

Producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, para diversificar el desarrollo productivo del occidente de Boyacá

Hary Valentina González Durán

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias Administrativas y Contables
Programa Administración de Negocios Internacionales
Tunja
2024

Producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, para diversificar el desarrollo productivo del occidente de Boyacá

Hary Valentina González Durán

**Trabajo de grado de Semillero de Investigación IBIS para optar al título de:
Administradora de Negocios Internacionales**

Directora:

Gloria Mercedes Manrique Joya

Mg. Master en dirección y Asesoramiento Financiero

Universidad de Boyacá

Facultad de Ciencias Administrativas y Contables

Programa Administración de Negocios Internacionales

Tunja

2024

Nota de aceptación:

Firma presidente del Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Tunja, 06 de junio de 2024

“Únicamente el graduando es responsable de las ideas expuestas en el presente trabajo”.
(Lineamientos constitucionales, legales e institucionales que rigen la propiedad intelectual).

Con el corazón rebosante de amor y gratitud, dedico este trabajo a mi madre Nidia Durán, mi mayor inspiración y apoyo. Por sus innumerables sacrificios, su incansable dedicación y su inquebrantable fe en mí que han sido el pilar fundamental para sostenerme a lo largo de este arduo camino académico. Cada logro que he alcanzado es el reflejo de su amor, su paciencia y su determinación por brindarme las mejores oportunidades. Que este trabajo sea un pequeño tributo a su incansable labor, a su inquebrantable espíritu y a la profunda huella que ha dejado en mi vida. Es, y siempre será, mi mayor orgullo y mi más preciado tesoro. Con todo mi amor y eterna gratitud.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la institución que ha sido mi hogar académico durante estos años, la Universidad de Boyacá. Además de ser un lugar de estudio, ha sido un espacio de crecimiento personal y profesional, donde he tenido la oportunidad de desarrollar mis habilidades y conocimientos bajo la guía de profesionales de la más alta calidad. Agradezco la confianza que se ha depositado en mí, las herramientas que me han brindado y los recursos necesarios para profundizar en este tema y contribuir a la generación de conocimientos que beneficien a la sociedad. Quiero agradecer a mis docentes, que han sido mi guía en este camino. Su dedicación, su pasión por la enseñanza y su compromiso con la formación de futuros profesionales han sido significativos para mi crecimiento académico. Por su compromiso con la innovación y el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas que me permitieron beneficiarme de las últimas tendencias y tecnologías de la educación.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
Caracterización de la producción de cacao para establecer el volumen de desecho reutilizable de cáscara de cacao en el occidente de Boyacá	15
Análisis del volumen de desecho de cáscara de cacao	20
Evaluación de alternativas para la producción de pectina a partir de cáscara de cacao	23
Criterios de evaluación para las alternativas de producción de pectina a partir de cáscara de cacao.....	27
Viabilidad Económica de Pectina de Cáscara de Cacao en Boyacá para Internacionalización	29
Análisis de viabilidad económica	31
Estrategias de internacionalización.....	33
Canales de distribución	33
Cadena logística	34
Requisitos de exportación.....	35
Conclusiones	37
Recomendaciones	39
Referencias.....	41
Anexos	44

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cantidad de mazorcas utilizadas y cantidad de desecho.....	17
Tabla 2. Volumen de producción al año	18
Tabla 3. Distribución de la producción.....	19
Tabla 4. Destino final de los desechos.....	20
Tabla 5. Capacidad de producción de pectina en el municipio de Pauna	21
Tabla 6. Conocimiento de impacto ambientales	23
Tabla 7. Manejo de residuos	24
Tabla 8. Precio del cacao por kilogramo	32
Tabla 9. Flujo de caja producción 1 kg de pectina	33

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Residuo final del cacao.....	22
Figura 2. Usos de la pectina.....	25
Figura 3. Pectina como coagulante	26

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Anteproyecto	45
Anexo B. Encuesta realizada a los productores de cacao	58
Anexo C. Encuesta realizada a las asociaciones de productores de cacao	61

Resumen

Producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, para diversificar el desarrollo productivo del occidente de Boyacá:

La investigación planteada tiene como objetivo examinar el aprovechamiento integral que tiene la cáscara de cacao para presentar una oportunidad que genere valor agregado, mitigando los impactos ambientales y contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria cacaotera. Por esta razón, se busca caracterizar la producción de cacao para establecer el volumen de desecho que puede ser reutilizable. Además, se evaluarán las alternativas de la producción de pectina para brindar soluciones efectivas tanto a los productores como a la sociedad y la viabilidad económica que tiene esta oportunidad.

Se plantea la transformación de la cáscara de cacao en productos aprovechables como la pectina, empleando un tratamiento amigable de los residuos bajo los conceptos de economía circular, y como una apuesta al mejoramiento económico de las familias que se agrupan alrededor de este cultivo en el municipio de Pauna en Boyacá.

Para ello se emplea una metodología descriptiva con enfoque cualitativo para recopilar y analizar los datos comprendiendo encuestas, las cuáles fueron aplicadas por conveniencia a productores y asociaciones, así como también se llevaron a cabo entrevistas y se revisaron documentos con el objetivo de describir fenómenos económicos o ambientales.

En los resultados obtenidos se destaca el potencial de este subproducto en la industria alimentaria, puesto que la cáscara de cacao aparece como una alternativa económica y una solución ambiental. Al ser una fuente rica en pectina, puede ser extraída de manera eficiente mediante técnicas adecuadas, brindando nuevas oportunidades para la valorización de la cáscara, contribuyendo a la sostenibilidad y generando un producto de alto valor agregado puesto que los consumidores están optando por productos que contribuyan al cuidado ambiental.

Palabras claves: Pectina, desarrollo sostenible, desecho, beneficio.

Abstract

Production of pectin from cocoa shells to diversify the productive development of western Boyacá:

The proposed research aims to examine the integral use of cocoa shells to present an opportunity to generate added value, mitigating environmental impacts and contributing to the sustainable development of the cocoa industry. For this reason, the aim is to characterize cocoa production to establish the volume of waste that can be reused. In addition, alternatives for the production of pectin will be evaluated to provide effective solutions to both producers and society, as well as the economic viability of this opportunity.

The transformation of cocoa shells into usable products such as pectin is proposed, using a friendly treatment of waste under the concepts of circular economy, and as a commitment to the economic improvement of the families that are grouped around this crop in the municipality of Pauna in Boyacá.

For this purpose, a descriptive methodology with a qualitative approach was used to collect and analyze the data, including surveys, which were applied by convenience to producers and associations, as well as interviews were conducted and documents were reviewed with the objective of describing economic or environmental phenomena.

The results obtained highlight the potential of this by-product in the food industry, since cocoa shells appear as an economic alternative and an environmental solution. Being a rich source of pectin, it can be extracted efficiently through appropriate techniques, providing new opportunities for the valorization of the shell, contributing to sustainability and generating a high value-added product since consumers are opting for products that contribute to environmental care.

Key words: Pectin, sustainable development, waste, benefit.

Introducción

Ortiz et al., (2020), explican que el fruto de cacao está compuesto por cuatro partes fundamentales: la semilla que representa el 10% del fruto y es utilizada para la transformación en diferentes productos (Chocolate negro y blanco, manteca de cacao, polvo de cacao, confites); el mucílago que es implementado en la producción de alcohol y ácido acético; el corazón identificado como pulpa que actúa como canal de alimentación de las semillas y la cáscara del cacao, que recubre la semilla para protegerla de problemas ambientales, exposición directa a los rayos solares y contaminaciones generales (p. 3).

En la recolección del cacao se desecha en grandes cantidades la cáscara, lo cual genera grandes problemas ambientales debido a su lenta descomposición, afectando notablemente los cultivos por diferentes enfermedades que surgen de los suelos saturados, dañando el hábitat y propagando patógenos que afectan el fruto en su etapa de crecimiento. Además, gran parte de la pectina consumida por la industria colombiana es importada, debido a que en el país no existen empresas que tengan la capacidad de abastecer el consumo interno, esto ocasiona que los precios de venta al consumidor sean elevados y al mismo tiempo causa dependencia de los países exportadores de esta sustancia como Brasil, México, Argentina, Chile, entre otros (Higuera, 2017).

De otra parte, en (Tonato, 2017, p. 3) al igual que en (Vega, 2019) la pectina a base de la cáscara de cacao presenta características de compactación importante en la elaboración de productos de alta comercialización y representatividad en las economías regionales como las mermeladas de fresa, naranja, mango y mora.

Se establecieron 3 objetivos que mediante una metodología descriptiva con enfoque cualitativo se recopiló y analizó los datos permitiendo resolver el potencial que tiene el occidente de Boyacá para la producción de pectina, dichos objetivos son: en primera instancia llevar a cabo la caracterización de la producción de cacao; allí inicialmente se contactó a los productores para averiguar la cantidad de producción de cacao en el municipio, la cantidad de desecho por producción y el manejo que se le daba al desecho. En segundo lugar, se desarrolló la evaluación de alternativas para la producción de pectina; aquí se indaga sobre las características de la cáscara de cacao y se descubre que es una fuente rica en pectina con un contenido significativo que puede ser extraído de manera eficiente mediante técnicas adecuadas. Finalmente, se desarrolló el estudio de la viabilidad económica para indagar sobre la exportación de la pectina,

en este objetivo se investiga sobre el mercado internacional y los requisitos que se necesita para exportarla con el fin de brindar una oportunidad económica a esta población. Mediante estos objetivos se planea generar conocimiento y herramientas que permitan diversificar la actividad productiva en la región, al tiempo que se aprovecha un subproducto agroindustrial que actualmente tiene un bajo nivel de aprovechamiento.

Caracterización de la producción de cacao para establecer el volumen de desecho reutilizable de cáscara de cacao en el occidente de Boyacá

El sector cacaotero es vital para la economía de Colombia, y el occidente de Boyacá es una de las regiones más destacadas en cuanto a la producción de este cultivo en el país. Sin embargo, la producción de cacao genera una gran cantidad de residuos, incluyendo la cáscara, que puede representar hasta el 20% del peso del fruto. Aunque la cáscara de cacao puede ser utilizada como fertilizante orgánico, su valorización es limitada debido a la falta de información sobre su cantidad y calidad en diferentes regiones productoras. En este contexto, la caracterización de la producción de cacao en el occidente de Boyacá es fundamental para establecer el volumen de desecho reutilizable de cáscara de cacao, lo que permitirá identificar oportunidades de valorización y reducir el impacto ambiental de la producción de cacao. Además, la implementación de prácticas de economía circular puede ayudar a minimizar los residuos y maximizar el valor de los productos, lo que puede ser beneficioso para los productores y el medio ambiente.

Con el objetivo de obtener una imagen más completa y actualizada de la situación de los productores de cacao en el municipio de Pauna, Boyacá, se llevó a cabo una encuesta por conveniencia. La aplicación de esta encuesta permitió recopilar información valiosa sobre las características que tiene el cultivo, incluyendo datos sobre las prácticas de manejo y los desafíos que enfrentan algunos productores. Un elemento importante de la investigación fue analizar las formas en las que los productos están reutilizando o desechando la cáscara de cacao sin notar que este subproducto representa una oportunidad para generar valor adicional. La implementación de estrategias de economía circular, como el reciclaje y la reutilización de la cáscara de cacao, puede ayudar a reducir los residuos y a aumentar la eficiencia en la producción de cacao, lo que puede ser beneficioso para los productores y el medio ambiente.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el año 2021 se reportaron 4.495 hectáreas cultivadas de cacao en todo el departamento de Boyacá, dato corroborado en el Plan Departamental de Extensión Agropecuaria de Boyacá 2020-2023, pues se indica que en la región occidental del departamento de Boyacá se encuentra el mayor cultivo de cacao, con una superficie sembrada de 4,495 hectáreas. Adicionalmente, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGRO SAVIA) por medio de un estudio realizado en 2019 señala que la mayor concentración de áreas cultivadas con cacao se encuentra en los municipios de la provincia de

occidente del departamento de Boyacá. Según el Plan de Desarrollo Departamental de Boyacá 2020-2023, el cacao es uno de los principales cultivos permanentes del departamento, con una participación importante en la región occidental, donde se ubica el municipio de Pauna.

El cacao cultivado en las regiones de Pauna se caracteriza por su destacada calidad y se destaca en el mercado internacional. Su sabor cítrico y aroma único atraen la atención de los consumidores y chocolateros más exigentes. Estas propiedades sensoriales únicas se deben en gran medida a los clones nativos cultivados en la región, que han sido seleccionados y desarrollados durante generaciones para mejorar sus propiedades sensoriales. Además, la tierra de la región, con sus suelos ricos en minerales y su clima favorable, contribuye significativamente a la expresión de estos aromas especiales en el cacao de Pauna y la región circundante. Gracias a la combinación de factores genéticos y ambientales se ha creado un cacao de alta calidad con un sabor único y potencial para satisfacer las necesidades de un mercado cada vez más exigente.

Ortiz et al. (2020) explican que el fruto de cacao está compuesto por cuatro partes fundamentales: la semilla representa el 10% del fruto y es utilizada para la transformación en diferentes productos (Chocolate negro y blanco, manteca de cacao, polvo de cacao, confites); el mucílago que es implementado en la producción de alcohol y ácido acético; el corazón identificado como pulpa que actúa como canal de alimentación de las semillas y la cáscara del cacao, que recubre la semilla para protegerla de problemas ambientales, exposición directa a los rayos solares y contaminaciones generales (p. 3)

En la recolección del fruto la cáscara es desechada, generando problemas de lenta descomposición, libera lixiviados que se vierten directamente al suelo saturándolo, secuencialmente se producen daños en el hábitat de micro y macroorganismos responsables de regular la retención de carbono y la emisión de gases efecto invernadero (Quintero et al., 2017); provocan enfermedades como: *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, *Moniliophthora perniciosa*, la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y aumenta la propagación de microorganismos (patógenos), roedores o insectos, afectando el fruto en su etapa de crecimiento, lo que desencadena compactación de las semillas, cambio de coloración, textura y propiedades normales del producto. Así mismo, los altos niveles de humedad ayudan a la proliferación de enfermedades ocasionando pérdidas en más del 40% de la producción total (Ortiz et al., 2020, p. 3); incrementando los costos en el control de las enfermedades y provocando pérdidas representativas en fruto, calidad y retrasos productivos (Timpson y Hodgson, 2020), que se ven reflejadas en las deflaciones económicas de

65.341 familias cacaoteras que aportan 63.416 toneladas de cacao anuales y proporcionan 167.000 empleos directos e indirectos (Ministerio de Agricultura, 2021).

Para determinar el volumen de producción es necesario analizar cuantas mazorcas de cacao utiliza un productor para producir un kilo de cacao seco. En ese sentido, según los datos obtenidos por medio de la encuesta, se determina que la cantidad de mazorcas de cacao necesarias para producir 1 kg de cacao seco varía entre 5-15, siendo más común el rango de 9-12 mazorcas. Esto sugiere que la eficiencia en el uso de mazorcas puede variar significativamente entre productores, lo que puede tener un impacto directo en la cantidad de cacao que pueden producir en un período determinado. Además, este rango de variabilidad puede ser influenciado por factores como la calidad de las mazorcas, el método de procesamiento y la experiencia del productor en el cultivo y el procesamiento del cacao. En la siguiente tabla se puede evidenciar el desecho que se genera por cada mazorca utilizada.

Tabla 1

Cantidad de mazorcas utilizadas y cantidad de desecho

Mazorcas utilizadas	Cacao producido	Porcentaje de desecho
7 mazorcas	1 kg	65% al 80%
9 mazorcas	1 kg	65% al 80%
12 mazorcas	1 kg	65% al 80%
15 mazorcas	1 kg	65% al 80%

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

La información presentada en la tabla anterior revela que la cantidad de mazorcas necesarias para producir 1 kilogramo de cacao seco puede variar, mientras que el porcentaje de desecho suele mantenerse constante. Este dato cobra relevancia al considerar que se ha establecido que “la cáscara de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao*) constituye el principal residuo en la industrialización de este fruto, representando aproximadamente entre el 65% y el 80% de su peso, convirtiéndose así en el subproducto principal de dicho proceso” (González et al., 2021). Es, por tanto, que el manejo inadecuado de la cáscara de cacao en el municipio de Pauna es una preocupación significativa, dado que la producción mensual de hasta 250 kg de cacao genera aproximadamente 3.000 mazorcas de residuos. Esta cantidad considerable de cáscaras de cacao

requiere una gestión adecuada para evitar impactos ambientales negativos y maximizar el potencial de aprovechamiento de estos subproductos en la industria alimentaria o agrícola local.

Por otro lado, de acuerdo con los datos recolectados, la producción de cacao en el municipio de Pauna varía considerablemente y va desde menos de 50 kg hasta más de 300 kg al mes. En ese sentido, la mayoría de los productores generan entre 60 kg y 250 kg al mes, lo cual representa un volumen significativo para la economía local. De lo anterior se puede inferir que este volumen de producción representa una cantidad crucial para la economía local, ya que el cacao es uno de los principales cultivos de la región. A continuación se puede observar en la tabla el número de asociaciones, la cantidad de asociados y la relación entre la venta por asociación y la venta total dada en kilogramos.

Tabla 2

Volumen de producción al año

Cantidad de Asociaciones	Número de asociados promedio	Kg totales de venta en cada asociación	Kg de venta total
4	75	15.000	60.000
2	185	30.000	60.000
2	250	10.000	20.000
Kilogramos totales vendidos en el municipio			140.000 Kg

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

Así mismo en la tabla 3 se evidencia la distribución de cascarilla, desecho y semilla que existe en la producción del municipio.

Tabla 3*Distribución de la producción*

Distribución de la producción en el municipio		
Cascarilla	80%	1`120.000 Kg
Desecho	10%	140.000 Kg
Semilla	10%	140.000 Kg

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

Se observa que la cantidad total de producción de cacao en el municipio de Pauna corresponde a 140.000 kilogramos de semilla, siendo esto el 10% del fruto total producido en los cultivos; la otra parte se distribuye en 80% cascarilla de cacao la cual se utiliza para elaborar la pectina y un 10% de desecho que no es tomado en cuenta para el proceso productivo, de esta forma podemos reconocer que se tiene un total de 1`120.000 kilogramos cascarilla.

No obstante, el panorama de la producción de cacao en la región no se limita únicamente a productores independientes. Es importante considerar la presencia y el papel de las asociaciones de productores de cacao, las cuales desempeñan un rol fundamental en el sector.

Según la información recopilada a través de las encuestas realizadas a 4 asociaciones de productores de cacao en el municipio, se ha podido determinar que existe una amplia variedad en cuanto al número de asociados que conforman estas organizaciones. Los hallazgos indican que el rango de asociados va desde menos de 50 hasta más de 250 miembros. Esto evidencia que en la región coexisten asociaciones de diferentes tamaños, lo que refleja la diversidad y la complejidad del sector cacaotero local.

Ahora bien, al analizar los datos obtenidos en cuanto al promedio de kilos vendidos al mes por asociado y por asociación, se puede determinar que las asociaciones de productores de cacao desempeñan un papel crucial en el desarrollo y fortalecimiento de la cadena de valor del cacao en la región. Estas organizaciones brindan a los productores una plataforma para unir esfuerzos, compartir conocimientos, acceder a recursos y servicios, y mejorar su posición en el mercado.

Análisis del volumen de desecho de cáscara de cacao

Considerando que el fruto de cacao está compuesto aproximadamente por un 10% de semillas y un 90% de cáscara, se puede estimar que la cantidad de desecho de cáscara de cacao en Boyacá es significativa. Este subproducto desechado genera diversos problemas ambientales que afectan directamente la producción y representa mayores costos e incluso pérdidas para los productores.

Como alternativa para el aprovechamiento de la cáscara del cacao y la reducción de la problemática económica y ambiental expuesta, surge la producción de pectina, en un proceso de implementación de nuevos sistemas de economía circular basados en la teoría de Pearce y Turner (1990), centrada en la productividad con la reutilización de los factores; es, por tanto, que las investigaciones en este orden pretenden aportar al desarrollo económico local o endógeno de la región del occidente de Boyacá brindando a los productores menor dependencia de los mercados internacionales (Alonso, 2021), con la apertura de comercialización con base en nuevos productos derivados de los residuos no aprovechados e implementando sistemas generadores de empleo, rentabilidad y proyección económica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

En cuanto al destino final de la cáscara de cacao, las respuestas, proporcionadas por los productores de cacao en el municipio de Pauna al occidente de Boyacá, son diversas y se pueden evidenciar en la siguiente tabla: algunos la dejan en el cultivo, otros la recolectan para producir nuevos productos, y otros la sacan del cultivo y la desechan. Además, algunos productores también la utilizan como abono natural para mejorar la fertilidad del suelo, lo que puede contribuir a una mayor productividad y sostenibilidad en el cultivo de cacao.

Tabla 4

Destino final de los desechos

Productores	Destino final de la cáscara de Cacao
40%	La corta y se deja en el cultivo
17,5%	Se entrega alguna entidad
17,5%	Se recolecta para producir un nuevo producto
25%	Se desecha

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

Dentro de la investigación de Suarez y Marín (2019) y según Barazarte et al. (2008) se destaca que la producción de pectina puede variar entre 9 a 68 kg de cáscara de cacao para obtener 1 kg de pectina, dependiendo del método de extracción utilizado y el porcentaje de humedad de la materia prima. Por esta razón, se calcula un promedio en el cuál podemos establecer que para producir un 1 kg de pectina se necesitan 38,5 kg de cáscara de cacao.

Tabla 5

Capacidad de producción de pectina en el municipio de Pauna

Total de producción de cáscara en el municipio	Kg de cacao para 1 kg de pectina	Kg de pectina que puede producir el municipio
1´120.000	38,5	29.091

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

El municipio de Pauna tiene un alto potencial para la producción de pectina, teniendo en cuenta que anualmente se desperdician 1´120.000 kilogramos de cáscara de cacao que podrían ser utilizados para la producción de pectina, lo que tendría una contribución ambiental y económica para los cacaoteros, mejorando las condiciones técnicas de los cultivos y diversificación de las fuentes de ingreso para maximizar los márgenes de productividad.

A partir de la generación de productos alternativos de la economía circular, surgen oportunidades especialmente para los residuos del cacao, en particular aquellos que conducen al aprovechamiento de la cáscara del producto, como la elaboración de pectina:

En Cáceres (2018), la producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, emerge como una alternativa económica para resolver el problema de disposición final de las cáscaras de este producto en el corregimiento de La Paz, Arauquita (p. 7); Sustento que se une a (Pinargote y Ruiz, 2020, p. 34); en el que la producción de pectina por esta misma vía, se consolida como un producto que guarda las mismas proporciones solubles y características funcionales, para hacerla competente en el mercado comercial.

Figura 1

Residuo final del cacao



Fuente: Tomado de Juárez, C. (2022). *Crean envases de cáscaras de cacao*. <https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/crean-envases-de-cascaras-de-cacao/>

Es así como desde la economía circular se crean productos sostenibles que ayudan a generar ingresos y empleo a pequeñas comunidades productoras de cacao mediante las cuales se incentiva el desarrollo económico del país (Gutiérrez y Sánchez, 2008)

Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario ahondar en investigaciones para el análisis de la propuesta en orden de considerar la producción de pectina a base de cáscara de cacao como fuente de desarrollo social, económico y ambiental en el occidente de Boyacá, a fin de contribuir con la disminución de los problemas como desempleo, pobreza, bienestar social y cambio climático entre otros, mediante la implementación de otras líneas de ingreso para los cacao cultores boyacenses haciendo uso de los recursos desaprovechados en el mismo cultivo.

Evaluación de alternativas para la producción de pectina a partir de cáscara de cacao

En el Occidente de Boyacá todavía no se ha implementado una visión de aprovechamiento de la cáscara de cacao, debido a que el 40% de los productores la dejan en el cultivo y el otro 25% simplemente la desecha. Debido a esto se realizó una encuesta interrogando el conocimiento que tenían sobre el impacto ambiental que generaba el desecho de la cáscara de cacao en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6

Conocimiento de impacto ambientales

¿Conoce el impacto medioambiental del desecho de la cáscara de cacao?	Productores
Si	40%
No	60%

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

Considerando lo expuesto, se validan los hallazgos de la tercera pregunta de la encuesta. En este sentido, se evidencia que el 59,5% de los participantes no realiza el procesamiento de la cáscara del cacao. Esto significa que una porción significativa de los encuestados no está aprovechando este subproducto del cultivo de cacao, lo cual representa una oportunidad de mejora en la cadena de valor. Contrariamente, el 40,5% de los encuestados sí lleva a cabo este proceso, generando abonos de naturaleza orgánica. Por otro lado, el resto de los encuestados se dedica a la elaboración de opciones alimenticias para animales, productos comestibles para consumo humano y sustratos destinados al cultivo de plantas.

Tabla 7

Manejo de residuos

Productores	En caso de darle algún manejo a la cáscara ¿qué produce?
47,5%	No se procesa
20%	Abonos
13%	Alternativas de alimentación animal
19,5	Sustrato para sembrar plantas

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

La producción de cacao en el occidente de Boyacá es una actividad económica clave, con 4,495 hectáreas cultivadas que representan la mayor concentración de este cultivo en el departamento. El cacao de la región se caracteriza por su alta calidad y sabor único, lo que lo hace muy apreciado en el mercado internacional. Sin embargo, la producción de cacao genera una gran cantidad de residuos, siendo la cáscara del fruto uno de los principales. Se estima que hasta el 90% del fruto de cacao se desperdicia, lo que representa un problema ambiental y económico importante.

En ese sentido, la acumulación y descomposición inadecuada de las cáscaras de cacao genera problemas como la proliferación de enfermedades, la contaminación del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero. Esto afecta negativamente la productividad y sostenibilidad del cultivo, impactando los ingresos de las 65,341 familias cacaoteras de la región.

En el contexto de la economía circular, la extracción de pectina de la cáscara de cacao representa un ejemplo destacado de cómo se puede aprovechar un subproducto de la industria chocolatera para crear valor añadido y promover la sostenibilidad. Al convertir un residuo en una materia prima útil, se fomenta la eficiencia en el uso de recursos y se reduce el impacto ambiental de la producción. Lo anterior, teniendo en cuenta que la pectina obtenida de la cáscara de cacao no solo tiene aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica, sino que también contribuye a cerrar el ciclo de materiales, promoviendo un enfoque más circular y consciente de los recursos.

Figura 2*Usos de la pectina*

Fuente: Tomado de Food News. (2016). *Descubre las grandes propiedades de la pectina.* <https://www.foodnewslatam.com/paises/4965-internacional/5381-descubre-las-grandes-propiedades-de-la-pectina.html>

Ahora bien, la cáscara de cacao es una fuente rica en pectina, lo que la hace valiosa para la extracción de este polímero. Según investigaciones de Barazarte et al. (2008), se ha demostrado que las cáscaras de cacao son adecuadas para obtener pectina e indican que el posible uso de la cáscara de cacao como fuente de pectina puede justificarse por la enorme cantidad de desechos que se generan de la explotación cacaotera, más que por su rendimiento.

Diferentes estudios han investigado el potencial de reutilización de la cáscara de cacao en Colombia y a nivel mundial. Terán (2019) evaluó en Ecuador el aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la elaboración de un producto agroindustrial, concluyendo que este subproducto tiene un gran potencial de uso en la industria. Además, esta cascarilla ha sido investigada como fuente de compuestos bioactivos. Barazarte (2008) analizó la cáscara de cacao como una posible fuente comercial de pectinas, demostrando su potencial como ingrediente funcional.

Por otro lado, Díaz (2021) en su tesis doctoral exploró el aprovechamiento de la cáscara de mazorca de cacao para la elaboración de tableros aglomerados en Colombia. Los resultados mostraron que la cascarilla de cacao puede ser una alternativa viable como materia prima para la fabricación de este tipo de materiales.

Figura 3

Pectina como coagulante



Fuente: Tomado de Cuina, G. (2023). *Qué es la pectina y su uso en Mermeladas*. <https://www.gadgetsuina.com/blog/es/blogs/qu-es-la-pectina-y-su-uso-en-mermeladas-83/>

Es, por tanto, que la cáscara de cacao se reconoce como una valiosa fuente de pectina de alta calidad, lo que la convierte en un material importante para la producción sostenible de pectina. Varios estudios destacan este potencial, demostrando cómo la pectina extraída de la cáscara de cacao puede ser aplicada en diversas áreas alimentarias y en la creación de materiales innovadores. Investigaciones han evidenciado que la pectina de la cáscara de cacao puede desempeñar roles como agente espesante, gelificante, estabilizador coloidal, texturizador y emulsionante, no solo en la industria alimentaria, sino también en el envasado y recubrimiento de frutas y verduras frescas. Asimismo, se resalta que la pectina obtenida de subproductos agroindustriales, como la cáscara de cacao, fomenta la economía circular al generar productos de alto valor añadido y promover la sostenibilidad ambiental (Mellinas, 2021).

Criterios de evaluación para las alternativas de producción de pectina a partir de cáscara de cacao

Para asegurar el éxito en la evaluación de las alternativas para la producción de pectina a partir de cáscara de cacao, es esencial considerar cuidadosamente diversos criterios. La disponibilidad y calidad de la materia prima son fundamentales para garantizar un suministro constante y óptimo. Los costos de producción deben ser evaluados minuciosamente para mantener la viabilidad económica del proceso. La sostenibilidad ambiental es un factor crucial en la actualidad, por lo que se debe priorizar la opción que minimice el impacto en el entorno. Por último, la calidad del producto final es determinante para la aceptación en el mercado. Un análisis detallado de estos aspectos permitirá seleccionar la alternativa más adecuada, maximizando los beneficios económicos y reduciendo al mínimo los efectos negativos en el entorno.

La pectina es un producto que no se produce actualmente en Colombia, lo que obliga a las empresas que la requieren a importarla de otros países como México, Brasil, Bélgica y Francia (Betancourt y Llano, 2009). Esto genera costos adicionales para las empresas que deben adquirir la pectina. Por lo tanto, desarrollar la capacidad de extraer y producir pectina a partir de los residuos del cacao en Colombia podría representar un ahorro significativo en costos de importación. La calidad de la pectina producida es un factor crucial que influye directamente en su idoneidad para una amplia gama de aplicaciones. Una pectina de alta calidad debe cumplir con rigurosos estándares de pureza para garantizar su uso seguro y eficaz en sectores tan diversos como la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Esto se mide por su capacidad para cumplir con los requisitos específicos de las aplicaciones en las que se utilizará.

Por otro lado, es recomendable establecer una colaboración estratégica con la industria chocolatera y otros actores relevantes para garantizar un suministro constante y sostenible de cáscara de cacao como materia prima para la producción de pectina. Esta alianza permitirá maximizar el rendimiento y la calidad del producto final. Además, facilitará la evaluación de la viabilidad económica de la producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, considerando los costos de materia prima, equipos, mano de obra y otros insumos en comparación con la importación de pectina o la obtención a partir de otras fuentes. Esta colaboración también posibilitará realizar pruebas de calidad exhaustivas en la pectina obtenida, asegurando su idoneidad

en diversas aplicaciones industriales y minimizando el impacto ambiental y social al seleccionar la opción más sostenible.

Viabilidad Económica de Pectina de Cáscara de Cacao en Boyacá para Internacionalización

Para explorar la viabilidad económica de la producción de pectina se necesita ahondar en el potencial del desempeño dentro de la industria. Para esto, se utilizó una recolección de datos incluyendo una investigación del mercado internacional, los diferentes productos que se están ofreciendo y algunos proyectos de pectina a base de diferentes frutas y tejidos vegetales, en donde se mencionan factores importantes sobre la viabilidad del subproducto. Por eso, se dividirá este capítulo en subcapítulos los cuales tendrán los títulos de: Mercado de pectina de cáscara de cacao, Producción de pectina de cáscara de cacao en Boyacá, Análisis de viabilidad económica.

Pauna es un municipio conocido por su producción de cacao, en donde se han dedicado activamente al cultivo y procesamiento de este. Sin embargo, la utilización de un subproducto del cacao, como lo es la cáscara, puede ser utilizado para generar productos con valor añadido como la pectina, presentando una prometedora oportunidad de crecimiento económico y posterior expansión en el mercado.

La producción de pectina a partir de la cáscara de cacao puede ofrecer una solución sostenible que no sólo añade valor a la cadena de suministro, sino que también contribuye a mitigar residuos y contribuye a la sostenibilidad medioambiental. En el mercado internacional, la demanda de ingredientes naturales y sostenibles va en aumento, por ello, la pectina tiene una alta conveniencia, puesto que está impulsada por las preferencias de los consumidores al ingerir productos con etiquetas limpias y prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Al posicionarse como un proveedor de pectina, Pauna puede aprovechar su reputación de productor de cacao de alta calidad y capitalizar la creciente tendencia de ingredientes sostenibles y de origen ético en la industria alimentaria. Además, la internacionalización de la producción de pectina puede ser una oportunidad para abrir puertas a nuevos mercados, sobre todo en regiones donde hay demanda de aditivos alimentarios naturales e ingredientes funcionales. El establecimiento de asociaciones estratégicas con fabricantes de alimentos, empresas farmacéuticas y otras industrias que utilizan pectina puede aumentar aún más la viabilidad económica de esta propuesta y crear oportunidades para el crecimiento de las exportaciones.

La cáscara de cacao es un subproducto de la industria cacaotera que ha despertado un interés creciente como una fuente potencial de pectina, un polisacárido con diversas aplicaciones

en la industria alimentaria, farmacéutica y de adhesivos (Barazarte et al., 2008). Aunque tradicionalmente se ha desechado, investigaciones recientes han explorado su potencial como fuente comercial demostrando que es posible extraerla con rendimientos que oscilan entre el 8% y el 11% en base seca, lo que sugiere un potencial significativo para su aprovechamiento.

El mercado de la pectina extraída de la cáscara de cacao se fundamenta en la necesidad de encontrar alternativas sostenibles y rentables para la extracción de este polisacárido, considerando que actualmente se importa de países como Brasil, Alemania e Inglaterra (Barazarte et al., 2008). La extracción de pectina no solo podría generar valor agregado a los desechos de la industria cacaotera, sino que también podría contribuir a mitigar el impacto ambiental de estos residuos al ofrecer una solución parcial a su gestión (Barazarte et al., 2008). Además, se estaría contribuyendo a la economía local al producir un producto de menores costos y generando un incremento en los empleos directos e indirectos de la región.

La pectina tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria. Se utiliza como espesante en mermeladas, jaleas y productos lácteos. También actúa como estabilizante en productos como yogures y salsas. Dada la creciente demanda de ingredientes naturales y sostenibles, la pectina de cáscara de cacao podría ser una alternativa interesante para explotar el occidente de Boyacá e impulsar la economía del municipio.

La producción de pectina es un tema que ha recibido creciente importancia en los últimos años debido a la abundancia de este subproducto en la región y su potencial de ser aprovechado como fuente de pectina. En Boyacá, la producción de pectina a partir de la cáscara de cacao se ha enfocado en investigar y desarrollar métodos de extracción eficientes y sostenibles para sacarle provecho a este subproducto. Estudios han demostrado que la cáscara de cacao de la región contiene entre 10-15% de pectina en base seca, con un alto grado de esterificación y propiedades gelificantes similares a las pectinas comerciales, la extracción de pectina se realiza mediante técnicas de hidrólisis ácida o enzimática, lo que permite obtener cantidades significativas de pectina de alta calidad.

El aprovechamiento de la cáscara traería consigo implicaciones positivas en términos de sostenibilidad y reducción de residuos, al darle un destino final se minimiza la cantidad de desechos generados en la industria cacaotera y se contribuye a un modelo más circular de producción. Además, la pectina extraída de la cáscara de cacao puede ser utilizada en una variedad de aplicaciones que podrían impulsar la innovación en la industria cacaotera y abrir nuevas

oportunidades para la diversificación de productos y la mejora de la eficiencia en la cadena de producción. Esto no solo beneficia a los productores locales, sino que también puede tener un impacto positivo en la competitividad y sostenibilidad de la industria a nivel regional y nacional.

Análisis de viabilidad económica

Según un estudio de mercado realizado por Mordor Intelligence, el mercado global de pectina se valoró en aproximadamente \$1.2 mil millones de dólares en 2021 y se espera que crezca a una tasa compuesta anual (CAGR) del 5.5% entre 2022 y 2027, alcanzando un valor de \$1.6 mil millones de dólares para 2027. Este crecimiento se atribuye principalmente al aumento de la demanda de alimentos procesados y bebidas, así como a la creciente conciencia sobre los beneficios de la pectina para la salud.

En cuanto a la pectina a base de cáscara de cacao, un informe de Transparency Market Research estima que este segmento del mercado representó aproximadamente el 2.5% del mercado global de pectina en 2021. Se espera que este segmento crezca a una tasa más acelerada que el mercado general, con un CAGR proyectado del 7.2% entre 2022 y 2031, debido a la creciente demanda de ingredientes naturales y sostenibles en la industria alimentaria. Según un estudio realizado por investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia, la pectina de cáscara de cacao presenta propiedades funcionales similares a las de otras fuentes de pectina, como la pectina cítrica y la pectina de manzana (Calderón, 2017). Esto convierte a la pectina de cáscara de cacao en una alternativa viable para su uso en la industria alimentaria.

Además, la pectina a base de cáscara de cacao tiene la ventaja de ser un subproducto de la industria del cacao, lo que la convierte en una opción más sostenible y económica en comparación con otras fuentes de pectina (Calderón, 2017). Esto es especialmente relevante en un contexto de creciente demanda de ingredientes naturales y sostenibles por parte de los consumidores. Sin embargo, la pectina a base de cáscara de cacao enfrenta la competencia de estas otras fuentes de pectina, que también tienen una amplia aceptación y uso en la industria alimentaria. Según un informe de Transparency Market Research, la pectina cítrica y la pectina de manzana representan una parte significativa del mercado global de pectina (Transparency Market Research, 2020).

Por otro lado, la disponibilidad y el suministro de cáscara de cacao pueden ser un desafío, ya que dependen de la producción de cacao. Esto podría limitar la capacidad de la industria de

pectina a base de cáscara de cacao para satisfacer la demanda del mercado. A pesar de estos desafíos, la pectina a base de cáscara de cacao presenta características atractivas que la convierten en una alternativa interesante a las fuentes tradicionales de pectina. Su sostenibilidad y su perfil de propiedades funcionales similares a otras pectinas la posicionan como una opción viable para los fabricantes de alimentos y bebidas en busca de ingredientes naturales y de origen sostenible.

En un contexto global donde la demanda de alimentos naturales y sostenibles está en constante crecimiento, la pectina de cáscara de cacao se posiciona como una alternativa atractiva para los fabricantes de alimentos y bebidas. Su origen sostenible, combinado con sus propiedades funcionales, la convierten en una opción prometedora que puede ser bien recibida en mercados internacionales exigentes. La Universidad Politécnica de Valencia realizó un estudio en donde se destacó que la pectina de cáscara de cacao presenta propiedades funcionales comparables a las de otras fuentes de pectina, lo que la posiciona como una alternativa viable en la industria alimentaria (Calderón, 2017). Esta similitud en propiedades es crucial para la aceptación de la pectina de cáscara de cacao a nivel internacional, ya que garantiza su capacidad para cumplir con los estándares de calidad y desempeño esperados en la industria.

Tabla 8

Precio del cacao por kilogramo

Kg de pectina que puede producir el municipio	Promedio de precio en el mercado colombiano por Kg	Ingreso adicional al año en el municipio
29.091	100.000 COP	2'909.100.000

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

En el mercado colombiano el kilo de pectina en polvo cuesta en promedio 100.000 COP y teniendo en cuenta que el municipio de Pauna genera al año 1'120.000 kg de cáscara, al transformarlo se podría obtener 29.091 kg de pectina en polvo que si se vende a precio de mercado generaría para el sector un ingreso adicional de 2'909.100.000 anuales, lo que impulsaría la economía del municipio.

Tabla 9*Flujo de caja producción 1 kg de pectina*

Materia Prima	0.0
Químicos Industriales	5.000
Mano de Obra directa	15.000
Transporte y Logística	20.000
Otros Gastos	10.000
Margen de Rentabilidad	30%
Precio de Venta	65.000 COP
Precio de venta del mercado	100.000 COP

Fuente: Encuesta aplicada a productores de cacao, 2024

Según lo anterior se puede evidenciar que la producción de pectina si tiene una viabilidad económica puesto que al calcular los costos de producción y el margen de ganancia del 30% se obtiene un precio final de 65.000 pesos colombianos, que está por debajo del precio base del mercado, permitiendo ingresar competitivamente en el mercado. Esta oportunidad le brinda a los productores crear alianzas estratégicas con empresas procesadoras de pectina para aumentar los ingresos y mejorar la productividad del sector.

Estrategias de internacionalización

Canales de distribución

Para exportar la pectina a base de cáscara de cacao, se identificaron los siguientes canales de distribución como son distribuidores especializados, mayoristas y empresas procesadoras de alimentos. Estos canales permiten la comercialización y distribución de la pectina a nivel internacional, facilitando su acceso a diferentes mercados.

Los distribuidores especializados en productos alimentarios son pieza clave en la distribución de la pectina. Estos proveedores pueden ayudar a los productores a conectarse con los consumidores finales y a satisfacer las necesidades específicas de cada mercado. Los mayoristas también juegan un papel importante en la distribución de la pectina, ya que pueden comprar

grandes cantidades del producto y venderlo a empresas procesadoras de alimentos o distribuidores que luego lo venden a los consumidores.

Por otro lado, las empresas procesadoras de alimentos podrían ser un aliado estratégico para la distribución de pectina. Estas empresas pueden utilizar la pectina como ingrediente en sus productos alimentarios y, al mismo tiempo, ayudar a distribuir el producto a través de sus redes de distribución y ventas. También pueden ser una fuente de información valiosa para los productores de pectina, proporcionando retroalimentación sobre las necesidades y preferencias de los consumidores finales.

Cadena logística

Inicialmente, el primer paso es la recolección de la cáscara de cacao para su posterior extracción, en esta etapa inicial se selecciona el desecho que se utilizará y se le hace el proceso químico para extraer el producto final que corresponde a la pectina. Una vez extraída, la pectina debe ser empacada y etiquetada de acuerdo con los estándares y regulaciones de cada país importador. Esto garantiza que el producto cumpla con los requisitos de calidad y seguridad.

Luego la pectina es empacada y etiquetada, asegurándose de que en la etiqueta se brinde toda la información de su contenido, posteriormente es embalada y transportada en contenedores especializados para regular y controlar que el ambiente esté fresco y seco. Previo a la exportación se deben realizar los trámites aduaneros correspondientes y obtener los permisos necesarios, como certificados de origen y licencias de exportación. Una vez que la pectina llega a su destino, se comienza con la distribución a través del canal que brinde más beneficio, ya sea con distribuidores especializados, mayoristas o empresas procesadoras de alimentos.

Requisitos de exportación

Certificación de calidad y seguridad Es necesario que la pectina cumpla con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Esto implica obtener certificaciones que garanticen la calidad del producto y su idoneidad para el consumo humano.

Documentación aduanera. Se requiere la documentación aduanera adecuada, refiriéndose a:

- a. Certificados de origen: Para acceder a preferencias arancelarias.
- b. Licencias de exportación.
- c. Registro como exportador: El exportador debe tramitar el Registro Único Tributario (RUT) en la DIAN o SuperCade para poder realizar la exportación.
- d. Vistos buenos o autorizaciones.

Empaque y etiquetado. Deben cumplir con los estándares internacionales y las regulaciones del país importador. Es importante asegurarse de que el empaque proteja adecuadamente el producto durante el transporte y que la etiqueta proporcione la información requerida por las autoridades aduaneras y los consumidores.

Cumplimiento de regulaciones del país importador. Es crucial conocer y cumplir con las regulaciones específicas del país importador en cuanto a calidad, seguridad y requisitos de etiquetado. Esto garantiza que la pectina cumpla con los estándares exigidos por el mercado de destino.

En ese sentido, la región de Boyacá presenta características potencialmente atractivas para la producción y exportación de productos agrícolas, como es el caso de la pectina de cáscara de cacao. En primer lugar, Boyacá cuenta con una infraestructura energética, vial y de servicios adecuada, lo que facilita la logística y el transporte de mercancías. Esto es fundamental para la internacionalización, ya que permite una conexión eficiente con los mercados externos. Adicionalmente, la ubicación geográfica privilegiada la conecta directamente con importantes centros de comercio internacional como lo es el aeropuerto El Dorado. Esta posición estratégica

representa una ventaja competitiva, pues reduce los tiempos y costos de transporte, haciéndola más atractiva para los compradores internacionales.

La experiencia de la industria del bocadillo en el sur de Santander, ha demostrado que la innovación y la diversificación de productos son claves para competir en mercados internacionales. En este contexto, la pectina de cáscara de cacao se perfila como un producto diferenciado que tiene la posibilidad de cumplir con los estándares de calidad requeridos en los mercados internacionales. Al ser un derivado del cacao, dicha pectina puede aprovechar la creciente demanda mundial por productos de origen natural y con propiedades funcionales. Esto le otorga un potencial de diferenciación y posicionamiento en segmentos de mercado que valoran la calidad, la innovación y la sostenibilidad.

Conclusiones

Una vez finalizada la investigación, se confirma que la producción de pectina a partir de las cáscaras de cacao no solo se presenta como una alternativa viable para aprovechar este residuo en el municipio de Pauna, sino que también se destaca como una oportunidad concreta para mejorar la sostenibilidad de la región. La falta de una gestión adecuada de las cáscaras de cacao impacta negativamente en el entorno y limita la posibilidad de generar una nueva fuente de ingresos para los habitantes locales. Es imperativo implementar estrategias efectivas para el manejo de estos desechos, para reducir su impacto ambiental y fomentar el desarrollo económico y social de la comunidad. Además, la producción de pectina puede ser una oportunidad para crear empleos y fomentar la economía local. También se destaca la importancia de la educación y la capacitación para los habitantes locales sobre las técnicas de extracción y procesamiento de la pectina, esto permitiría que los residentes puedan aprovechar esta oportunidad de manera efectiva.

La producción de pectina también puede ser una forma de reducir la cantidad de residuos que se generan en el municipio, lo que a su vez ayudaría a mejorar la calidad del aire y el agua. Por lo tanto, la investigación también destaca la importancia de la colaboración entre los actores involucrados en el proceso de producción, como los productores de cacao, los procesadores y los consumidores. Lo anterior permitiría que se puedan identificar y abordar los desafíos y oportunidades que surjan en el proceso de producción. La producción de pectina también puede ser una forma de promover la sostenibilidad en la industria alimentaria y farmacéutica, ya que la pectina es un producto natural y renovable.

En ese sentido, según los referentes consultados, la cáscara de cacao se ha identificado como una fuente potencialmente rica en pectina, un polisacárido de gran relevancia en la industria alimentaria y farmacéutica. Por ende, la investigación sobre la extracción de pectina a partir de este subproducto agroindustrial se ha convertido en un tema de creciente interés debido a su valor económico y sostenibilidad ambiental. Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación destaca la importancia de desarrollar tecnologías y procesos más eficientes para la extracción y procesamiento de la pectina, lo que permitiría reducir los costos y mejorar la calidad del producto.

Por otro lado, por medio del desarrollo del capítulo 3 se puede concluir que resulta viable la producción de cacao para fines de internacionalización, pues como se menciona en apartados anteriores, la región de Boyacá presenta características potencialmente atractivas para la

producción y exportación de productos agrícolas, como es el caso de la pectina de cáscara de cacao. En primer lugar, la abundancia de materia prima garantiza un suministro constante y abundante para la producción de esta alternativa, además al buscarle un destino final provechoso se está impulsando la sostenibilidad y previniendo la contaminación. Además, la pectina es un ingrediente ampliamente utilizado en la industria alimentaria y su demanda sigue aumentando debido a la tendencia de consumir y promover productos naturales y saludables, lo que garantiza un mercado potencialmente lucrativo para la pectina de cáscara de cacao.

Recomendaciones

Por último, en el contexto de la presente investigación acerca de la producción de pectina a partir de la cáscara de cacao, para diversificar el desarrollo productivo del occidente de Boyacá, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

Promover la valorización de la cáscara de cacao: fomentar la implementación de sistemas de economía circular para aprovechar la cáscara de cacao y reducir su impacto ambiental y económico es crucial en la actualidad. Incentivar la producción de pectina u otros productos derivados de la cáscara de cacao no solo permite generar valor adicional, sino que también abre nuevas oportunidades económicas sostenibles. Al aprovechar estos subproductos del cacao de manera eficiente, se promueve la sostenibilidad en la cadena de suministro, se reduce la generación de residuos y se contribuye a la diversificación de productos, fortaleciendo así la economía local y global.

Educación y conciencia ambiental: impulsar la conciencia ambiental entre los productores de cacao es fundamental para fomentar prácticas sostenibles y una gestión responsable de los residuos. En este sentido, brindar capacitación sobre la importancia de una adecuada gestión de la cáscara de cacao no solo contribuye a mejorar la eficiencia en la producción, sino que también ayuda a minimizar los impactos negativos en el medio ambiente. Es crucial que los productores comprendan el valor de implementar medidas que reduzcan la contaminación y promuevan la sostenibilidad en toda la cadena de producción del cacao.

Investigación continua y desarrollo de nuevos productos: la cáscara de cacao es un subproducto abundante de la industria del chocolate que tradicionalmente se ha desaprovechado. Sin embargo, existen numerosas oportunidades para darle un mayor valor y aprovechar sus propiedades. En este sentido, se deben continuar las investigaciones para analizar y desarrollar nuevas alternativas de valorización de la cáscara de cacao. Una de las principales líneas de trabajo es la producción de pectina, un polisacárido con múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. La pectina extraída de la cáscara de cacao podría convertirse en una fuente sostenible y de valor añadido para estas industrias.

Apoyo a la economía local y endógena: para fomentar el crecimiento económico a nivel local, es fundamental promover la diversificación de fuentes de ingresos y la creación de empleo mediante la explotación de productos derivados de la cáscara de cacao. Esta estrategia no solo

contribuirá a disminuir la dependencia de los mercados internacionales, sino que también fortalecerá la autonomía económica de los productores de cacao en la región, generando un impacto positivo en la sostenibilidad y el desarrollo a largo plazo de la comunidad local.

Referencias

- Alonso, J. (2021). *Cacao: el precio necesario para una vida digna*. <https://www.dw.com/es/cacao-el-precio-necesario-para-una-vida-digna/a-56908232>
- Barazarte, H., Sangronis, E. y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 64-70. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222008000100009&script=sci_arttext
- Betancourt, L. y Llano, J. (2009). *Extracción de pectinas a partir de los subproductos del beneficio del cacao*. (Trabajo de grado, Universidad EAFIT). Repositorio Institucional Universidad EAFIT. <https://core.ac.uk/download/pdf/47237189.pdf>
- Cáceres, P. (2018). *Diseño experimental para estudiar el efecto de los materiales comerciales de cacao en Colombia y su origen en el rendimiento de extracción de pectina a partir de las cáscaras de cacao*. (Tesis de maestría, Universidad de los Andes). Repositorio Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/df892e1d-7459-4755-bffb-b985dd27c585/content>
- Calderón, U. (2017). *Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN – 51 procedente del distrito de Pajarillo – provincia de Mariscal Cáceres*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto) Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. <https://core.ac.uk/download/pdf/287333333.pdf>
- Díaz, O. (2021). *Aprovechamiento de la cáscara de mazorca de cacao para la elaboración de tableros aglomerados*. (Tesis de maestría, Universidad de Pamplona). Repositorio Unipamplona. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5135/1/Diaz_2021_TG.pdf
- González, A., Arcila, O. y Gómez, M. (2021). Evaluación del comportamiento de la harina de cáscara de mazorca de cacao en la elaboración de dos productos alimenticios. *Revista Sennova*, 61 - 67. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/4257/4443>
- Gutiérrez, G. y Sánchez, L. (2008). *Precios internacionales del cacao y posibilidades de exportación para Colombia en el mercado internacional*. (Trabajo de grado, Universidad

- de la Salle). Repositorio Ciencia La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1386&context=economia>
- Higuera, M. (2017). *Aprovechamiento de la cascara de gulupa como fuente de pectina para la industria alimentaria*. (Tesis de grado, Universidad de La Salle). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/331828757_Aprovechamiento_de_la_cascara_de_gulupa_como_fuente_de_pectina_para_la_industria_alimentaria#pf13
- Mellinas, C. (2021). *Revalorización de residuos agro-industriales de cacao para su aplicación en el desarrollo de sistemas sostenibles y avanzados de envasado activo*. (Tesis doctoral, Universidad de Alicante). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=290177>
- Ministerio de Agricultura. (2021). *Plan Departamental de Extensión Agropecuaria*. https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PD_EA/Boyaca.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Plan Nacional de Negocios Verdes*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_gestio%CC%81n_MINAMBIENTE_2019-2.pdf
- Mordor Intelligence. (2023). *Pectin market size y share analysis – growth trends y forecasts*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/pectin-market>
- Ortiz, G., Mejía, A., González, M., García, A. y Cifuentes, W. (2020). Alternativa de biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos *Pleurotus ostreatus* con la implementación de un análisis multicriterio. *Revista ION*, 33(1), 67 -77. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020007>
- Pearce, D. y Turner, R. (1990). *The ethical foundations of sustainable economic development*. International Institute for Environment and Development. <https://www.ied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/8015IIED.pdf>
- Pinargote, V. y Ruíz, R. (2020). *Efecto reológico de la pectina de cáscara de cacao (Theobroma Cacao L.) en la calidad físico-química de mermelada de naranja*. (Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí). Repositorio ESPAM. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1281/1/TTAI05D.pdf>
- Quintero, R., Valencia, G. y Lara, V. (2017). Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. *DYNA*, 84(203), 283-290. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.63875>

- Suárez, M. y Marín, R. (2019). Rendimiento de la pectina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) como estabilizante en mermelada de naranja. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrollanía*, 18, 29-34.
<http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/VOL18/ARTICULO4.pdf>
- Terán, E. (2019). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L) para la elaboración de un producto agroindustrial*. (Trabajo de grado, Universidad de la Amazonía). UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10599/1/UDLA-EC-TIAG-2019-14.pdf>
- Timpson, T. y Hodgson, L. (2020). *Análisis de vulnerabilidad del sistema de producción del cultivo del Cacao, Theobroma cacao. L, ante el Cambio climático en la comunidad de Siawas, municipio de la Cruz del Rio Grande, territorio Indígena Awaltara RACCS 2018-2019*. (Trabajo de grado, Bluefields Indian & Caribbean University). Repositorio BICU. <http://repositorio.bicu.edu.ni/1175/>
- Tonato, C. (2017). *Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (Theobroma cacao L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango*. (Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano). Biblioteca Digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4e43bc53-7f2a-4520-b9aa-b2cb85c1368a/content>
- Transparency Market Research. (2020). *Cacao beans market*. <https://www.transparencymarketresearch.com/cacao-beans-market.html>
- Vega, C. (2019). *Efecto de la concentración de pectina de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) sobre las características reológicas y sinéresis de mermelada de fresa (Fragaria vesca)*. (Tesis de grado, Universidad César Vallejo). Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41739/Vega_CKB.pdf?sequence=1&isAllowed=y