Esto permitirá dinamizar la economía local y beneficiar directamente a más de 1.600 familias campesinas, lo que ratifica la importancia de la planificación de la cadena de suministro para asegurar la colocación eficiente de este volumen en los mercados (Confederación Cauchera Colombiana [CCC], 2016; FedECAUCHO, 2024).
2. **Brechas estructurales y de infraestructura:** El estudio evidenció que las principales limitaciones se relacionan con la precariedad de las vías terciarias, la falta de centros de acopio y procesamiento tecnificado, y la ausencia de mecanismos logísticos integrados que garanticen la reducción de costos y tiempos en la distribución (Observatorio de Desarrollo Rural, 2023). Estas deficiencias impactan directamente en la calidad del producto y en la competitividad frente a los cauchos importados.

3. **Articulación institucional incipiente:** Aunque el SENA, universidades y entidades gubernamentales han promovido la sustitución de cultivos ilícitos y programas de innovación productiva, la articulación entre instituciones y asociaciones locales aún es insuficiente. Un modelo colaborativo permitiría avanzar hacia un ecosistema de innovación regional capaz de transferir tecnología, formar talento humano y generar políticas públicas adaptadas al territorio.
4. **Impacto socioambiental positivo:** El caucho natural constituye una alternativa de desarrollo sostenible, al contribuir con la reducción de la deforestación, la captura de carbono y la sustitución de economías ilícitas. Su consolidación como agronegocio no solo fortalecerá la seguridad alimentaria y la economía lícita en la región, sino que también aportará a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Recomendaciones

La caracterización de los actores revela una cadena de suministro fragmentada, con poca colaboración entre sus eslabones. Los productores, a pesar de ser la base del sistema, carecen de poder de negociación frente a los comercializadores. Esta dinámica eleva ciclos de informalidad y bajos ingresos. Además, la capacidad insuficiente de procesamiento y la falta de acceso a mercados formales limitan el potencial económico del sector.

Existen oportunidades claras para mejorar esta estructura. La integración de asociaciones de productores con actores como HEVEANCOR y RUBBERCORP podría reducir la dependencia de intermediarios y aumentar el valor agregado del látex. Asimismo, la intervención gubernamental, enfocada en infraestructura y capacitación, podría cerrar las brechas tecnológicas y organizacionales identificadas.

La aplicación de Simio en el estudio de los procesos logísticos del látex del caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño demuestra su potencial para mejorar la eficiencia y efectividad de la cadena de suministro. La identificación de las distancias de los centros de acopio y su relación con la planta de procesamiento es fundamental para desarrollar estrategias que optimicen el transporte y reduzcan costos.

Referencias bibliográficas

AGROSAVIA. (2023). Informe técnico sobre el cultivo de caucho natural en Colombia.

AGROSAVIA.

Analdex. (2023). Estadísticas de comercio exterior colombiano. <https://www.analdex.org>

AGROSAVIA. (2023). Sistemas productivos del trópico bajo: Análisis del corredor cauchero-cacaotero antioqueño

AGROSAVIA. (2024). Tecnologías para el beneficio del látex de caucho natural en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Analdex. (2023). Balanza comercial del sector cauchero en Colombia 2018-2022.

Asociación Nacional de Comercio Exterior.

Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson Educación

Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). Modelos de negocio sostenibles en el sector agrícola.

Banco Mundial. (2023). Agricultura sostenible y reducción de pobreza rural en América Latina. Informe técnico No. 45.

Banco Mundial. (2023). Agricultura y desarrollo rural en América Latina.

<https://www.worldbank.org>

Cámara de Comercio de Medellín. (2022). Informe sectorial del caucho natural.

Cámara de Comercio de Medellín. (2022). Informe sobre el mercado del caucho natural en Colombia.

- Cámara de Comercio del Bajo Cauca (2022). Logística y transporte de productos agroindustriales.
- Cardona-Vásquez, M., Gómez, J., & Ramírez, L. (2019). Transformación productiva en el sector agroindustrial colombiano. *Revista de Economía y Desarrollo Rural*, 16(2), 45-62.
- Cardona-Vásquez, N., Giraldo-Vásquez, D. H., & Velásquez-Restrepo, S. M. (2019). Caracterización, procesabilidad y viabilidad técnica de fondos de taza de caucho natural. <https://www.redalyc.org/journal/911/91160956004/html/>
- Castellanos, O. F., Fonseca, S. L., & Barón, M. R. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Universidad Nacional de Colombia.
- Confederación Cauchera Colombiana. (2016). Censo cauchero nacional. Bogotá: CCC.
- European Commission. (2024). Deforestation-free supply chains regulation. <https://ec.europa.eu>
- FAO (2021). Optimizing Rubber Supply Chains in Southeast Asia.
- FAO. (2023). Estadísticas de producción de caucho natural en el mundo.
- FAO. (2024). FAOSTAT: Rubber production statistics. <https://www.fao.org/faostat>
- Fedecauchero. (2024). Diagnóstico del sector cauchero colombiano: desafíos y oportunidades. Federación Nacional de Caucheros.

Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo. (2023). Análisis socioeconómico del sector agrícola en el Bajo Cauca.

García, M. (2024). Desarrollo sostenible en el Bajo Cauca: Oportunidades y retos. Editorial Universitaria.

González, R. (2020). Cadenas de suministro en el sector agrícola: Un enfoque práctico. Revista de Agronegocios.

Grupo Internacional de Estudios del Caucho. (2018). CADENA DE CAUCHO NATURAL. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Caucho/Documentos/2018-08-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

HEVEANCOR (2023). Memoria de Sostenibilidad: Procesamiento de látex en el Bajo Cauca.

IDEAM. (2024). Contribución de los cultivos permanentes a la captura de carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Indicadores e Instrumentos. (2016). CADENA DE CAUCHO NATURAL. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Caucho/Documentos/2016-04-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Indicadores e Instrumentos. (2016). Diagnóstico de la cadena de valor del caucho.

Instituto Colombiano Agropecuario. (2021). Producción agrícola en Colombia: Informe anual.

International Rubber Study Group. (2018). Rubber statistical bulletin. IRSG.

IRSG. (2025). World Rubber Industry Outlook 2025. International Rubber Study Group.

Law, A.M. & Kelton, W.D. (2015). *Simulation Modeling and Analysis* (5^a ed.). McGraw-Hill.

López, J. (2023). *Mercados y comercialización de productos agrícolas en Colombia*. Editorial Académica.

Martínez, A. (2021). *La producción de caucho natural: Retos y perspectivas*. *Journal of Agricultural Studies*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Informe sectorial de caucho natural*. Bogotá: MinAgricultura.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Políticas para el desarrollo del sector agrícola en Colombia*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Plan estratégico para el desarrollo del caucho natural*. Bogotá: MinAgricultura.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Plan estratégico para el desarrollo del caucho natural*. MinAgricultura.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Condiciones agroecológicas para cultivos de interés nacional*. Bogotá: MinAmbiente.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Potencial agroecológico para cultivos forestales no maderables en Colombia*. Informe técnico.

Observatorio de Desarrollo Rural. (2023). *Diagnóstico de la cadena productiva del caucho natural en Colombia*. Bogotá: ODR.

- Observatorio de Desarrollo Rural. (2023). Estudio sobre la infraestructura agrícola en Colombia.
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.
- Organización Internacional del Trabajo. (2022). Capacitación y desarrollo en el sector agrícola.
- Ortiz, A. G., & Jiménez, Z. T. I. (2017). Determinantes y modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro agroalimentaria: una revisión de la literatura.
<https://www.redalyc.org/journal/5718/571864086003/>
- Osorio, L. M. N. (s. f.). Estudio Sobre El Mercado Del Caucho Natural Para La Fabricación De Materia Prima Y Productos En La Planta De Santa Clara En Tarazá, Antioquia.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley.
- Pérez, L. (2022). Articulación de cadenas productivas en el agro colombiano. Informe de investigación.
- PNUD Colombia. (2022). Caucho natural como alternativa de desarrollo en territorios afectados por cultivos ilícitos. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Porter, M. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). Impacto de los cultivos ilícitos en el Bajo Cauca.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). Informe de desarrollo humano en Colombia. PNUD.

Ramírez, T. (2023). Impacto económico de las cadenas de suministro en el sector agrícola. Análisis Económico.

Sánchez, F. (2025). Modelos de negocio en el agronegocio: Una revisión crítica. Revista de Economía Agrícola

SIMIO LLC (2023). SIMIO User Guide: Supply Chain Modeling.

Universidad de Antioquia. (2023). Articulación de cadenas productivas en el sector agrícola.

Universidad de Caldas. (2023). Colaboración entre actores en cadenas de suministro agrícolas.

Universidad de los Andes. (2023). Impacto ambiental del cultivo de caucho sostenible

Universidad de los Andes. (2023). Sostenibilidad y cambio climático en el sector agrícola colombiano.

Universidad Nacional. (2023). Análisis de mercado del caucho natural en Colombia.

USAID (2021). Lecciones de alianzas productivas en cadenas de caucho natural.

White, W., & De, S. K. (2001). Natural Rubber: Structure and Properties. Chapman & Hall.

Apéndice

Apéndice A

Encuesta aplicada a productores de caucho natural

Con la encuesta buscamos recopilar información primaria que permita caracterizar el perfil productivo, técnico, socioeconómico y comercial de los cultivadores de caucho de la región, con el fin de identificar limitantes, oportunidades y puntos críticos en la cadena de suministro.

El instrumento fue diseñado bajo un enfoque de investigación mixta, combinando preguntas cerradas (dicotómicas y de opción múltiple) para la cuantificación de variables, y preguntas abiertas para la captura de percepciones y contextualización cualitativa.

1. DATOS GENERALES

Nombre (opcional): _____

Asociación: _____

Municipio: _____

Vereda: _____

Años dedicados al cultivo de caucho: _____

2. INFORMACIÓN PRODUCTIVA

1. Área total cultivada (hectáreas): _____
2. Edad promedio de los árboles (años): _____
3. Rendimiento promedio por hectárea (kg/ha/año): _____
4. ¿Utiliza insumos certificados?

Sí ()

No ()

3. ACCESO A MERCADOS. ¿A quién vende su producción?

- Intermediario
- Asociación
- Planta procesadora
- Otro: _____

¿Tiene contratos formales de comercialización?

Sí ()

No ()

4. LOGÍSTICA Y TRANSPORTE ¿Cómo transporta el látex hasta el centro de acopio?

- Propio
- Contratado
- Acopio por asociación

Tiempo promedio de transporte (minutos): _____

5. CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA ¿Recibe asistencia técnica?

Sí ()

No ()

Entidad que brinda la asistencia: _____

Apéndice B

Entrevista semiestructurada para líderes y representantes legales de asociaciones de productores de caucho natural en el Bajo Cauca Antioqueño y Sur de Córdoba.

Este instrumento fue fundamental para comprender la dinámica organizacional del eslabón productivo, siendo la base para el diseño de las estrategias de fortalecimiento asociativo y la propuesta de valor colectiva detalladas en el modelo CANVAS

Información general:

- Nombre de la asociación: _____
- Municipio: _____
- Persona entrevistada: _____
- Cargo: _____

Preguntas clave

1. ¿Cuál es el número de asociados actualmente?
2. ¿Qué servicios brindan a sus asociados?
3. ¿Cuáles son los principales cuellos de botella en la comercialización?
4. ¿Cómo se articulan con actores como HEVEANCOR o RUBBERCORP?

