

**DESARROLLO TEÓRICO DE UN ENDULZANTE A BASE DE MIEL DE CAÑA DE
PANELA PRODUCIDA POR CAMPESINOS DE FORMA ARTESANAL EN
TRAPICHES DEL MUNICIPIO DE CAPARRAPÍ-CUNDINAMARCA.**

JORGE IVAN GALINDO GUEVARA

TRABAJO FINAL MONOGRAFÍA

ANA MARIA MORALES MARTINEZ

DIRECTOR

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA (UNIAGRARIA)

INGENIERIA DE ALIMENTOS Y AGROINDUSTRIAL

BOGOTÁ

2025

CONTENIDO

1. RESUMEN	9
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS	17
4.1. Objetivo general	17
4.2. Objetivos específicos	17
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1. Estado del arte	17
5.1.1. Producción artesanal de la panela	17
5.1.2. Producción de Panela en Caparrapí, Cundinamarca	20
5.1.3. Diversificación y Mercado de la Panela	21
5.2. Marco histórico	23
5.2.1. Orígenes de la Producción de Panela	23
5.2.2. Evolución del Sector Panelero en Colombia	24
5.2.3. Estrategias de Diversificación del Sector Panelero	24
5.3. Marco teórico	25
5.3.1. La necesidad de un endulzante a base de miel de caña	25
5.4. Marco conceptual	26
5.4.1. Morfología de la caña de panela	26
5.4.2. Miel de caña	28
5.4.3. Proceso de obtención de la miel	29
5.5. Marco legal	30
5.5.1. Resolución número 000779 de 2006	30
5.5.2. NTC 1846 de 2020	31
6. DISEÑO METODOLÓGICO	31
6.1. Metodología	31
6.2. Clase de investigación	32
6.3. Búsqueda de información	33

7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
7.1.	Generalidades de la zona de estudio	34
7.2.	Caracterización del proceso artesanal para la producción de panela en el municipio de Caparrapí-Cundinamarca	35
7.2.1.	Apronte	36
7.2.2.	Molienda	39
7.2.3.	Almacenamiento de jugo de caña	40
7.2.4.	Pre calentamiento	41
7.2.5.	Clarificación	42
7.2.6.	Evaporación	43
7.2.7.	Concentración	43
7.2.8.	Punteo	44
7.2.9.	Batido	45
7.2.10.	Gavereo	46
7.2.11.	Empaque	47
7.3.	Flujograma del proceso de elaboración de panela artesanal	49
7.4.	Subproductos generados en el proceso de fabricación de la panela	50
7.4.1.	Miel de caña o miel virgen	50
7.4.2.	Cachaza	50
7.4.3.	Bagazo de caña	50
7.4.4.	Cenizas y residuos de combustión	51
7.4.5.	Guarapo fermentado	51
7.5.	Caracterización de la miel de caña	52
7.5.1.	Descripción General	52
7.5.2.	Características Físicas	52
7.5.3.	Características Químicas	53
7.5.4.	Características Sensoriales	54
7.5.5.	Características nutricionales	54
7.5.6.	Características comerciales	55
7.5.7.	Características de Conservación y Vida Útil	55
7.6.	Desarrollo de un endulzante a base de miel de caña	56
7.6.1.	Definición del Producto	56
7.6.2.	Selección de la Materia Prima	61

7.6.3.	Formulación del Endulzante	62
7.6.4.	Proceso de Producción del endulzante de miel de caña	64
7.6.5.	Envase y Etiquetado.....	66
7.6.6.	Ficha técnica	69
7.7.	Discusiones	72
8.	CONCLUSIONES.....	74
9.	RECOMENDACIONES.....	75
10.	BIBLIOGRAFIA	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Producción mundial de panela.....	11
Ilustración 2: Proceso de producción de panela.....	19
Ilustración 3: Planta de caña (Saccharum officinarum L.) de mediana edad.....	26
Ilustración 4: Miel de caña.....	28
Ilustración 5: Diagrama de bloque del Proceso de obtención de miel.....	29
Ilustración 6: Requisitos físico-químicos de la panela.....	30
Ilustración 7: Ubicación geográfica del municipio de Caparrapí-Cundinamarca.....	34
Ilustración 8: Ubicación geográfica Finca El mauricio.....	35
Ilustración 9: Cultivo de caña Saccharum Officinarum L.....	35
Ilustración 10: Enramada finca EL MAURICIO, propiedad del Sr. Alvaro Lopez, vereda San Cayetano, Caparrapí-Cundinamarca.....	36
Ilustración 11: Proceso de corte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	37
Ilustración 12: Proceso de transporte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	38
Ilustración 13: Proceso de encarrado de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	38
Ilustración 14: Proceso de transporte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	39
Ilustración 15: Proceso de armado de bagaceras, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	40
Ilustración 16: Proceso de almacenamiento de jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	40

Ilustración 17: Proceso de aplicación del guásimo al jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	41
Ilustración 18: Proceso de calentamiento del jugo de caña y retiro de cachaza, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	41
Ilustración 19: Almacenamiento de cachaza o carrumbas, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	42
Ilustración 20: Proceso de clarificación del jugo de caña y calado de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	42
Ilustración 21: Proceso de evaporación del jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	43
Ilustración 22: Proceso de concentración del jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	44
Ilustración 23: Proceso de punteo de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	45
Ilustración 24: Proceso de verificación del punto de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	45
Ilustración 25: Proceso de batido de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	46
Ilustración 26: Proceso de gavereo, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.	46
Ilustración 27: Proceso de desmoldado de panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	47
Ilustración 28: Proceso de empaque panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	48
Ilustración 29: Proceso de arrume cajas de panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.....	48

Ilustración 30: Flujograma proceso artesanal de la panela.	49
Ilustración 31: Canales de Comercialización.	60
Ilustración 32: Flujograma proceso artesanal del endulzante de miel de caña.....	64
Ilustración 33: Prototipo de envase y etiqueta.	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos que deben cumplir las mieles vírgenes de caña de azúcar.	31
Tabla 2: Principales fuentes de información.....	32
Tabla 3: Características Físicas de la miel.	52
Tabla 4: Características Químicas de la miel.	53
Tabla 5. Características organolépticas de la miel de caña.	54
Tabla 6: Composición química y nutricional de la miel de trapiche.	54
Tabla 7: Características de Conservación y Vida Útil de la miel.....	55
Tabla 8: Segmentación demográfica.....	58
Tabla 9: segmentación Psicográfica.....	59
Tabla 10: segmentación conductual.....	59
Tabla 11: Características a evaluar en la caña.	61
Tabla 12: Características a evaluar en la Trehalosa.	61
Tabla 13: Formulación 1 endulzante de miel original.	63
Tabla 14: Formulación 2 endulzante de miel saborizado.	63
Tabla 15: Tamaño del envase.	66
Tabla 16: Ficha técnica endulzante de miel de caña.	69

1. RESUMEN

Esta investigación plantea el desarrollo teórico de un endulzante natural a base de miel de caña, producido de forma artesanal en los trapiches del municipio de Caparrapí, Cundinamarca, como una alternativa para diversificar el sector panelero local. La problemática abordada surge de la limitada rentabilidad de la producción tradicional de panela, el uso de tecnologías rudimentarias y la escasa valorización de subproductos como la miel de caña, a pesar de su potencial nutricional y funcional. El estudio se llevó a cabo mediante una metodología descriptiva e inductiva, apoyada en revisión bibliográfica especializada y observación directa del proceso artesanal de producción panelera. Se analizaron las etapas del procesamiento de la caña, se identificaron los principales subproductos y se profundizó en las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de la miel de caña, que la posicionan como una materia prima adecuada para la elaboración de un endulzante natural. Como resultado, se propuso una formulación teórica para un producto líquido endulzante, viable para ser desarrollado en condiciones artesanales, aprovechando recursos disponibles en la región. Esta formulación destaca por su sencillez, su enfoque hacia un mercado que busca opciones más saludables y naturales, y su capacidad para generar valor agregado a partir de un subproducto tradicionalmente desaprovechado. Se concluye que la transformación de la miel de caña en un endulzante representa una estrategia innovadora y sostenible para fortalecer la economía campesina, reducir el desperdicio agroindustrial y dinamizar la cadena de valor de la panela. Esta propuesta sienta las bases para futuras investigaciones experimentales y su eventual implementación a nivel productivo y comercial.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

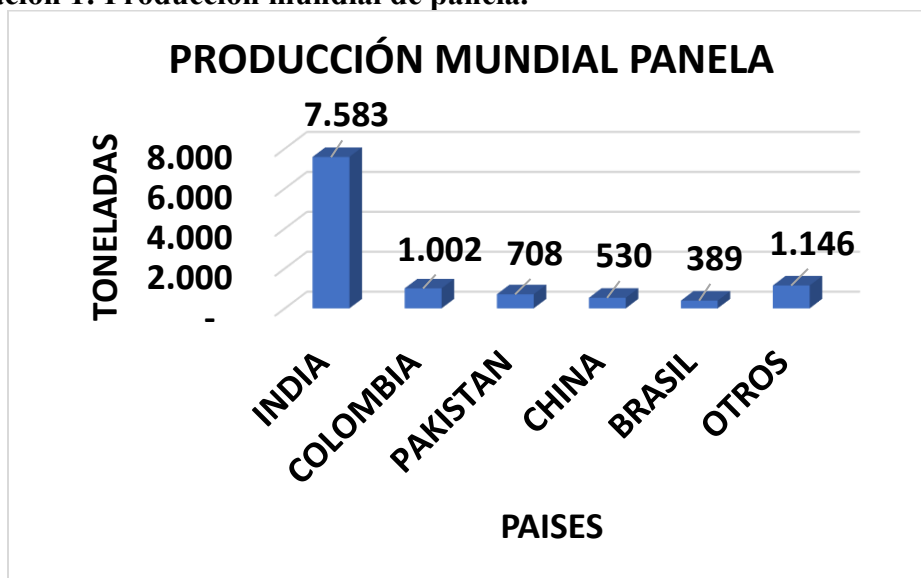
En el marco de la industria panelera se afrontan diferentes retos que comprenden desde el proceso productivo hasta la comercialización del producto terminado. Dentro de estos retos se encuentra la carencia de diversificación en el mercado de los productos derivados del procesamiento de la panela, tal como se indica en los estudios realizados en el año 2002, 2012 y 2018, los cuales coinciden con el análisis que da el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, donde se concuerda en que la informalidad del sector panelero, amenaza el desarrollo comercial del producto, lo que ha generado la caída de los precios del kg de panela, y principalmente envuelve la problemática entorno a la figura y participación de los intermediarios o comercializadores que son quienes fijan el precio de la carga en las plazas de mercado donde se negocia la panela. Desde la perspectiva de la oferta, los productores de panela tienen una capacidad limitada de influencia en el mercado, debido a la existencia de aproximadamente 39.961 productores a nivel nacional, lo que genera una estructura de mercado altamente fragmentada. Además, la panela compite en un entorno con una amplia variedad de sustitutos, entre los que se destacan productos como el azúcar refinado, el aspartamo y otros edulcorantes naturales y artificiales, lo cual reduce aún más el poder de negociación de los productores frente a la demanda. (MINAGRICULTURA, 2018).

Es importante destacar que el sector panelero al igual que otras industrias de alimentos, experimentan constantes variaciones en la participación del mercado actual, obligando al sector a desarrollar nuevas oportunidades que enfrenten los paradigmas tradicionales de la comercialización del producto. Estos paradigmas han sido fortalecidos principalmente por el hecho de ser catalogada la panela como un alimento básico de la canasta familiar de los colombianos (Triana, Rodriguez, & Martinez, S.F.). Si bien es cierto lo anterior, también es relevante mencionar

que el mercado de los alimentos tiene una gran gama de opciones que se deben explorar de manera comercial para superar las frecuentes oscilaciones de precios que se enfrentan cada año en el mercado natural de la panela, de esta manera, buscar alternativas que permitan mantener un equilibrio en la economía de las familias paneleras sin que las crisis naturales de precios las afecten al punto de contemplar otras opciones que pueden no ser las mejores como medio de supervivencia (Triana, Rodriguez, & Martinez, S.F.).

Ahora bien, contemplando el panorama actual de participación del sector panelero en Colombia, se destacan datos relevantes emitidos por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en su informe sobre la cadena agroindustrial de la panela en el año 2020, donde se menciona que Colombia se ubica como el segundo mayor productor de panela en el mundo, solo superado por India y seguido por Pakistán, China y Brasil. En este sentido Colombia representa el 16% del mercado mundial, lo cual es evidencia de la importancia del sector panelero para la economía del país (MINAGRICULTURA, 2021).

Ilustración 1: Producción mundial de panela.



Tomado de (MINAGRICULTURA, 2021)

En Colombia, la producción de panela representa una actividad agroindustrial de gran relevancia, con 235.711 hectáreas cultivadas en 28 departamentos y una producción anual que supera 1,4 millones de toneladas (UPRA, 2023). Esta actividad no solo tiene un impacto económico, sino también social, al involucrar a más de 350.000 familias campesinas y generar alrededor de 45 millones de jornadas laborales al año, con una participación destacada del 12% de la población rural (Ballesteros, 2021). Sin embargo, el sector enfrenta un reto importante: en los últimos cinco años, el consumo per cápita de panela ha disminuido en un 24%, pasando de 30 kg a entre 17 y 19 kg anuales, situación atribuida principalmente a las fluctuaciones de precios y al surgimiento de nuevos hábitos de consumo (SECTORIAL, 2023).

En este contexto, el municipio de Caparrapí, Cundinamarca, se posiciona como el principal productor de panela del país, con una producción de 453.650 toneladas en 2022, destacándose por su rol en el abastecimiento de ciudades como Bogotá, Medellín, Ibagué, Villavicencio, Honda y La Dorada (UPRA, 2023). No obstante, a pesar de su importancia productiva, el sector en Caparrapí enfrenta serias limitaciones estructurales, como el uso de tecnologías precarias, altos costos en producción y postcosecha, falta de infraestructura adecuada para el acopio y transporte de productos perecederos, así como una escasa organización comunitaria y la ausencia de una red articulada de información de mercados agrícolas. Estas problemáticas afectan directamente la competitividad del sector y evidencian la urgencia de impulsar procesos de modernización, diversificación y fortalecimiento agroindustrial que permitan aprovechar todo el potencial de la panela en el ámbito local y nacional (CONCEJO MUNICIPAL DE CAPARRAPI, 2018).

Ante lo anterior, se evidencia que la problemática que más aqueja al sector panelero del municipio de Caparrapí-Cundinamarca, es la falta de mercados para comercializar panela o, en dado caso derivados de panela; no se cuenta con procesos de comercialización diversos que

permita aumentar el poder de los productores y reducir el poder del intermediario. Por lo anterior, nace la necesidad de buscar y validar las oportunidades que tiene la producción de la panela para alcanzar otros segmentos de los alimentos como es el de confitería y endulzantes, con el fin de introducir y difundir nuevas tecnologías, ingredientes, procesos y materias primas (Triana, Rodríguez, & Martínez, S.F.).

Finalmente, a la problemática actual que atraviesa el sector panelero y el sector productivo del municipio de Caparrapí, se suma que, en los procesos de elaboración de caña, y de alimentos en general, se genera una gran cantidad de desechos y subproductos de alimentos que contienen valiosos compuestos bioactivos, especialmente a lo largo de toda la cadena de suministro. El minimizar estos desperdicios y subproductos generados, es la primera opción para evitar problemas ambientales y ayudar a la economía y la sociedad. Aunque muchos países implementan políticas para reducir los desperdicios y subproductos de alimentos, y existen diferentes métodos de gestión disponibles para utilizar los desperdicios de alimentos agrícolas, todavía se producen en grandes cantidades (Capanoglu, Nemli, & Barberán, 2022).

Para el caso específico de la producción de panela, la cachaza es uno de los subproductos más representativos, ya que abarca en promedio el 10% del producto procesado, el cual solo se utiliza en procesos de creación de fertilizantes y en el mayor de los casos se queda como desecho agrícola (Fonte, Caballero, & Gonzalez, 2021). Es acá donde se busca aprovechar los estudios nanotecnológicos y biotecnológicos que se utilizan recientemente como aplicaciones novedosas y ecológicas, para valorizar los desechos de alimentos agrícolas y mejorar su estabilidad y aplicabilidad, permitiendo revisar otras alternativas de valorizar los residuos de alimentos consumibles es utilizarlos para la producción de alimentos funcionales (Capanoglu, Nemli, & Barberán, 2022).

Con base a lo anterior, se plantea la siguiente pregunta problema, ¿El desarrollo de un endulzante puede generar valor agregado a los subproductos y residuos resultantes de la producción de panela, diversificando el mercado actual?

Mediante el presente proyecto se evalúa a través de antecedentes el desarrollo de un producto a base miel de caña en las inmediaciones de los principales trapiches del municipio de Caparrapí en Cundinamarca, equiparando el poder edulcorante de otros productos sustitutos como el azúcar.

3. JUSTIFICACIÓN

La Federación Nacional de Paneleros (FEDEPANELA) destaca que la panela en Colombia es la base del sustento de miles de familias campesinas, quienes la producen en unidades de pequeña y mediana escala, en gran parte con mano de obra familiar. La producción de panela es una de las actividades agroindustriales más importantes del país por el área sembrada después del café (el 32% se dedica a la producción de azúcar, el 7% a mieles, guarapos, forrajes y el 61% a panela) (Escobar, 2004). El alto porcentaje de producción dedicado a la panela en Colombia justifica los esfuerzos por tecnificar la industria y mejorar su rentabilidad, dada su importancia en la generación de empleo rural y en la alimentación de los colombianos. No obstante, el sector enfrenta baja productividad, altos costos y el uso de tecnologías rudimentarias, lo que limita su desarrollo y mantiene a muchos productores en condiciones de pobreza. A pesar de estas dificultades, Colombia ocupa el segundo lugar mundial en producción de panela y el primero en consumo per cápita, lo que resalta su relevancia estratégica tanto a nivel nacional como internacional (Escobar, 2004).

El mercado de la panela es un mercado en crecimiento, tanto a nivel nacional como en exportaciones e importaciones, Según FEDEPANELA en su informe sobre “La Demanda de la Panela Durante la Pandemia” el consumo de la panela per cápita fue de aproximadamente 19,5

kilogramos, y en 2020, aunque no hay una cifra exacta sí se puede inferir que aumentó debido a una mayor demanda que presionó los precios al alza, lo que en últimas generó que frente a 2019 y 2018 este segmento del agro viera una mejora en sus utilidades (FEDEPANELA, 2021).

Según Tovar (2022), explica que el sector panelero tuvo un crecimiento de 3.8% en el PIB del segundo trimestre, lo cual convierte al sector panelero en un sector en crecimiento, demostrado por el crecimiento en las exportaciones las cuales tuvieron un crecimiento de 300% en los últimos años, pasando de exportar 3.000 toneladas para el año 2015 a exportar 12.000 para el año 2020. En el año 2022 se logró superar las 15.500 toneladas exportadas (Sistema de Información Panelero (SIPA), 2022). Este crecimiento puede verse influenciado por la tendencia de consumo de productos naturales de alta calidad y propiedades nutricionales en todo el mundo; no obstante, algunos de los principales destinos de exportación de este producto son: Estados Unidos, España, Italia, Chile y Panamá (Tovar, 2022).

El crecimiento permanente del sector panelero es un factor positivo, los informes de la Federación Nacional de Paneleros muestra una tendencia creciente del sector, acompañado de que Colombia es el principal consumidor de panela en el mundo y el segundo productor, para los economistas el match perfecto; se tiene el mercado y la industria, ya solo queda eliminar las coyunturas que aquejan al sector y la principal es eliminar/mitigar el oligopsonio del sector panelero. La mejor forma de eliminar el oligopsonio es la diversificación del sector, entrar a nichos como la elaboración de productos endulzados con panela, panela pulverizada, siropes, endulzantes y entrar como materias primas a sectores de confitería y snacks (Calvo, 2021).

Un ejemplo claro de la diversificación del sector panelero es la Ley 2005, de diciembre del 2019, la cual le ha abierto a la industria panelera la oportunidad de entrar de manera formal al negocio de los alcoholes agrícolas, y dentro de este a la producción artesanal de rones, aguardientes

y otros licores, como los aperitivos. El asunto va tan en serio, que tan solo en dos años después de expedida, ya hay dos experiencias muy interesantes en el campo de los licores (SAC, 2022).

El valor agregado generado por el procesamiento de panela en nuevos productos se evidencia de diferentes maneras, como lo puede ser:

- Nuevos usos, como derivados, por ejemplo, miel de caña, jarabe, dulces, galletas, barras energéticas y bebidas. Esta diversificación llena el mercado y proporciona más oportunidades de consumo.
- La panela puede convertirse en productos más elaborados, añadiendo valor en la cadena de producción, como caramelos, productos para la industria alimentaria o cosmética (por ejemplo, cremas o jabones con extractos de panela).
- El proceso de innovación llevará a una mejor calidad de la panela o sus derivados (sabor, textura, color, presentación, etc.). Por ejemplo, la panela orgánica, que es menos recocida y libre de químicos, puede agregar valor a los mercados que buscan productos más naturales o saludables.
- Métodos de producción más sostenibles que destacan la calidad y el origen del producto.
- El desarrollo de nuevos productos basados en panela puede comercializarse a un precio más alto en mercados locales o internacionales, lo cual beneficia directamente a los productores.
- Desarrollar nuevos productos puede generar nuevos ingresos, ya que se pueden vender en diferentes tipos de tiendas, tiendas de productos naturales, supermercados o ventas por Internet.

Definida la necesidad de diversificar el sector panelero, se planteará el desarrollo de un edulzante a base de miel de caña de panela, basado en los subproductos de la producción de

panela artesanal del municipio de Caparrapí, con el objetivo de diversificar el mercado, eliminar los intermediarios, reducir costos operacionales, integrar nuevas tecnologías y reducir desperdicios y reprocesos.

4. OBJETIVOS

4.1.Objetivo general

Establecer una estrategia de valor agregado en la industria panelera, por medio del desarrollo teórico de un endulzante a base de miel de caña, producido artesanalmente por campesinos del municipio de Caparrapí – Cundinamarca.

4.2.Objetivos específicos

- Identificar la producción artesanal de panela en el municipio de Caparrapí-Cundinamarca y sus subproductos, mediante visitas a los trapiches, brindando una alternativa viable para su potencial aprovechamiento.
- Describir las propiedades nutricionales y organolépticas de la miel de caña de panela a nivel teórico para su valor agregado.
- Determinar la formulación de un endulzante con base a la identificación de un subproducto del sector panelero explorando nuevos segmentos del mercado.

5. MARCO REFERENCIAL

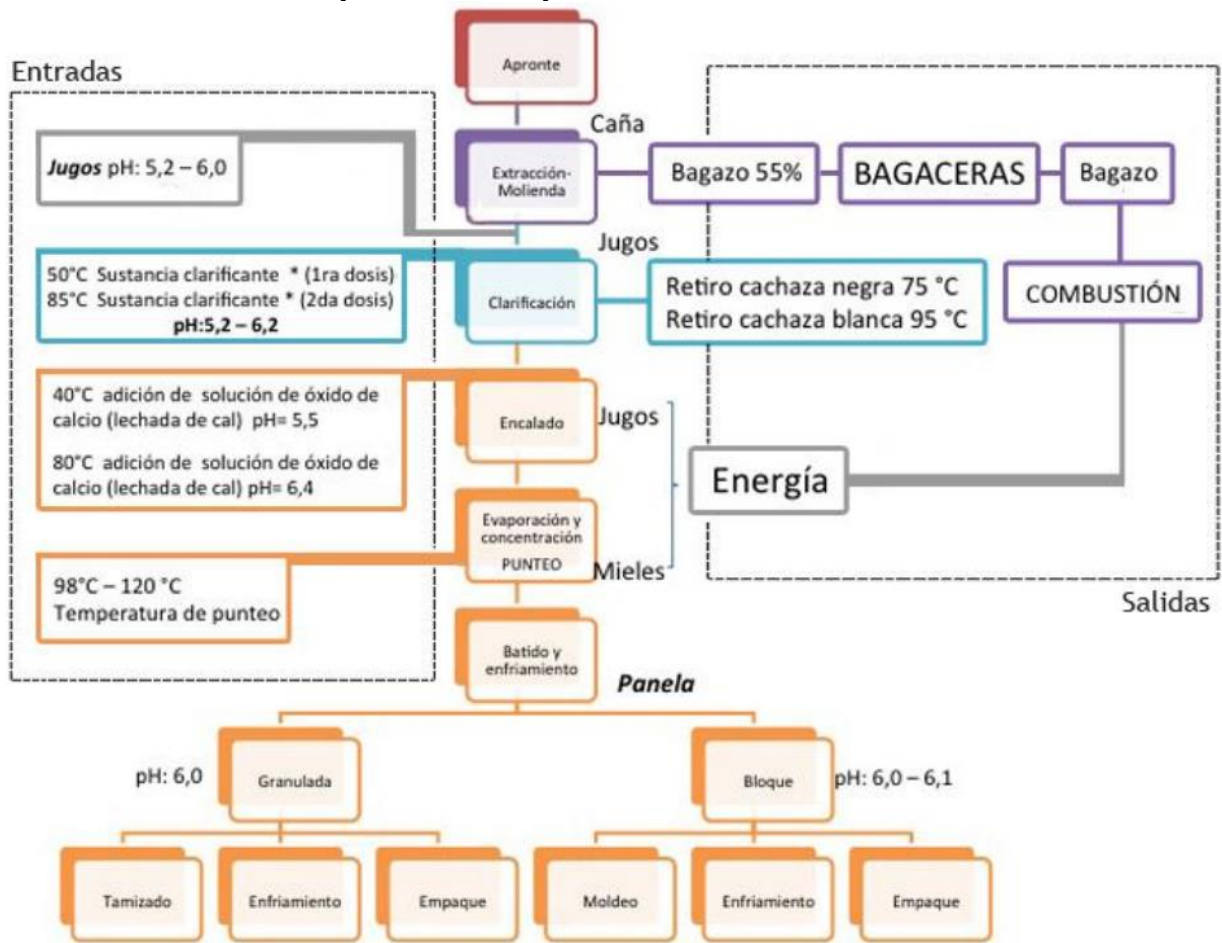
5.1.Estado del arte

5.1.1. Producción artesanal de la panela

El proceso de elaboración de panela consiste en moler la caña, clarificar y evaporar el jugo hasta obtener una miel concentrada (más de 90°Brix), la cual se bate, moldea y enfría para lograr la solidificación. En el flujo del proceso de elaboración de panela, se destaca un intervalo de pH entre 5,2 a 6,2 en las diferentes etapas del proceso. Valores superiores o inferiores a este intervalo

presentan problemas de calidad en el producto final. En las etapas de clarificación, encalado y punteo se emplea el calentamiento del jugo de caña con el fin de eliminar impurezas y concentrar el jugo de caña. La clarificación consiste en la eliminación de las cachazas o sólidos en suspensión tales como bagacillos (material lignocelulósico), hojas, arenas, tierra, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña. La limpieza de los jugos ocurre gracias a la acción combinada del calentamiento suministrado por la hornilla y la acción de ciertos aglutinantes. Estos se sumergen directamente en el jugo cuando se alcanzan temperaturas entre 50° y 85°C, donde a los 75°C se retiran las impurezas denominadas “cachaza negra” y a los 95°C se retira la “cachaza blanca”. El encalado es una parte de la limpieza donde se adiciona cal (óxido de calcio), con el objeto de regular la acidez de los jugos a un valor de pH de 5,8, para prevenir la formación de azúcares reductores y ayudar a la clarificación de los jugos; la aplicación se realiza en dos etapas a 40°C y 80°C. El punteo corresponde a la etapa de evaporación y concentración del jugo de caña donde se alcanzan temperaturas entre los 98° y 120°C. Durante la etapa de clarificación se pueden emplear algunos aglutinantes de ciertas resinas naturales que se obtienen al macerar las cortezas de algunos árboles o aglutinantes artificiales como la poliacrilamida. Entre los aglutinantes naturales (mucílagos vegetales) se encuentran el Balso (*Heliocarpus popayanensis*), el Cadillo (*Triumfetta láppula* L.), el guásimo (*Guazuma Ulmifolia* L.), el falso san Joaquín (*Malvaviscus Pendulifloreis* Dc) y el Combio (*Myriocarpa* sp.), donde se aprovechan en algunos de ellos las cortezas de los tallos. Estas cortezas se caracterizan por ser ricos en celulosa, hemicelulosa y ligninas (MINSALUD, 2012).

Ilustración 2: Proceso de producción de panela.



Tomado de (MINSALUD, 2012)

El proceso artesanal de la panela es una operación agroindustrial de gran relevancia en la economía y el desarrollo sociocultural de América Latina, que se ve sometido a dificultades en la comercialización, condiciones climáticas y competencia con productos importados. Según un estudio de caso realizado en Tinajas (Dolega, Chiriquí, Panamá) sobre un productor con más de 30 años de experiencia en la actividad, con tres hectáreas de caña de azúcar, se obtienen 1,500 unidades de panela por mes a un precio de USD 0.20 por unidad, para un ingreso de USD 300. La producción se realiza a través de métodos artesanales, incluyendo el uso de hornos de ladrillo y moldes de madera, en un sistema agrícola diversificado que produce yuca, plátano, frijoles y otros cultivos. No obstante, sus limitaciones incluyen baja precipitación, fuertes vientos, plagas como

Phyllophaga sp., *Diatraea tabernella* y *Saccharicoccus sacchari*, bajo acceso a tecnología y competencia desleal contra la panela importada vendida a bajos precios. Las estrategias de manejo del productor incluyen la aplicación de cal agrícola, enmiendas orgánicas, así como control químico y biológico (Collantes & Atencio, 2023). El presente caso aborda la necesidad de actividades de diversificación productiva e innovación comercial que fortalezcan la sostenibilidad del pequeño sector productivo de panela, en el cual el desarrollo de nuevos derivados, como los edulcorantes a base de jarabe de caña, podría convertirse en una alternativa viable para aumentar la competitividad del sector, aplicable a contextos similares como la producción panelera en Caparrapí-Cundinamarca.

5.1.2. Producción de Panela en Caparrapí, Cundinamarca

El Panorama Situacional de la Cadena Agroindustrial de la Panela en Colombia, realizado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), ofrece un diagnóstico detallado de los principales desafíos estructurales del sector panelero en el país. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y la Política de Planificación Productiva, esta investigación analiza el desempeño de la cadena desde impactos sociales, económicos, ambientales e institucionales, con un horizonte de 20 años. Entre los hallazgos más importantes, se detalla que la producción de panela en Colombia se desarrolla en pequeñas unidades productivas con bajos niveles de mecanización, lo cual impacta en la competitividad del sector. En este sentido, es posible identificar desafíos críticos en precios, costos de producción, acceso a mercados y comercialización, así como la necesidad de fortalecer la asociatividad y el financiamiento de los productores. A nivel tecnológico, se destaca el papel de la optimización de los procesos productivos y la aplicación de miel de caña para la diversificación del sector. También se enfatiza la necesidad de mejorar la sostenibilidad ambiental, particularmente en la gestión del agua y del

suelo, así como los reducidos impactos climáticos de la actividad panelera. En línea con las recomendaciones del estudio bajo estos contextos, el establecimiento de un endulzante natural a base de miel de panela de caña en Caparrapí, Cundinamarca, bajo condiciones de alta producción y buen manejo técnico-económico permite la diversificación productiva, la rentabilidad del productor y un mayor valor agregado al sector panelero en Colombia (UPRA, 2023).

En febrero de 2022, la Federación Nacional de Productores de Panela (Fedepanela) destacó la colaboración de la Gobernación de Cundinamarca y su Agencia de Comercialización e Innovación en la exportación de panela desde Caparrapí. Esta alianza facilitó la recolección de 55 toneladas de mieles vírgenes de diversas veredas de Caparrapí, las cuales fueron procesadas en la Central de Mieles local para producir 18 toneladas de panela en presentación de piloncillo, destinadas al mercado estadounidense. Fedepanela también resaltó el papel de la Asociación de Alimentos Paneleros de Caparrapí en la operación de la Central de Mieles y la significativa participación de mujeres y jóvenes en las etapas de empaque y producción, respectivamente (FEDEPANELA, 2022).

5.1.3. Diversificación y Mercado de la Panela

La agroindustria panelera se señala como una de las estrategias más relevantes para la diversificación de ingresos en las áreas rurales de América Latina, especialmente en algunos países, particularmente en Colombia, Brasil y Guatemala, donde esta agroindustria constituye un sector fundamental de la economía rural. Según el informe de la FAO (2004), la panela se produce en pequeñas fincas familiares; es un sistema de producción que combina el cultivo de caña de azúcar, una elaboración artesanal en trapiches y comercialización en mercados locales y nacionales. A diferencia de los azúcares refinados, la producción de panela conserva minerales y compuestos bioactivos, lo que le confiere un valor nutricional mayor que el de esos azúcares. Esto

posiciona a la panela como un producto con potencial para la diversificación y valorización del mercado. No obstante, este sector enfrenta desafíos significativos como bajos niveles de mecanización, falta de uniformidad en la calidad, infraestructura comercial limitada y competencia con otros edulcorantes industriales. Teniendo esto en cuenta, el documento destaca la necesidad de modernizar la agroindustria panelera mediante esfuerzos como la diversificación de mieles de caña de azúcar y sus derivados, el desarrollo de nuevas tecnologías que promuevan la eficiencia productiva y el fomento de la segmentación diferenciada del mercado. Estas estrategias son clave para construir la sostenibilidad económica de los pequeños productores con inserción en mercados cada vez más competitivos (FAO, 2004).

La investigación titulada "Evaluación del proceso de obtención de jarabes a partir de mieles de caña" analiza diferentes métodos para transformar la miel de caña en jarabes naturales con alto contenido de azúcares reductores, tales como glucosa y fructosa. El estudio destaca la importancia de la hidrólisis enzimática como el método más eficiente para mejorar la conversión de la miel en jarabe, logrando una alta concentración de azúcares y una mejor estabilidad del producto final. Se encontró que la combinación de temperatura a 60°C y pH de 4.6 y con un tiempo de reacción de 3 horas, optimiza el proceso, favoreciendo una mayor disponibilidad de los compuestos edulcorantes sin afectar las propiedades organolépticas de la miel de caña. Estos hallazgos resultan fundamentales para la diversificación del sector panelero, ya que demuestran que la miel de caña puede convertirse en una alternativa viable y competitiva frente a los endulzantes industriales y refinados. Además, el estudio resalta la potencialidad de este producto para ampliar su aplicación en la industria alimentaria, favoreciendo su incorporación en bebidas, repostería y otros productos con valor agregado (PEÑA, 2017).

En el caso específico de Caparrapí, Cundinamarca, la aplicación de estas tecnologías y lineamientos de producción podría ser una oportunidad para optimizar la estructura de costos del sector, lo que fomenta los desafíos en la producción de un edulcorante líquido natural a base de miel de caña, con el fin de fortalecer las cadenas de producción local.

5.2.Marco histórico

5.2.1. Orígenes de la Producción de Panela

El cultivo de la caña es uno de los más antiguos del mundo, se cree que la siembra inició en el año 3000 A.C. en Nueva Guinea y de allí se extendió a Sumatra, Borneo e India. En 1493, Cristóbal Colon en su viaje introdujo la caña, traída de Canarias y la sembró en La Española. Pedro de Heredia el fundador de Cartagena introdujo la caña de azúcar en la costa Atlántica sobre 1.533 y posteriormente Sebastián de Belalcázar, el fundador de Santiago de Cali, la trajo a su estancia en Yumbo en 1.541. Se expandió por todo el territorio nacional, consolidándose como un cultivo fundamental en la economía local debido a las condiciones climáticas y geográficas favorables del país (FEDEPANELA, 2020).

La producción de caña de azúcar para panela está ampliamente distribuida en Colombia, con actividad en 563 municipios en 2021, aunque el 70% de la producción se concentra en 70 municipios. La mayoría de los productores son pequeños (menos de 5 hectáreas) y medianos (hasta 65 hectáreas), mientras que los grandes productores (más de 65 hectáreas) son minoría. El 90% de la producción proviene de pequeños y medianos productores, con un 5% de producción para autoconsumo y otro 5% de grandes productores. En 2021, se sembraron aproximadamente 206.226 hectáreas, generando una producción de más de 1 millón de toneladas de panela, con un rendimiento promedio de 5,7 a 6,2 toneladas por hectárea. Los departamentos con mayor producción incluyen Cundinamarca, Antioquia, Santander, Boyacá y Nariño, destacando la hoya

del río Suárez por aportar el 30% de la producción nacional. La producción se realiza mayormente en trapiches artesanales, con 21.808 en total, de los cuales 8.991 son para autoconsumo y 12.817 para el mercado nacional y exportación (UPRA, 2023).

5.2.2. Evolución del Sector Panelero en Colombia

Según un estudio sobre la situación de la panela en el municipio de Topaipí y contextualizándolo al departamento de Cundinamarca, el sector panelero presenta grandes retos para alcanzar un desarrollo sostenible en la producción de su tradición centenaria. Los campesinos que se dedican a la producción de panela lo hacen en trapiches o fábricas con bajos niveles de tecnificación, de manera artesanal, en pequeñas fincas con pocas hectáreas de área cultivada, variedades de caña con baja producción, mano de obra cada vez más escasa, dificultades en la calidad variedad en los productos derivados de la panela, financiación insuficiente, bajos precios en el mercado interno, y en general con debilidades en una política pública para su fortalecimiento y desarrollo (VASQUEZ, 2018). También se evidencia que en ciertas regiones la producción de panela en Colombia ha transitado por un proceso de evolución tecnológica y organizativa, desde métodos completamente artesanales y rudimentarios hasta la incorporación progresiva de procesos más tecnificados. Sin embargo, el sector sigue caracterizándose por la predominancia de trapiches artesanales, los cuales enfrentan desafíos en productividad, costos y acceso a mercados (UPRA, 2023).

5.2.3. Estrategias de Diversificación del Sector Panelero

El proceso de mecanizado de la molienda de la caña de azúcar ha abierto un camino de posibilidades para minimizar el desperdicio de insumos derivados de la caña de azúcar. La exploración de enfoques innovadores en la implementación de sistemas de procesamiento podría permite aprovechar al máximo cada componente de la caña, propulsando la sostenibilidad y la

eficacia en la producción de panela. Estas estrategias no solo podrían mejorar la rentabilidad del productor, sino que también contribuyen de manera significativa al desarrollo sostenible de la industria panelera, algunos ejemplos de ese proceso de diversificación es la certificación de panela orgánica que promueve FEDEPANELA, el aumento de la panela pulverizada frente a la sólida, el aumento de bebidas a base de panela, endulzantes líquidos y sólidos y también integraciones de la panela con productos funcionales en el desarrollo de productos no alimenticios como la industria de cosméticos (EXCOL FOODS, 2023).

5.3.Marco teórico

5.3.1. La necesidad de un endulzante a base de miel de caña

Tomando en consideración que la miel de caña es rica en sabor y dulce, puede añadirse a bebidas, té, café y refrescos, utilizarse en repostería y en cocina como bases para aderezos y glaseados. Una investigación realizada en la Escuela de ingeniería en Industrias Pecuarias analiza la elaboración de un endulzante a base de miel de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) enriquecido con jengibre (*zingiber officinale*) y guayusa (*ilex guayusa*), con la finalidad de dar un valor agregado a la miel común de caña de azúcar elaborada en la planta procesadora “DORADA” ubicada en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos. Determinaron que en las pruebas de degustación todas las mieles enriquecidas a base de miel de caña tuvieron una muy buena aceptación por parte del panel de catadores, que la adición de jengibre y guayusa a la miel no alteraron sus propiedades físico-químicas y organolépticas, se identificó que el margen de utilidad es bueno dado que invirtiendo 1 dólar se obtienen 0.28 de ganancias lo cual permite recomendar su comercialización (FLORES, 2019).

Del proceso de la elaboración de la panela no solo se obtiene la panela en su presentación sólida o pulverizada, también la miel es un producto viable, como se detalló en una investigación

llevada a cabo en la Universidad Nacional de Colombia la cual permitió evidenciar otra forma de obtener un endulzante a base de miel de caña, se utilizó el proceso de secado por aspersion (spray drying) el cual permite superar los problemas típicos de aglomeración, apelmazamiento y pegajosidad, y minimizar el uso de agentes encapsulantes que afecten las propiedades sensoriales del producto en polvo obtenido. Adicionalmente, al producto en polvo sin aditivos se le realizó el análisis químico de los aportantes de aroma de la panela (metil pirazina, furfural, ácido propanoico), los cuales se mantuvieron estables durante al menos 3 meses, a temperaturas de almacenamiento entre 15 y 24°C, y humedades relativas menores a 50%. A través del proceso de investigación, se generó información para la comprensión de los principios físicos y químicos asociados al proceso de producción tradicional de miel de caña. Así mismo, permitirá mejorar las condiciones de procesamiento actuales y el desarrollo de tecnologías para la obtención de productos de valor agregado para los nuevos mercados, como es el caso de la técnica de secado por aspersion de mieles evaluada (PALACIOS, 2020).

5.4.Marco conceptual

5.4.1. Morfología de la caña de panela

Ilustración 3: Planta de caña (*Saccharum officinarum L.*) de mediana edad.



Tomado de Autor.

- Raíz. Órganos de alimentación de la planta y sirve de anclaje. Son fibrosas, delgadas y se ramifican en todas las direcciones, absorbiendo agua y minerales. Cuando existe una deficiencia extrema de fósforo (p) en el suelo, son más delgadas y largas, toman un color rojo oscuro y se pudren fácilmente provocando volcamiento. Crecen poco al germinar la semilla, pero van aumentando su ritmo de crecimiento con la edad, la fertilización y el riego (Escobar, 2004).
- Tallo. Se divide en base, parte medio y cogollo. Es la parte más importante de la planta, porque es aquí donde se almacena el material (sacarosa glucosa) que más tarde sirve para elaborar la panela, su longitud va de 1 a 5 metros y de 2 a 7 cm de diámetro, según la variedad. Los tallos no siempre crecen rectos, los hay reclinados, postrados o rastreros (curvos o retorcidos). Las partes más importantes del tallo son:
 - Nudo. Tiene forma de anillo, es la región donde va adherida la hoja y cuando esta se cae aparece una cicatriz foliar.
 - Banda de raíces. Sirve al tallo para alimentarse (reserva) en su primer mes de vida.
 - Yema. Posición en el tallo alterna y opuesta (siembra).
 - Entrenudo o canuto. Parte donde se encuentra concentrada la mayor parte del jugo (azúcares) para la elaboración de la panela. Está recubierto por una cera color cenizo que la protege (formas: cilíndrico, curvado y constreñido) (Escobar, 2004).
 - La hoja. A través de la fotosíntesis almacena en los tallos los azúcares que sirven para hacer la panela, a cada entrenudo le corresponde una hoja.
 - Vaina o yagua. Parte inferior de la hoja que cubre todo el entrenudo, protege las yemas (pelusa).

- Limbo O lamina. Varía de color, longitud y anchura según la variedad, su longitud es de 1 a 1.5 metros, borde con espinas o dientes cortantes.
- Flor. Comúnmente se llama flecha o espiga. Color canela, plateado o café oscuro, permanece encerrada 20 o 30 días en la vaina antes de abrirse. Semilla con fines de investigación.

5.4.2. Miel de caña

Ilustración 4: Miel de caña.



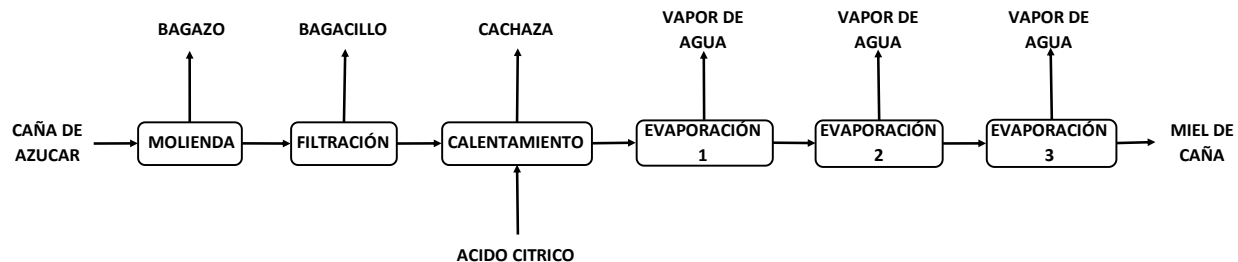
Tomado de (PEREZ, 2023)

A partir de la caña de azúcar se pueden obtener dos tipos de mieles, la primera es un subproducto del proceso de elaboración del azúcar conocido como miel de purga o melaza. La segunda, es un producto intermedio en la producción de panela llamado miel de trapiche o miel virgen. La miel de trapiche o miel virgen es el producto que resulta de la concentración del jugo clarificado de la caña de azúcar durante el proceso de elaboración de la panela. Esta miel al igual que las mieles de purga puede ser utilizada para la producción de bebidas destiladas, sin embargo, este mercado es dominado por los ingenios azucareros. La miel de trapiche es un líquido denso y viscosos de color marrón y aroma agradable, con un contenido de sólidos solubles variables entre

65 y 75 °Brix. Tiene bajo contenido de proteína y alto de carbohidratos, la mayor parte estos carbohidratos corresponden a sacarosa (80 a 90%). Debido a la alta concentración de azúcares, durante el tiempo de almacenamiento la miel de trapiche tiende a separarse en dos fases, una constituida básicamente por sacarosa cristalizada y otra sobrenadante y rica en azúcares reductores, sin embargo si las mieles presentan un alto contenido de humedad, estas presentan la tendencia a fermentarse y por lo tanto a invertir la sacarosa, esto debido a que las levaduras causantes de la fermentación producen hidrolasas que hidrolizan la sacarosa liberando fructosa y glucosa. Con el fin de estabilizar las mieles de trapiche muchas veces se realiza una inversión de las mieles.

5.4.3. Proceso de obtención de la miel

Ilustración 5: Diagrama de bloque del Proceso de obtención de miel.



Tomado de (CERDA, 2020)

La miel de caña se obtiene de la caña, mediante un proceso de molienda, utilizando un trapiche el cual consiste en unos rodillos o mazas que comprimen fuertemente la caña y realizan la extracción del jugo, que luego se cocina a fuego directo para evaporar el agua y lograr que se concentre. El producto final tiene una textura parecida a la miel de abejas y de sabor y aroma muy agradable. El jarabe de caña o miel de caña se hace cociendo a fuego lento el jugo de la caña de azúcar en calderas abiertas hasta que se forme un jarabe espeso y oscuro que se asemeja a la melaza. La consistencia de miel de caña es parecida a la miel de abeja, de sabor muy agradable y existe la creencia que cuanto más oscura más sabor y nutrientes tendrá. Es popular como condimento, hace que los alimentos sean más dulces, su proceso de obtención es más sencillo

adicional se consume menos energía para su obtención lo cual resulta en un beneficio para el medio ambiente (Ramos, 2015).

5.5.Marco legal

5.5.1. Resolución número 000779 de 2006

A nivel general la resolución 779 de 2006 dicta las disposiciones técnicas sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano. (MINSALUD, 2006)

La resolución tiene por objeto establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos sanitarios que deben cumplir los establecimientos denominados trapiches paneleros y centrales de acopio de mieles procedentes de trapiches que fabriquen, procesen, envasen, transporten, expendan, importen, exporten y comercialicen la panela con destino al consumo humano, en el territorio nacional, con el fin de proteger la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir al error a los consumidores (MINSALUD, 2006).

En especial da a conocer los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir la panela, así como los aditivos o ayudantes tecnológicos permitidos, como también las sustancias prohibidas en su proceso de elaboración (MINSALUD, 2006).

Ilustración 6: Requisitos físico-químicos de la panela

Requisitos	Mínimo	Máximo
Azúcares reductores, expresados en glucosa, en %	5.5%	-
Azúcares no reductores expresados en sacarosa, en %	-	83%
Proteínas, en % (N x 6.25)	0.2%	-
Cenizas, en %	0.8%	-
Humedad, en %	-	9.0%
Plomo expresado con Pb en mg/kg	-	0.2
Arsénico expresado como As en mg/kg	-	0.1
SO ₂	NEGATIVO	
Colorantes	NEGATIVO	

Tomado de (MINSALUD, 2006)

5.5.2. NTC 1846 de 2020

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir y los ensayos a los cuales debe someterse la miel virgen de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), que se utiliza como materia prima para la industria.

Se cataloga la miel virgen de caña de azúcar como todo producto que resulta de la concentración del jugo clarificado de la caña de azúcar, del que no se ha extraído todavía ninguna forma de azúcar. La NTC 1846 clasifica la miel virgen de caña en dos tipologías A y B, determinando los siguientes parámetros físico-químicos:

Tabla 1: Requisitos que deben cumplir las mieles vírgenes de caña de azúcar.

Requisitos	Tipo A		Tipo B	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Azúcares totales expresados como reductores, en % en masa.	56		65	
Sólidos sedimentables (en suspensión).				
Por centrifugación en base húmeda, en % en masa		2.0		2.0
Por centrifugación en base seca, en % en masa.		0.21		0.21
Grados Brix a 20°C.	60		68	
Contenido de dióxido de azufre, en % en masa.		0.03		0.03

Tomado de (INCONTEC, 2020)

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Metodología

La metodología empleada para la realización de la presente investigación fue una revisión bibliográfica, que se define como el proceso documental que implica la recuperación de un conjunto de referencias bibliográficas o documentos publicados en todo el mundo sobre un tema, autor, publicación o trabajo específico y así brinda la posibilidad de comprender de manera detallada y precisa el estado actual de un tema determinado (Duarte, Ferreira, & Vera, 2023).

Adicional para realizar el proceso de caracterizar la técnica de producción artesanal de panela se utilizó el desarrollo empírico mediante el método de observación, con el fin de plasmar de forma real y precisa las etapas del proceso productivo de la panela. Duarte, et-al destaca que, en la actualidad, se está expuesto a una sobrecarga de información, por lo que es vital planificar de manera adecuada y sistemática el proceso de búsqueda para encontrar la bibliografía adecuada relacionada con el tema de interés, por lo que se hará análisis a fuentes confiables, artículos o libros recientes y documentos provenientes de buscadores digitales reconocidos como fuentes académicas de calidad (Duarte, Ferreira, & Vera, 2023).

6.2. Clase de investigación

La investigación corresponde a ser de tipo inductiva, dado que se pretende consolidar unas conclusiones específicas, como es el hecho de describir el sector panelero, desarrollar la formulación de un endulzante, y generar conclusiones en base al desarrollo y el análisis documental; adicional permite generar nuevos conceptos e hipótesis que pueden ser útiles para crear nuevas invenciones. Este método puede generar ideas originales y nuevos puntos de vista que un enfoque deductivo no habría tenido muy en cuenta (Ortega, 2022). También se tendrá un enfoque descriptivo dado la revisión documental, la identificación de ventajas y desventajas del sector, la dinámica del mercado, la construcción de los resultados y la generación de recomendaciones (Ballesteros, 2021).

Tabla 2: Principales fuentes de información.

Tipo de información	Métodos de recolección	Alcance
Primaria	Artículos científicos	Tiene como fin determinar los procesos de elaboración de panela en Colombia y los desarrollos hechos en diferentes partes del mundo.
	Observación directa	Identificar de primera mano el proceso de elaboración de la panela, mediante la experiencia de observar un trapiche en funcionamiento y documentarlo.

	Libros	Se utilizan para determinar los antecedentes sobre elaboración de panela y endulzantes sustitutos del azúcar, con el fin de robustecer esta investigación.
Secundaria	Internet, paginas online, noticias y páginas de entes gubernamentales	Paginas o sitios web donde se puede recopilar datos relevantes, conceptos, cifras y estadísticas que aporten contexto a los análisis hechos.
	Paginas especializadas en datos sobre la panela	Permiten entender la situación del sector panelero, proyecciones y coyunturas.

Tomado de (Sanchez, 2023)

6.3.Búsqueda de información

Según Sánchez (2023), en la investigación “análisis teórico del potencial insecticida de *bacillus thuringiensis* (bt) para el manejo del lepidóptero *phyllocnistis citrella* en cultivos de productos cítricos” en la cual establece que se utilizó como estrategia de búsqueda de la información, la selección preliminar de bases de datos o buscadores bibliográficos, de los cuales se seleccionaron Google Académico, ScienceDirect, Scopus, ProQuest y Scielo, analizando principalmente artículos científicos, artículos de revisión bibliográfica, trabajo de pregrado, trabajos de maestría y entre otros documentos científicos que han sido publicados en la web (Sanchez, 2023). En la búsqueda de información en las bases de datos seleccionadas se realizó mediante palabras claves y se utilizó como criterio de inclusión artículos o trabajos reportados en los últimos 10 años, lo que permite realizar un análisis de los aspectos relevantes en diferentes épocas del tiempo sin dejar de lado las perspectivas actuales respecto a la temática (Sanchez, 2023) .

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1.Generalidades de la zona de estudio

El cultivo de caña panelera en el municipio de Caparrapí-Cundinamarca se encuentra distribuido en las inspecciones San Carlos, San Pedro, Cambulo y zona central en las veredas Barrial amarillo, El Chorro y Alto del Gramal, los lotes de siembra tienen un área de 2.6 ha. Las variedades sembradas son POJ, Común y ZT. Son Cultivos con socas de más de 25 años sin resiembra, ni renovación lo que ocasiona baja densidad de siembra y baja producción. La producción municipal es de 11 ton/día. La comercialización se hace en las calles del municipio con intermediarios que viajan hacia Bogotá, Medellín, Ibagué, Girardot, Santa Martha y Barranquilla. En el municipio existen 1200 trapiches para la fabricación de panela, 4 centros agroindustriales paneleros y 15 cuartos de moldeo (UNIANDES, 2021).

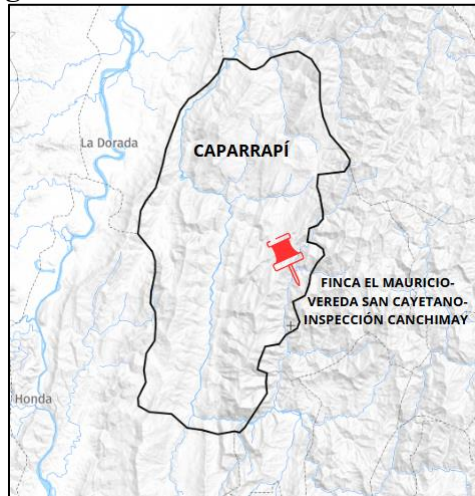
Ilustración 7: Ubicación geográfica del municipio de Caparrapí-Cundinamarca



Tomado de (UNIANDES, 2021)

La caracterización de la producción artesanal de la panela fue realizada en la enramada de la finca El Mauricio, propiedad del Sr. Alvaro Lopez, ubicada en las siguientes coordenadas, la vereda San Cayetano, inspección Canchimay en el municipio de Caparrapí.

Ilustración 8: Ubicación geográfica Finca El mauricio.



Tomado de (GLOBAL FOREST WATCH, 2023)

7.2. Caracterización del proceso artesanal para la producción de panela en el municipio de Caparrapí-Cundinamarca

El proceso de producción de la caña (*Saccharum officinarum L.*) inicia con la siembra, se prepara el terreno mediante surcos de 20 a 25cm de profundidad, en cada surco se siembran dos esquejes cada uno con 3 brotes, la siembra por surcos permite que al madurar la mata de caña no se presente volcamiento, también es ideal para terrenos con un alto grado de inclinación (Cherlinka, 2023).

Ilustración 9: Cultivo de caña *Saccharum Officinarum L.*



Tomado de Autor.

Entre los 5 y 8 meses de sembrada la caña se realiza un proceso de apolcamiento, desoje y desyerbado con el fin de que los tallos de caña puedan alcanzar su grosor óptimo, y eliminar aquellas malezas que limitan el desarrollo de la planta. La maduración de la caña se alcanza de los 12 a 14 meses, cumplido ese tiempo el cultivo de caña está listo para cortar.

Ilustración 10: Enramada finca EL MAURICIO, propiedad del Sr. Alvaro Lopez, vereda San Cayetano, Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.1. Apronte

Una vez alcanzado el punto óptimo de maduración de la caña se inicia con el apronte, el apronte consiste en la ejecución de tres procesos de forma simultánea, el corte de la caña, el transporte de la caña a la enramada y por último el encarrado de la caña el cual se hace para facilitar el proceso posterior de la molienda. El apronte es la operación que más demanda tiene de mano de obra, exigiendo en promedio de 6 a 10 trabajadores.

7.2.1.1.Corte de caña

El corte de caña en el municipio de Caparrapí Cundinamarca se ejecuta con dos métodos, el primer método consiste en el corte parejo en el cual se caracteriza por cortar alrededor del 90% de la caña solo dejan aquellos brotes muy biches, la ventaja de este corte es que se avanza con mayor rapidez y su desventaja es que se introduce al proceso de molienda tallos de caña que aún no han alcanzado su madurez y que reducen la calidad de la panela, aumentan el contenido de humedad y retardan el proceso de concentración; el otro método de corte consiste en el entesaque este método consiste en solo cortar aquellos talos que ya han alcanzado su maduración, la ventajas de este corte es tener panela de calidad más alta, proceso de concentración más rápidos y ciclos de producción más cortos y su principal desventaja es que el proceso de apronte es más demorado.

Ilustración 11: Proceso de corte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.1.2.Carga o transporte de la caña

La Carga de la caña consiste en trasladar la caña del lugar del corte a la enramada o el lugar donde se ejecutará la molienda, este proceso se ejecuta mayormente a lomo de mula, proceso que se ha vuelto tradición y se mantiene vigente desde hace muchas décadas, en muy pocos lugares se realiza también mediante guayas, pero se debe más en lugares donde la inclinación de los terrenos no permite el ingreso en mulas.

Ilustración 12: Proceso de transporte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.1.3. Encarrado de caña

El proceso de encarrado consiste en apilar la caña de forma horizontal y paralelo al trapiche, con el fin de facilitar el proceso de molienda, los arrumes pueden alcanzar de 2 a 2.5 metros de altura y variar entre los 3 a 10 metros de longitud, este proceso es ejecutado principalmente por mujeres y apoyado por niños y jóvenes de las familias que participan en el proceso de molienda.

Ilustración 13: Proceso de encarrado de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.2. Molienda

El proceso de molienda es ejecutado en un trapiche de 3 masas en la mayoría de los casos movido por un motor a combustión diésel y en pocos trapiches se utiliza motores eléctricos trifásicos, ya no se encuentran trapiches movidos por tracción animal, practica que se eliminó a mediados de los años noventa con la llegada de los trapiches a combustión; en el proceso de molienda se introducen de 3 a 6 cañas en el porta cañas, el número de cañas depende en gran medida del grosor del tallo, son conducidas a las masas donde se ejecuta el proceso de prensado generando la extracción de los jugos del tallo de la caña, resultando en dos subproductos el jugo de caña que pasa al tanque de almacenamiento que posteriormente se convertirá en panela o miel y el bagazo que pasa a las bagaceras y que al transcurrir de 25 a 30 días estará listo para utilizarse como combustible para la hornilla.

Ilustración 14: Proceso de transporte de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

Ilustración 15: Proceso de armado de bagaceras, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.3. Almacenamiento de jugo de caña

Del trapiche se canalizan los jugos de caña prensados al tanque o falca de almacenamiento de jugo de caña, en esta etapa se realizara un proceso de filtrado inicial en el cual se usa un filtro a base de fibras de fique o retazos de tela con el fin de atrapar todas aquellas partículas de bagazo que cayeron al jugo, esto con el fin de que la clarificación del jugo sea más rápida y que no se obstruyan las tuberías, generalmente en este paso se realiza afuera de la hornilla y no se aplica aun calor.

Ilustración 16: Proceso de almacenamiento de jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.4. Pre calentamiento

El proceso de pre calentamiento se realiza en la falca #6 de la hornilla, la falca más retirada de los puntos de calor más altos, este paso consiste en llevar el jugo de caña de temperatura ambiente a un intervalo entre los 50°C a 70°C sin llegar a ebullición, allí también se inicia la adición de floculantes como el guásimo (*Guazuma Olmifolia Lamark*) o balso (*Ochroma Lagopus Sw*) los cuales al batirlos en el jugo de caña y por efecto del calor, aglutinan los sólidos suspendidos como, bagacillo, arena o arcilla y forman la llamada cachaza o carrumba. La cachaza se comienza a extraer desde el pre calentamiento hasta la etapa de evaporación.

Ilustración 17: Proceso de aplicación del guásimo al jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado Autor.

Ilustración 18: Proceso de calentamiento del jugo de caña y retiro de cachaza, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

Ilustración 19: Almacenamiento de cachaza o carrumbas, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.5. Clarificación

En esta etapa el jugo de caña llega a ebullición, por lo general el proceso de clarificación se ejecuta en las falcas #5 y #4, los dos factores más importantes de este proceso es retirar la mayor cantidad de cachaza del jugo aplicando nuevamente los floculantes anteriormente descritos y nivelar el pH para no perder la sacarosa, mediante la adición de cal viva, pasando de pH de 5.2, 5.4 a 5.8 o 6, si se supera el pH de 6.2 la panela se volverá negra (UBAQUE, 2013).

Ilustración 20: Proceso de clarificación del jugo de caña y calado de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.6. Evaporación

Operación de evaporación se lleva a cabo en la falca #3, consiste en la evaporación del agua contenida en el jugo de caña a una temperatura constante de 96°C (ebullición), la cual permite alcanzar la concentración de sólidos >50°B, una concentración apropiada para pasar el jugo a las etapas de concentración y punteo de la panela (PEÑA, 2017).

Ilustración 21: Proceso de evaporación del jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.7. Concentración

Se realiza en la falca #2, aquí la temperatura del jugo alcanza los 118°C a 125°C, buscando mantener la evaporación del agua y concentrarlo aún más, en este paso se obtiene un subproducto muy importante el cual es la **miel de caña**, se diferencia en este punto del concentrado que va para panela por que se retira en esta etapa y solo se deja llegar a una concentración >70°B siendo lo ideal para mieles 75°B, si se quiere obtener la panela como producto final y no miel, se debe adicionar el agente antiespumante y lubricante, para evitar que los jugos durante la ebullición rebosen la altura de la falca y evitar que las mieles se adhieran a las paredes de la paila evitando la caramelización y quemado. Los lubricantes y antiespumantes más usados son el cebo de animal, principalmente se usa cebo bovino, caprino y porcino (FEDEPANELA, 2017).

Ilustración 22: Proceso de concentración del jugo de caña, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.8. Punteo

El punteo se realiza en la falca #1, el punteo de la panela se obtiene entre los 118°C y 125°C, llegando a una concentración de sólidos solubles de 85 a 94°B determinándose por la consistencia, color y densidad de las mieles. El punto de panela se da cuando las mieles adquieren una serie de características que permiten retirarlas de la hornilla. Este punto depende principalmente de la concentración de los sólidos solubles (Brix) y de la pureza de las mieles (contenido de sacarosa); visualmente el punteo se identifica visualmente tomando una muestra de miel con una espátula e introduciéndola inmediatamente en un recipiente con agua fría y se evalúa su fragilidad o quebrado. El punteado toma la decisión de retirarla o no del fondo de acuerdo con estos resultados (BRAVO & LASSO, 2013). En la etapa del punteo la cultura panelera del municipio de Caparrapí-Cundinamarca contempla un mal habito, utiliza blanqueador o agentes reductores hidro sulfitos (clarol), el cual genera en la panela una reacción de apariencia buena, pero se termina deteriorando al absorber humedad debido a la propiedad higroscópica que le transmite el clarol, formando un

medio propicio para el desarrollo de los hongos y bacterias, dañando su calidad (FEDEPANELA, 2018).

Ilustración 23: Proceso de punteo de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

Ilustración 24: Proceso de verificación del punto de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.9. Batido

Una vez determinado el punteo se trasvasa el melao (cocha) al fondo de batido, mediante una pala se realizan movimientos circulares, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba durante 5 a 8 minutos, con el fin de bajar temperatura, incentivar la cristalización y obtener la textura ideal para poder moldear la panela al momento de dosificar en la gavera.

Ilustración 25: Proceso de batido de la cocha, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.10. Gavereo

Transferida la cocha a la mesa de gavereo, se debe esparcir mediante un rastrillo a cada uno de los moldes (gavera), revisando que cada uno de los moldes quede nivelado con el fin de obtener un panela homogénea en grosor, también se debe retirar el aire remanente en los moldes ya que evitara que al momento de la solidificación de la panela las paredes de la misma colapsen; transcurridos de 25 a 30 minutos la panela ya estará solidificada, se debe proceder al desmoldeo separando la gavera y dando pequeños golpes en las esquinas, así la panela saldrá de forma limpia y completa del molde.

Ilustración 26: Proceso de gavereo, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.2.11. Empaque

Una vez fría la panela se procede al proceso de embolsado, el embolsado se realiza en bolsa de polipropileno, las unidades de panela empacadas por bolsa dependen del tipo de referencia elaborada Ej.: la referencia pastilla llevas 2 unidades por bolsa, la referencia redonda lleva 2 unidades por bolsa, las referencias libra, kilo y panelon solo llevan 1 unidad por bolsa. Cabe destacar que algunos clientes solicitan que la panela no vaya empacada en bolsa (solo caja) debido a que en sus instalaciones realizaran nuevamente un proceso de reempaque.

Cuando la panela ya se encuentre en su empaque primario se debe proseguir con el encajado el cual se realiza en cajas de cartón corrugado, variando también las unidades por caja dependiendo de la referencia, para el sellado de la caja se realiza mediante engrudo el cual obtiene de una mezcla al diluir una harina con poca agua para evitar grumos y formar una papilla clara, se calienta agitando constantemente para que no se pegue, se lleva a ebullición hasta que espese, se deja enfriar y queda listo el pegante de las cajas; las cajas se almacenan en un área de la enramada no requieren condiciones especiales, solo estar separada del piso y en un lugar fresco y seco, esperando el cargue para entrega en los centros de acopios de los clientes.

Ilustración 27: Proceso de desmoldado de panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

Ilustración 28: Proceso de empaque panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



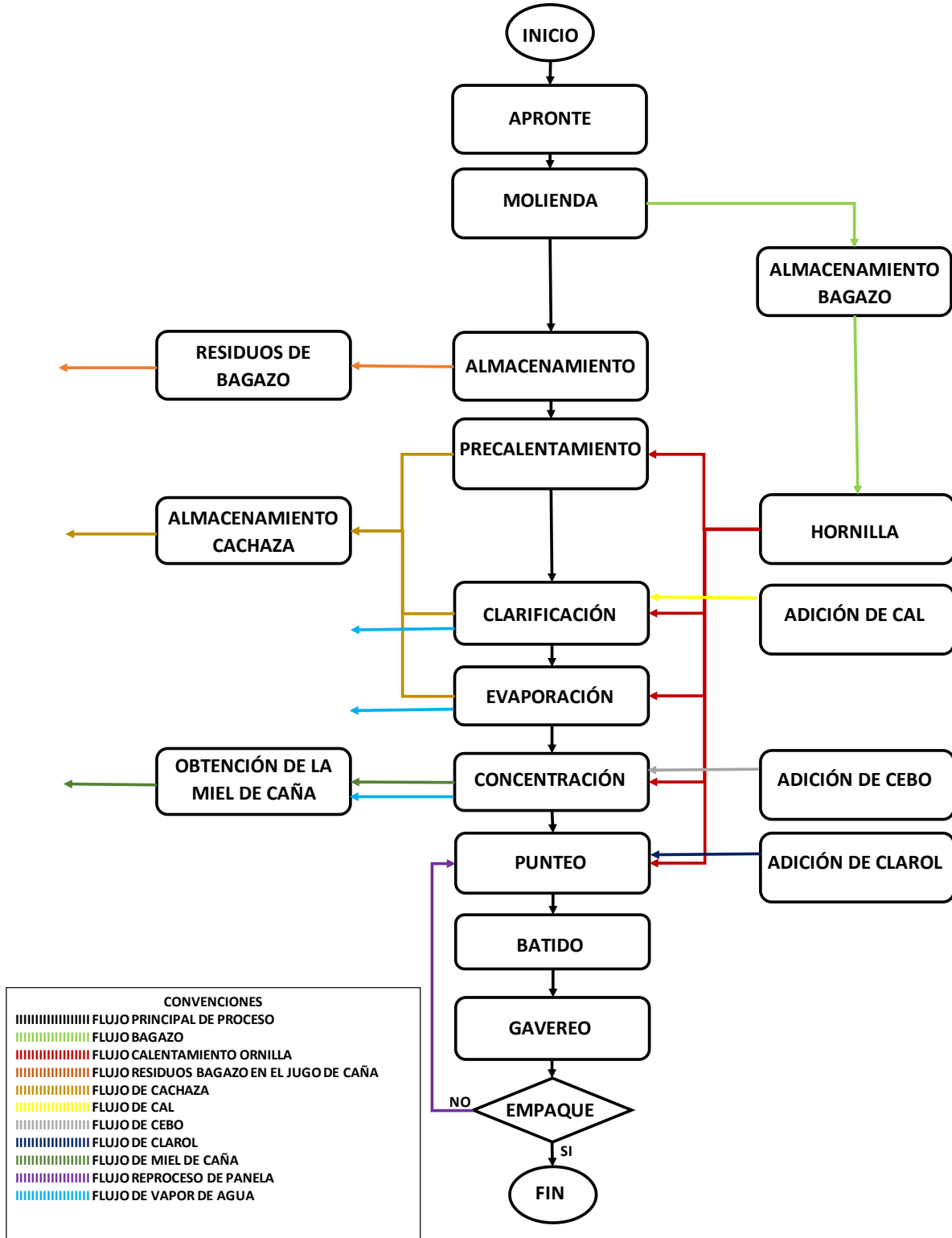
Tomado de Autor.

Ilustración 29: Proceso de arrume cajas de panela, molienda vereda San Cayetano-Caparrapí-Cundinamarca.



Tomado de Autor.

7.3. Flujograma del proceso de elaboración de panela artesanal
 Ilustración 30: Flujograma proceso artesanal de la panela.



Tomado de Autor.

7.4.Subproductos generados en el proceso de fabricación de la panela

En la visita al proceso de producción de la panela se identificó varios subproductos, algunos de los cuales pueden ser utilizados para diferentes fines en la industria agroalimentaria, energética y ganadera. A continuación, se presentan los principales subproductos obtenidos en el proceso de elaboración de la panela:

7.4.1. Miel de caña o miel virgen

También conocida como miel de purga, es un líquido espeso y oscuro obtenido en el proceso de evaporación y posterior concentración del jugo de caña antes de cristalizar completamente en panela. La miel se emplea como endulzante natural en la industria alimentaria, se utiliza en la fabricación de bebidas fermentadas y licores artesanales, tiene aplicaciones en la producción de biocombustibles (etanol) y se usa en la alimentación animal, especialmente en bovinos y porcinos, debido a su contenido energético (CARVAJAL & GARCIA, 2019).

7.4.2. Cachaza

Es un residuo sólido que se obtiene durante el precalentamiento, clarificación y evaporación del jugo de caña, compuesto por materia orgánica (bagacillo, hojas, tierra), fibra y partículas minerales. la cachaza se utiliza como abono orgánico o fertilizante natural para mejorar la calidad del suelo, sirve como alimento para ganado, especialmente en la producción de suplementos para rumiantes y también se emplea en la producción de biogás como fuente de energía renovable (CIMPA, 1994).

7.4.3. Bagazo de caña

Es el residuo fibroso que queda después de extraer el jugo de la caña en los trapiches paneleros y representa una fuente importante de biomasa. Se utiliza como combustible en los hornos de los trapiches para la cocción del jugo de caña, se emplea en la fabricación de briquetas y pellets de

biomasa para la generación de energía, sirve como materia prima para la elaboración de papel, cartón y tableros aglomerados y también se han realizado algunos intentos como sustrato en la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) (CORTES, 2008).

7.4.4. Cenizas y residuos de combustión

Se generan como resultado de la quema del bagazo en la hornilla del trapiche. Se pueden emplear como fertilizante natural para mejorar la fertilidad de los suelos, se han utilizado en la fabricación de bloques ecológicos y cemento (QUINTERO & MARIN, 2020).

7.4.5. Guarapo fermentado

Es el jugo de caña que, tras un proceso de fermentación, se convierte en una bebida alcohólica de baja graduación. Se emplea en la producción de licores artesanales, como el "tapetusa" en algunas regiones de Colombia y también se puede ser utilizado como materia prima para la destilación de etanol (Pachón, Tovar, Urbina, & Martínez, 2005).

Dentro del proceso de producción de la panela, la miel de caña se genera como un subproducto, se destaca por su alto contenido de azúcares naturales y propiedades nutricionales favorables. Su composición además es rica en fructosa, glucosa y minerales esenciales (Vegaffinity, 2020), la convierte en una alternativa viable y saludable frente a los endulzantes refinados.

Debido a su disponibilidad en los trapiches paneleros y su potencial aprovechamiento en la industria alimentaria, se ha seleccionado como la materia prima principal para el desarrollo de un endulzante natural. Esta elección responde a la necesidad de diversificación del sector panelero, permitiendo mejorar la rentabilidad de los productores de Caparrapí, Cundinamarca, al tiempo que se promueve el consumo de un producto menos procesado y alineado con las tendencias de alimentación saludable. Además, el aprovechamiento de la miel de caña en la elaboración de un endulzante contribuye a la reducción del desperdicio de subproductos en la agroindustria panelera,

optimizando el uso de los recursos y fomentando un modelo productivo más sostenible y competitivo.

7.5. Caracterización de la miel de caña

La composición exacta de la miel de caña de azúcar puede variar significativamente dependiendo de su origen y del proceso de producción. Aunque no existe una composición estándar única, diversos estudios han establecido rangos aproximados de sus componentes principales (SALAZAR, 2024).

7.5.1. Descripción General

La miel de caña o miel de caña virgen es un producto líquido, viscoso, obtenido de la evaporación de los jugos de caña de azúcar o panelera, en un estado donde no se ha sometido aun a refinación, proveniente en este caso de producción 100% artesanal, con aplicaciones en alimentación humana y animal, repostería, bebidas, medicina tradicional, cosmética, entre otros.

7.5.2. Características Físicas

Tabla 3: Características Físicas de la miel.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
COLOR	Tonalidades que varían desde ámbar oscuro hasta marrón intenso, puede cambiar ligeramente según el proceso de producción y almacenamiento (DELATORRE, 2019).
TEXTURA Y CONSISTENCIA	Viscosa y espesa, pero fluida, puede volverse más densa con el tiempo o en temperaturas frías (ALVARENGA, 2019).
DENSIDAD	Generalmente alta debido a su contenido de azúcares oscila entre 1,40 y 1,45 g/cm ³ , expresada en °Brix, que mide la concentración de azúcares disueltos, 77 a 78 °Brix (LA FELSINA, 2020).
SOLUBILIDAD	Alta en agua y otros líquidos, lo que facilita su uso en bebidas y recetas.
VISCOSIDAD	Similar a la miel de abeja, pero puede variar según el contenido de humedad, a menor temperatura, se vuelve más espesa y pegajosa (GUADANATUR, 2015).
BRILLO Y TRANSPARENCIA	Brillante cuando está fresca, puede tener una apariencia ligeramente opaca si tiene partículas de caña o residuos naturales (ENSA, 2020).

PUNTO DE EBULLICIÓN Y CRISTALIZACIÓN	No cristaliza con facilidad como la miel de abeja. Su punto de ebullición varía dependiendo de la concentración de azúcares, generalmente por encima de 100°C (Kopp, 2012).
HIGROSCOPICIDAD	Alta capacidad de absorber humedad del ambiente, lo que puede afectar su conservación (PALACIOS, 2020).
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	La conductividad eléctrica de la miel varía entre los 0.868 a los 3.65 x 10 ⁻⁴ /ohm cm. Por regla general estos valores aumentan según el contenido de cenizas (GUADANATUR, 2015).

Tomado de Autor.

7.5.3. Características Químicas

Tabla 4: Características Químicas de la miel.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
CONTENIDO DE AZÚCARES	<ul style="list-style-type: none"> • Sacarosa: Constituye aproximadamente entre el 30% y el 40% del contenido total. • Glucosa: Varía entre el 4% y el 9%. • Fructosa: Se encuentra en un rango del 5% al 12%. • Otros carbohidratos: Incluyen gomas, almidón y pentosas, representando entre el 2% y el 5%. (VEGA, 2020)
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • La miel de caña contiene entre un 17% y un 25% de agua.
CENIZAS	Las cenizas representan entre el 7% y el 15% de la composición y están compuestas por diversos minerales: <ul style="list-style-type: none"> • Potasio (K₂O): 30% - 50%. • Calcio (CaO): 7% - 15%. • Magnesio (MgO): 2% - 14%. • Sodio (Na₂O): 0.3% - 9%. • Hierro (Fe₂O₃): 0.4% - 2.7%. • Sulfatos (SO₃): 7% - 27%. • Cloruros (Cl): 12% - 20%. • Fósforo (P₂O₅): 0.5% - 2.5%. • Sílice (SiO₂): 1% - 7%. (VEGA, 2020)
COMPUESTOS NITROGENADOS	Representan entre el 2.5% y el 4.5% e incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • Proteína cruda: 0.5% - 1.5%. • Aminoácidos: 0.3% - 0.5%. (VEGA, 2020)
ÁCIDOS ORGÁNICOS	La melaza contiene ácidos como el ácido aconítico, que es el más abundante, representando aproximadamente el 6% del peso de sólidos. También están presentes los ácidos málico y cítrico en cantidades apreciables (LORENZO, 2023).
VITAMINAS	Contiene vitaminas resistentes al calor y a los álcalis, como la niacina, ácido pantoténico y riboflavina, importantes para el crecimiento microbiano (Cabral & Melo, 2006).

PH	La miel de caña es ligeramente ácida, con un pH que oscila entre 5.0 y 6.1. Es importante destacar que estos valores pueden variar según las condiciones específicas de producción y procesamiento de la miel de caña (AGROSAVIA, 2001).
-----------	--

Tomado de Autor.

7.5.4. Características Sensoriales

Las especificaciones organolépticas de la miel de caña son:

Tabla 5. Características organolépticas de la miel de caña.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
ASPECTO	Líquido viscoso, con brillo y homogéneo.
SABOR	Agradable, dulce intenso, con notas de caramelo y un leve amargor, no debe saber agrio o ácido.
AROMA	Característico a caña cocida o melaza, agradable, no debe oler a fermentado.
TEXTURA	De consistencia hilante y medianamente densa.
COLOR	Café oscuro brillante.

Tomado de (FLORES, 2019)

7.5.5. Características nutricionales

Tabla 6: Composición química y nutricional de la miel de trapiche.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
AGUA (g/100g)	25.0
CARBOHIDRATOS (g/100g)	76.6
PROTEÍNA (g/100g)	0.7
GRASA (g/100g)	0.2
FIBRA (g/100g)	0.5
CENIZA (g/100g)	1.0
CALCIO (mg/100g)	70
FÓSFORO (mg/100g)	40
HIERRO (mg/100g)	1.5
TIAMINA (mg/100g)	0.03

Tomado de (PEÑA, 2017)

7.5.6. Características comerciales

La miel es considerada un edulcorante natural debido a su capacidad para proporcionar dulzura y energía en la dieta, aportando aproximadamente cuatro calorías por gramo, similar a otros carbohidratos. A diferencia de los edulcorantes artificiales, la miel no solo endulza, sino que también contiene nutrientes esenciales como vitaminas y minerales, lo que la convierte en una opción más saludable dentro de la categoría de edulcorantes nutritivos. Para ser utilizada en la industria alimentaria, un edulcorante debe cumplir con ciertos requisitos, como poseer un sabor dulce inmediato, ser estable durante el procesamiento y tener un perfil sensorial agradable. La miel cumple con estas características, lo que la hace ideal para el desarrollo de nuevos endulzantes naturales, especialmente para consumidores que buscan alternativas menos procesadas y con beneficios adicionales en comparación con los azúcares refinados. Su estabilidad y compatibilidad con otros ingredientes permiten su uso en diversos productos sin perder sus propiedades, posicionándola como una alternativa atractiva en la industria alimentaria y en dietas que buscan reducir el consumo de azúcares altamente procesados (Jácome, Manobanda, Andrade, Sisalema, & Sanaguano, 2023).

7.5.7. Características de Conservación y Vida Útil

Tabla 7: Características de Conservación y Vida Útil de la miel.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
ALMACENAMIENTO	<ul style="list-style-type: none">• Recipientes herméticos: Es fundamental almacenar la miel de caña en envases bien cerrados para evitar la absorción de humedad del ambiente, ya que su naturaleza higroscópica puede conducir a fermentación si aumenta su contenido de agua.• Lugar fresco y seco: Se recomienda mantenerla en lugares frescos, secos y alejados de la luz solar directa. Las temperaturas elevadas pueden acelerar procesos de deterioro, afectando su sabor y propiedades nutricionales. <p>(HuffPost, 2025)</p>

<p>VIDA ÚTIL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Duración: Aunque la miel de caña es un producto que puede conservarse durante largos periodos, es aconsejable consumirla preferentemente antes de los 2 años desde su envasado para garantizar sus propiedades óptimas (RTVE, 2023).
<p>FACTORES DE DETERIORO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a humedad: Debido a su capacidad para absorber humedad, un ambiente húmedo puede aumentar su contenido de agua, favoreciendo la fermentación por levaduras osmófilas. • Fermentación: Ocurre cuando la miel de caña absorbe humedad excesiva, permitiendo el crecimiento de levaduras que descomponen los azúcares en alcohol y ácidos, deteriorando su calidad. • Cristalización: Este proceso natural depende de la relación entre glucosa y agua. Aunque no afecta la seguridad del producto, puede alterar su textura y apariencia. • Temperatura: Almacenar la miel de caña a temperaturas superiores a 27 °C puede acelerar su envejecimiento, oscurecer su color y disminuir su actividad enzimática. <p>(PEREZ & FUENCISLAS, 2006)</p>

Tomado de Autor.

7.6.Desarrollo de un endulzante a base de miel de caña

7.6.1. Definición del Producto

7.6.1.1.Objetivo del producto

Se traza como objetivo principal formular un endulzante a base de un subproducto del proceso de la panela como lo es la **miel de caña** que como principal característica sea, no presentar cristalización durante su vida útil, uno de los factores que ha impedido que la comercialización de miel en estado líquido sea estable es el proceso de cristalización que sufre durante el tiempo de vida útil, ya que al cristalizarse la miel provoca cambios en el color, la textura y los parámetros reológicos, así como la separación de fases, lo que afecta la aceptación del consumidor y dificulta la conservación y manipulación de la miel por parte de los productores. Por ello, existe la preocupación de prevenir este proceso. Los métodos conocidos y utilizados hasta la fecha para

prevenir la cristalización de la miel, como el tratamiento térmico, el ultrasonido o las microondas, se caracterizan por introducir energía externa en la miel, desequilibrando energéticamente el producto natural, provocando la formación de compuestos tóxicos como el Hidroximetilfurfural (HMF) o reduciendo la actividad enzimática de la miel. Todos estos procedimientos son costosos, requieren conocimientos específicos en el uso de ultrasonidos o microondas, son mucho trabajo y, en la mayoría de los casos, los resultados son breves, ya que la miel libera la energía recibida y vuelve a cristalizar (AMARIEI, NOROCEL, & SCRIPCA, 2020).

La idea es plantear una formulación de un endulzante que se apoye en un tipo de tecnología que sea fácil de implementar, económica, que no requiera reprocesos que alteren en gran medida la producción en línea y que garantice la estabilidad del producto durante toda su vida útil, pero para lograr esto debemos conocer el por qué ocurre la cristalización de los azúcares en la miel.

7.6.1.2. Cristalización de la miel de caña

La cristalización de la miel de caña ocurre debido a varios factores relacionados con su composición y condiciones de almacenamiento. Algunas de las razones principales son:

- **Proporción de glucosa y fructosa:** La miel de caña contiene glucosa y fructosa en distintas proporciones. La glucosa tiende a cristalizar más rápido que la fructosa, ya que es menos soluble en agua. Si la miel tiene un alto contenido de glucosa, es más propensa a la cristalización (CASTILLO, 2020).
- **Temperatura de almacenamiento:** Las temperaturas bajas (entre 10°C y 15°C) favorecen la formación de cristales. A temperaturas más altas, la miel de caña permanece líquida por más tiempo.

- **Presencia de partículas o impurezas:** Pequeñas partículas de polvo, polen o restos de caña pueden actuar como núcleos de cristalización, acelerando el proceso (VALEGA, 2022).
- **Pérdida de humedad:** Si se presenta pérdida de agua debido a evaporación o almacenamiento en condiciones inadecuadas, su concentración de azúcares aumenta, promoviendo la cristalización (VALEGA, 2022).
- **Tiempo de almacenamiento:** Al pasar el tiempo, la estructura molecular de la miel cambia, lo que puede llevar a la formación de cristales, especialmente si se mantiene en condiciones que favorecen este proceso (MIELLOSJUANES, 2023) .

La cristalización de la miel de caña es un proceso natural y no indica que el producto esté en mal estado, sino una característica de su composición.

7.6.1.3.Mercado objetivo

El mercado objetivo para un endulzante de miel de caña puede segmentarse en distintos grupos de consumidores según sus hábitos de compra, valores nutricionales y necesidades específicas.

Para dilucidar el mercado objetivo se iniciará con la segmentación demográfica donde se revisará la edad, el género, el nivel socioeconómico y la ubicación geográfica como parámetros de entrada.

Tabla 8: Segmentación demográfica.

EDAD	Adultos jóvenes y mayores preocupados por su alimentación (25-60 años).
GÉNERO	Hombres y mujeres por igual.
NIVEL SOCIOECONÓMICO	Clases media y media-alta, dispuestas a pagar por productos naturales y saludables.
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	Ciudades y zonas urbanas con acceso a productos naturales, mercados saludables y tiendas especializadas.

Tomado de (MORDOR INTELLIGENCE, 2024)

Se debe seguir con la segmentación Psicográfica la cual permitirá entender al consumidor según sus características psicológicas, se definirá el consumidor potencial, el público interesado y algunos tipos de necesidades específicas.

Tabla 9: segmentación Psicográfica.

CONSUMIDOR POTENCIAL	Consumidores saludables y fitness que busquen alternativas naturales a el azúcar refinado y que busquen reducir el consumo de ultra procesados.
PÚBLICO INTERESADO	Personas interesadas en productos naturales y orgánicos, que prefieran productos de menor procesamiento y sin aditivos químicos.
NECESIDADES ESPECIFICAS	Personas con necesidades alimentarias como la diabetes o personas con dietas bajas en azúcar que buscan alternativas saludables.

Tomado de (Fine Dining, 2021) y (CAÑAMIEL, 2023)

Como última etapa enfocada al consumidor se definirá la segmentación conductual la cual permitirá identificar al consumidor basándose en sus comportamientos de compra.

Tabla 10: segmentación conductual.

USUARIOS DE PRODUCTOS SUSTITUTOS	Un potencial consumidor es aquel que ya tiene en su dieta implementado el consumo de miel de abejas, azúcar morena, panela, jarabe de agave o edulcorantes naturales.
COMPRADORES DE PRODUCTOS PREMIUM Y GOURMET	Publico de poder adquisitivo alto, dispuesto a pagar más por productos artesanales y diferentes.
CLIENTES LEALES A MARCAS SALUDABLES	Consumidores que buscan productos con certificaciones orgánicas, V-label o de comercio justo.

Tomado de (SER, 2025) y (Fair Trade Certified, 2022)

Al tener los públicos objetivos segmentados se pueden definir los canales de comercialización, entendiendo que dichos canales se centran en consumidores preocupados por su salud, que buscan alternativas naturales al azúcar refinado y prefieren productos de origen sostenible y artesanal. Los canales que se pueden encontrar para un endulzante de miel de caña son:

Ilustración 31: Canales de Comercialización.



Supermercados y tiendas especializadas que venden productos naturales, orgánicos y gourmet.



E-commerce y redes sociales para venta directa a consumidores mediante plataformas digitales y marketing en redes sociales.



Tiendas de productos a granel y mercados saludables dado que son lugares donde se venden productos sin procesar o con menor impacto ambiental.



Exportación con un enfoque en mercados internacionales donde los edulcorantes naturales están en auge, como Estados Unidos y Europa.

Tomado de (GMI, 2024) y (PROCOMER, 2018)

7.6.1.4. Presentación

El endulzante será comercializado en estado líquido, manteniéndolo en un estado natural, conservando su textura viscosa similar a la miel de abejas o la melaza, siendo ideal para disolver en bebidas, salsas o recetas líquidas, como valor agregado se pueden ofrecer diferentes grados de viscosidad solo ajustando los grados brix y el proceso de concentración.

7.6.2. Selección de la Materia Prima

7.6.2.1. Caña de panela

Características a evaluar en la caña para iniciar proceso de apronte para la elaboración del endulzante:

Tabla 11: Características a evaluar en la caña.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
TIEMPO DE MADURACIÓN	Edad de la planta >12 meses
CAMBIO DE COLOR EN LA PLANTA	Amarillo verdoso homogéneo en el tallo
DUREZA	Tallo firme y no demasiado blando
SONIDO DEL TALLO	Sonido hueco y seco al golpear
CONTENIDO DE AZÚCAR (BRIX)	>18°B
BROTOS Y FLORACIÓN	Sin floración visible
PRUEBA DE EXUDADO	Al cortar tallo debe exudar jugo dulce y pegajoso
ESTADO DE LAS HOJAS	Hojas inferiores secas y superiores verdes
CONDICIONES CLIMÁTICAS	Corte en temporada seca

Tomado de (MURCIA, 2022) Y (LOPEZ, 2015)

Si todos estos parámetros se cumplen, la caña está lista para el corte y garantizará un buen rendimiento en la producción de miel de alta calidad.

7.6.2.2. Trehalosa

Al momento de recibir Trehalosa como materia prima, se debe asegurar de que cumple con los estándares de calidad y seguridad requeridos para su uso en tu industria. se deben revisar la siguiente lista de control antes de aceptarla:

Tabla 12: Características a evaluar en la Trehalosa.

ASPECTOS	CARACTERÍSTICAS
APARIENCIA	Polvo blanco, fino y homogéneo, sin grumos ni decoloraciones.
OLOR	Inodoro o con un ligero aroma dulce, sin olores extraños.
SABOR	Ligeramente dulce, sin sabores amargos o rancios.

PUREZA	≥ 98% de trehalosa.
HUMEDAD (%)	<1.5%, según especificación estándar.
PH (SOLUCIÓN AL 10%)	Entre 4.5 - 6.5.
CENIZAS	<0.1% (indicador de impurezas inorgánicas).
METALES PESADOS (PPM)	Libre de Plomo (Pb) ≤ 0.5 ppm, Arsénico (As) ≤ 0.5 ppm, Cadmio (Cd) ≤ 0.1 ppm, Mercurio (Hg) ≤ 0.1 ppm.
RECuento TOTAL DE AEROBIOS	<1,000 UFC/g
MOHOS Y LEVADURAS	<100 UFC/g
E. COLI	Ausente
SALMONELLA SPP.	Ausente
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	Ausente
SOLUBILIDAD	Debe disolverse completamente en agua sin dejar residuos.
ÍNDICE DE DULZOR	Aproximadamente el 45% del dulzor de la sacarosa.
HIGROSCOPICIDAD	Baja absorción de humedad en condiciones normales.
CERTIFICADO DE ANÁLISIS (COA)	Documento que confirma que el lote cumple con las especificaciones.

Tomado de (Factores & Mercadeo S.A., S.F.) Y (SCS-RA, 2021)

Se acepta si cumple con las especificaciones físico-químicas, microbiológicas y documentales requeridos. Se rechaza si presenta impurezas visibles, alteraciones de olor o sabor, valores fuera de especificación o ausencia de documentación técnica.

7.6.3. Formulación del Endulzante

Amariei et al., en su trabajo un método innovador para prevenir la cristalización de la miel, recomiendan que al momento de formular la adición de la Trehalosa se realice 1,5 mL de solución de Trehalosa al 2%, con una mezcla ligera y breve, de modo que el contenido de agua no excediera el 19% en la miel.

Se establecen dos formulaciones para la elaboración del endulzante, la primera consiste en una formulación que entrega un endulzante de miel de caña original, donde la Trehalosa impedirá la cristalización de la miel sin afectar su composición química, sabor, color ni textura. En la segunda

la formulación entregará un endulzante de miel de caña saborizado, donde también la Trehalosa impedirá la cristalización y las características organoléptica se mantendrán sin alteración alguna durante la vida útil del producto.

Tabla 13: Formulación 1 endulzante de miel original.

PRODUCTO	ENDULZANTE DE MIEL ORIGINAL	BACHE (mL)	100000
MATERIA PRIMA EINSUMOS		CANTIDAD %	CANTIDAD (mL)
MIEL DE CAÑA CONCENTRADA >75°B		99,700%	99700
TREHALOSA		0,006%	6
AGUA		0,294%	294
TOTAL		100%	100000

Tomado de Autor.

Tabla 14: Formulación 2 endulzante de miel saborizado.

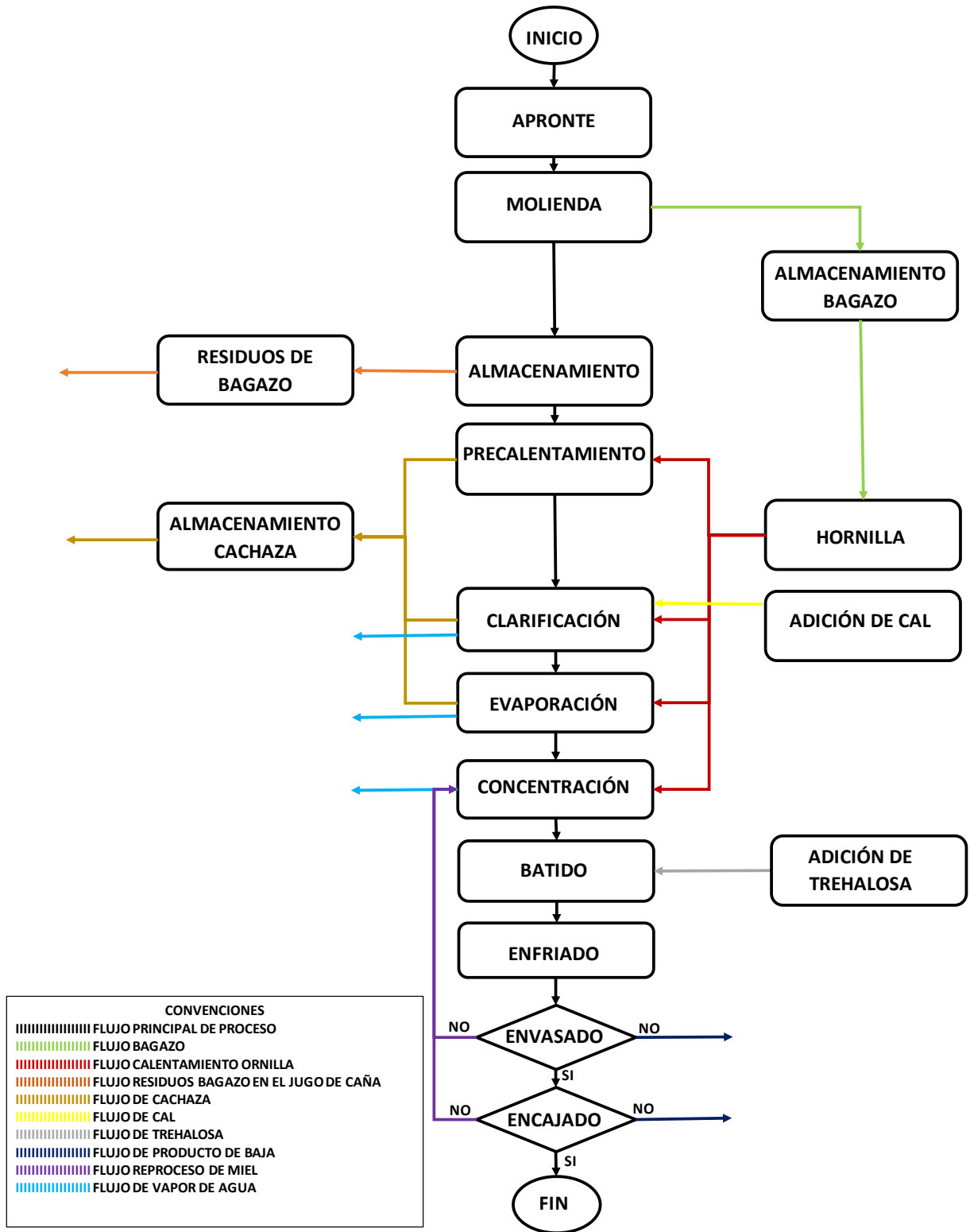
PRODUCTO	ENDULZANTE DE MIEL SABORIZADO	BACHE (mL)	100000
MATERIA PRIMA EINSUMOS		CANTIDAD %	CANTIDAD (mL)
MIEL DE CAÑA CONCENTRADA >75°B		99,200%	99200
TREHALOSA		0,006%	6
AGUA		0,294%	294
SABORIZANTE		0,5%	500
TOTAL		100%	100000

Tomado de Autor.

En cada una de las formulaciones se estableció un bache de 100 litros de producto terminado o en su defecto 100.000 mL, para los cuales la adición de Trehalosa no debe superar en ambos casos el 0.3% y en el caso del saborizante podrá tener un rango de variación del 0.3% al 0.5%. Los porcentajes de solución de Trehalosa utilizados por Amariei et al., en su trabajo un método innovador para prevenir la cristalización de la miel, garantizaron que los parámetros en la miel se mantuvieron constantes durante los 12 meses de monitoreo (AMARIEI, NOROCEL, & SCRIPCA, 2020).

7.6.4. Proceso de Producción del endulzante de miel de caña.

Ilustración 32: Flujograma proceso artesanal del endulzante de miel de caña.



Tomado de Autor.

El proceso de elaboración del endulzante de miel de caña coincide con el proceso de elaboración de la panela desde la operación de apronte hasta la operación de concentración, se diferencia solo en las operaciones finales las cuales se incluye:

- Batido: una vez terminado el proceso de concentración y haber obtenido una concentración $>75^{\circ}\text{B}$, se retira la miel de la hornilla y se adiciona la solución de Trehalosa al 2%, en este punto se debe generar un proceso de mezcla o batido con el fin de que la integración entre la solución de Trehalosa y la miel sea efectiva, el batido debe ser suave con el fin de no activar la cristalización por agitación.
- Enfriado: una vez conseguido que la mezcla quede homogénea se pasa al proceso de atemperado este proceso se realiza al ambiente buscando conseguir una temperatura $<60^{\circ}\text{C}$, el proceso de enfriamiento se debe hacer bajo condiciones asépticas y protegiendo en todo momento el producto de contaminación ambiental.
- Envasado: alcanzada la temperatura de $<60^{\circ}\text{C}$ se realiza el proceso de envasado el cual consiste en llenar los envases de las referencias seleccionadas, validando las características sensoriales de olor, color con el fin de devolver o descartar aquella miel que no cumpla con los parámetros establecidos, una vez lleno el envase se procede a sellar herméticamente y rotular.
- Encajado: el proceso de encajado se realiza en caja de cartón corrugado, en clave 790, en cada caja se empacan las unidades según especificado por referencia, se realiza el proceso de encintado y etiquetado de la caja para posteriormente llevara a la zona de almacenamiento.

7.6.5. Envase y Etiquetado







7.6.5.1. Tipo de Envase y Material

El material del envase influye en la vida útil del producto, su conservación y su percepción en el mercado, para proceso de envase se utilizará plástico Polietileno de Alta Densidad (PEAD) el cual se caracteriza por conserva bien el endulzante, evitar la contaminación, es ligero y resistente, con opciones biodegradables o reciclables para alinearse con tendencias ecológicas.

7.6.5.2. Tamaños Disponibles

El tamaño del envase se adaptará a las diferentes necesidades del consumidor:

Tabla 15: Tamaño del envase.

PEQUEÑO			Para pruebas o consumo ocasional.
	227g / 0.227kg	454g / 0.454kg	
MEDIANO			Para consumo regular en el hogar.
	908g / 0.908kg	1816g / 1.816kg	
GRANDE			Para uso industrial, panaderías o restaurantes.
	3632g / 3.632kg	18160g / 18.160kg	

Tomado de Autor.

Los envases tendrán las siguientes características:

- Tapa dosificadora o sistema antigoteo para endulzantes líquidos.
- Cierre hermético para evitar humedad.
- Formato portátil, envases pequeños para llevar o con manijas.

El envase del endulzante de miel de caña se enfoca en la funcionalidad y conservación, también en la percepción del consumidor y la diferenciación en el mercado.

7.6.5.3. Etiquetado del Producto

En Colombia, el etiquetado de alimentos está regulado por varias normativas que buscan garantizar que los consumidores reciban información clara y veraz sobre los productos que adquieren (The Food Tech, 2023). A continuación, se detallan los principales parámetros que debe cumplir una etiqueta en el país:

- Nombre del Producto: Debe reflejar la verdadera naturaleza del alimento.
- Lista de Ingredientes: Enumerar todos los componentes en orden decreciente de proporción.
- Contenido Neto: Indicar la cantidad del producto en unidades del Sistema Internacional (gramos, mililitros).
- Nombre y Dirección del Fabricante o Importador: Para identificar el origen del producto.
- País de Origen: Especificar el país donde fue producido o elaborado.
- Fecha de Vencimiento o Caducidad: Indicar claramente hasta cuándo es seguro consumir el producto.

Según la Resolución 810 de 2021, las etiquetas deben incluir una tabla nutricional con:

- Calorías: Contenido energético por porción.

- **Macronutrientes:** Cantidad de proteínas, grasas (totales, saturadas, trans) y carbohidratos (incluyendo azúcares añadidos).
- **Micronutrientes:** Contenido de sodio, vitaminas y minerales relevantes.

La información debe presentarse por porción y por 100 gramos o mililitros, facilitando la comparación entre productos (INSTITUCIONAL, 2023).

Conforme a la Resolución 2492 de 2022, los productos que excedan ciertos límites de nutrientes críticos deben exhibir sellos de advertencia en forma de octágonos negros con borde blanco y texto en letras mayúsculas blancas tipo ARIAL BOLD, para el caso del endulzante de miel de caña como no tiene azúcares añadidos estaría exento del etiquetado frontal (MINSALUD, 2023).

Se tendrá gran detalle en la Legibilidad y Comprensión teniendo en cuenta:

- **Tamaño de Letra:** La información debe ser legible, con un tamaño mínimo de 1.5 mm.
- **Idioma:** Toda la información debe estar en español.
- **Contraste:** Los textos deben contrastar con el fondo para facilitar la lectura.

No se realizarán Declaraciones de Propiedades Nutricionales y de Salud, pero si se declarara libre de alérgenos, dado que en los trapiches no se procesan productos que sean alérgenos o que sus ingredientes son alérgenos (INSTITUCIONAL, 2023). Adicional se tendrán Otras

Consideraciones:

- **Lotes y Trazabilidad:** Incluir el número de lote para facilitar la trazabilidad del producto.
- **Instrucciones de Conservación:** Especificar condiciones especiales de almacenamiento si aplica.
- **Modo de Preparación:** Incluir instrucciones si el producto requiere preparación previa al consumo.

Ilustración 33: Prototipo de envase y etiqueta.



Tomado de Autor.

7.6.6. Ficha técnica

Tabla 16: Ficha técnica endulzante de miel de caña.

AGREGUE AQUÍ SU LOGO	FORMATO DE FICHA TECNICA PARA PRODUCTO TERMINADO	Código	
		Versión	
		Fecha de creación	
		Fecha de actualización	
NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	ENDULZANTE DE MIEL DE CAÑA		
NOMBRE TÉCNICO	MIEL DE CAÑA DE PANELA		
IMAGEN DE REFERENCIA			
No REGISTRO SANITARIO	RSA-0011263-2021		

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Producto elaborado a partir de jugo de caña virgen, clarificado, evaporado y concentrado.			
COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	Miel de caña virgen, agua, Trehalosa.			
PROCESO DE ELABORACIÓN	Apronte-Molienda-Almacenamiento-Pre calentamiento-Clarificación-Evaporación-Concentración-Batido-Enfriado-Envasado-Encajado.			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Especificación	Requerimiento		
	Concentración	75-85°Brix		
	pH	5 a 6,1		
	Humedad	<23%		
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	<p>ASPECTO: Líquido viscoso, con brillo y homogéneo.</p> <p>SABOR: Agradable, dulce intenso, con notas de caramelo y un leve amargor, no debe saber agrio o ácido.</p> <p>AROMA: Característico a caña cocida o melaza, agradable, no debe oler a fermentado.</p> <p>TEXTURA: De consistencia hilante y medianamente densa.</p> <p>COLOR: Café oscuro brillante.</p>			
INFORMACION NUTRICIONAL (POR 100 g.)	AGUA (g/100g)	25		
	CARBOHIDRATOS (g/100g)	76,6		
	PROTEÍNA (g/100g)	0,7		
	GRASA (g/100g)	0,2		
	FIBRA (g/100g)	0,5		
	CENIZA (g/100g)	1		
	CALCIO (mg/100g)	70		
	FÓSFORO (mg/100g)	40		
	HIERRO (mg/100g)	1,5		
	TIAMINA (mg/100g)	0,03		
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Análisis microbiológico	Especificaciones	Und. Medida	Método
	Detección de Escherichia coli	AUSENTE	-	NTC 4458:2018
	Salmonella spp	AUSENTE	-	ISO 6579-1:2017
	MOHOS Y LEVADURAS	<100	UFC/g	ISO 18593:2018
	RECUENTO TOTAL DE AEROBIOS	<1,000	UFC/g	NTC 5230:2017
	Staphylococcus aureus coagulosa positiva	AUSENTE	-	ISO 6888-1:2021
PRESENTACIÓN COMERCIAL	Referencia Comerciales	Peso neto bolsa (g)	Unds. xCaja	Peso neto caja (kg)
	0,227	227	24	5,448

	0,454	454	18	8,172
	0,908	908	12	10,896
	1,816	1816	6	10,896
	3,632	3632	3	10,896
	18,160	18160	1	18,16
LOTE Y FECHA DE VENCIMIENTO	Se indican en el empaque primario de forma impresa indeleble. Lote: Referencia numérica interna de la empresa. Vence: DD/MM/AA o MM/DD/AA			
VIDA UTIL	El producto conservándose a temperatura ambiente y cuidando su conservación, posee un tiempo de vida útil de 1 año. En caso de abrir el empaque consumir en el menor tiempo posible.			
CONDICIONES DE CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	Este producto se debe almacenar dentro de su respectivo empaque en temperatura ambiente, alejado de olores fuertes y libre de plagas. Debe mantenerse siempre protegido de la luz directa del sol y evitando el contacto directo del suelo.			
EMPAQUE PRIMARIO	Envasado en polietileno de alta densidad de grado alimenticio.			
EMPAQUE SECUNDARIO	Empacado en caja de cartón corrugado.			
USO NO PREVISTO	puede ser consumido por niños. Puede ser consumido por mujeres lactantes y embarazadas. Puede ser consumido por celíacos y diabéticos.			
FORMAS DE PREPARACIÓN	Tome una cuchara dulcera del endulzante, agréguela a su bebida, puede ser bebida caliente o fría, disuelva y tome al gusto. Puede adicionarse en panes, postres como sustituto del azúcar. Puede usarse en salsas y aderezos como acentuador de sabor.			
GMO	TRAPICHE LLANO GRANDE SAS se permite informar que no utiliza Organismos Genéticamente Modificados para la fabricación del endulzante de miel de caña, el cual se compone de ingredientes que han sido desarrollados mediante el trabajo de selección clásico, sin hacer uso de técnicas genéticas de modificación (GMO, Genetically Modified Organisms).			
IRRADIACIÓN	TRAPICHE LLANO GRANDE SAS se permite informar que no utiliza métodos de irradiación en ninguna de las operaciones unitarias que componen la fabricación del endulzante de miel de caña.			
ALÉRGENOS	TRAPICHE LLANO GRANDE SAS se permite informar que el endulzante de miel de caña, es un producto libre de alérgenos, y que la planta donde se procesa no se procesan alimentos con ingredientes alérgenos o con trazas de alérgenos.			

CRITERIO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	<p>Condiciones del empaque secundario. Rotulado empaque secundarios según RES. 5109. Peso neto empaque secundario. Condiciones empaque primario. Rotulado empaque primario según RES. 5109. Peso neto empaque primario. Características según ficha técnica. Características organolépticas. Características microbiológicas. Características fisicoquímicas.</p>
DATOS DEL FABRICANTE	<p>TRAPICHE LLANO GRANDE SAS Dirección: Calle 77A # 77-23 Teléfono: (601)4106564 E-MAIL: calidad@llanogrande.com Lugar: BOGOTÁ D.C.-COLOMBIA</p>
REFERENCIAS	<p>Resolución 2674 del 2013 Resolución 1407 del 2022 Resolución 4506 del 2013 Resolución 2906 del 2007 Resolución 5109 del 2005</p>

REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Jorge Galindo Jefe de Planta	-	-
VERSIÓN MODIFICADA	DESCRIPCIÓN DE LOS CAMBIOS	FECHA DE CAMBIO
1	Creación del documento	17/03/2025

Tomado de Autor.

7.7.Discusiones

El desarrollo teórico de un endulzante natural a base de miel de caña, producido artesanalmente en Caparrapí-Cundinamarca, permitió identificar una alternativa viable para diversificar la producción panelera, a partir del aprovechamiento de un subproducto tradicionalmente subutilizado. Los resultados del estudio destacan que la miel de caña presenta características fisicoquímicas y nutricionales adecuadas, como su alto contenido de azúcares reductores, textura viscosa, color ámbar oscuro y sabor dulce característico, lo que la convierte en una base potencial para productos edulcorantes naturales. Además, se confirmó que el proceso de producción artesanal de panela genera condiciones favorables para la obtención de esta miel, lo

que respalda la hipótesis central del trabajo: que es posible diseñar una formulación de endulzante a partir de recursos locales, con mínima intervención tecnológica y alineada con las capacidades productivas de los campesinos del municipio. En este sentido, los hallazgos responden al objetivo principal de generar una propuesta de valor agregado que contribuya tanto al mejoramiento económico como a la sostenibilidad del sector panelero.

No obstante, el estudio presenta limitaciones importantes, entre ellas la falta de validación experimental de la formulación propuesta, lo cual restringe la posibilidad de conocer con certeza su comportamiento en aspectos como vida útil, estabilidad química, y aceptación sensorial por parte del consumidor final. A pesar de ello, los resultados teóricos fueron respaldados por literatura científica y técnica que reconoce a la miel de caña como un producto rico en carbohidratos, minerales y compuestos bioactivos, y por estudios sobre sus usos como ingrediente en alimentos funcionales. En comparación con investigaciones similares, como aquellas desarrolladas en países productores como India, Brasil y México, la miel de caña colombiana muestra propiedades equivalentes, aunque su aprovechamiento sigue siendo limitado, especialmente por factores como la baja tecnificación, la falta de infraestructura de acopio y transformación, y el débil acceso a mercados diferenciados. Estas observaciones refuerzan la necesidad de intervenir el sistema productivo de manera integral, integrando educación técnica, acompañamiento empresarial y desarrollo de nuevos productos como el aquí propuesto.

La propuesta presentada no solo contribuye a revalorizar un subproducto agroindustrial, sino que también abre la puerta a un enfoque más sostenible y justo en la cadena de producción de panela, particularmente en municipios como Caparrapí, donde la economía campesina depende en gran medida de esta actividad. Este trabajo evidencia que, con una formulación adecuada y estrategias de apoyo técnico y comercial, la miel de caña puede convertirse en una alternativa

saludable y rentable frente a otros edulcorantes, alineándose con tendencias globales de consumo responsable.

Sin embargo, el proyecto también deja planteadas nuevas inquietudes: ¿cuál es el impacto real del endulzante en la salud del consumidor? ¿Cómo responderá el mercado ante un producto tradicional revalorizado? ¿Qué mecanismos de apoyo institucional serían necesarios para escalar su producción? Estas preguntas reflejan el potencial y los desafíos del proyecto, y constituyen líneas de investigación futuras fundamentales para lograr su implementación efectiva en el entorno rural colombiano.

8. CONCLUSIONES

- La caracterización de la producción artesanal de panela en Caparrapí-Cundinamarca permitió evidenciar que este proceso se desarrolla mayormente en trapiches tradicionales con tecnologías rudimentarias, donde predomina la participación campesina. A través del trabajo de campo, se identificaron subproductos relevantes como el bagazo, la cachaza y especialmente la miel de caña, los cuales tienen un alto potencial de aprovechamiento agroindustrial. Esta información respalda la necesidad de implementar estrategias que diversifiquen el uso de estos subproductos y mejoren la sostenibilidad económica de los productores locales.
- El análisis teórico de la miel de caña reveló que este subproducto posee propiedades físico-químicas y nutricionales destacables, como un elevado contenido de azúcares naturales (sacarosa, glucosa y fructosa), así como minerales esenciales. Además, su sabor dulce, color ámbar oscuro y consistencia viscosa la convierten en un ingrediente atractivo para el desarrollo de productos alimenticios saludables. Estas características respaldan su utilización como base para la elaboración de un endulzante natural de alto valor agregado.

- A partir de la caracterización de la miel y el estudio de tecnologías apropiadas, se estableció una formulación preliminar para un endulzante líquido a base de miel de caña, utilizando metodologías viables para pequeños productores. Este desarrollo representa una alternativa innovadora que permite diversificar el portafolio de productos del sector panelero y explorar nuevos nichos de mercado, como el de los consumidores que buscan opciones naturales y sostenibles frente a los edulcorantes refinados tradicionales.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda fortalecer la caracterización técnica y económica de los trapiches artesanales en Caparrapí mediante procesos participativos con los productores locales, con el fin de establecer diagnósticos más precisos sobre sus capacidades, limitaciones y oportunidades. Asimismo, es fundamental impulsar programas de capacitación y asistencia técnica que permitan aprovechar de forma más eficiente los subproductos como la miel de caña, promoviendo su transformación y comercialización como productos de valor agregado.
- Es aconsejable realizar estudios experimentales complementarios para analizar de manera más profunda las propiedades nutricionales, microbiológicas y sensoriales de la miel de caña producida en la región, a fin de garantizar su inocuidad y calidad como materia prima para el desarrollo de edulcorantes naturales. De igual forma, se sugiere evaluar la percepción del consumidor frente a estas características, para diseñar productos que se adapten a sus expectativas y necesidades.
- Se recomienda avanzar en el escalamiento de la formulación propuesta, desarrollando prototipos en condiciones reales de producción artesanal y considerando variables como la vida útil, estabilidad del producto y empaques adecuados. Además, se deben establecer

alianzas con entidades gubernamentales, universidades y asociaciones de productores para acceder a recursos financieros, tecnológicos y de comercialización, que faciliten la implementación del endulzante como un producto innovador dentro del mercado de edulcorantes naturales.

10. BIBLIOGRAFIA

Fair Trade Certified. (2022). *Beneficios del comercio justo para las empresas*. Obtenido de <https://es.fairtradecertified.org/what-we-do/brands/>

AGROSAVIA. (2001). *Modelo de evaporación híbrido para la producción de panela*. Obtenido de Miel de caña invertida: <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cultivos-transitorios-y-agroindustriales/recomendaciones-protocolos-y-metodolog%C3%ADas/664-miel-de-ca%C3%B1a-invertida>

ALVARENGA, A. (10 de 05 de 2019). *UNIVERSIDAD SAN CARLOS*. Obtenido de MIEL DE CAÑA: https://prezi.com/p/dmu_h9ad4mku/miel-de-cana/

AMARIEI, S., NOROCEL, L., & SCRIPCA, L. (12 de 2020). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Obtenido de An innovative method for preventing honey crystallization: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856420304276?via%3Dihub>

Ballesteros, M. (2021). *REPOSITORIO UAN*. Recuperado el 20 de 11 de 2023, de ASPECTOS RELEVANTES DEL SECTOR PANELERO COLOMBIANO: UNA MIRADA AL ENTORNO 2015-2019, CONLLEVANDO AL RECONOCIMIENTO DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS EN EL MERCADO INTERNACIONAL:

http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/5925/1/2021_MariaCamilaBallesterosEscobar.pdf

BRAVO, A., & LASSO, M. (2013). *UNIVERSIDAD DE NARIÑO*. Obtenido de IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD, EN LOS TRAPICHES PANELEROS EL ARCO Y VILLA ESPERANZA DEL MUNICIPIO DE CONSACA NARIÑO.: <https://sired.udenar.edu.co/2335/1/89361.pdf>

Cabral, C., & Melo, H. (2006). *SCIELO*. Obtenido de Dry Sugar Cane (*Saccharum officinarum*) Molasses for Feeding Broilers in Different Growth Phases: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642006000600014&script=sci_arttext

Calvo, V. (15 de 12 de 2021). *repository.usta.edu.co*. Recuperado el 2023, de Propuesta para diversificar el uso de la panela en el Departamento de Boyacá: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43728/2021VivinaCalvo.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

CAÑAMIEL. (25 de 12 de 2023). *Los Secretos de la Miel de Caña de Azúcar y sus Beneficios para la Salud*. Obtenido de <https://www.xn--caamiel-5za.com/cana-de-azucar/miel/>

Capanoglu, E., Nemli, E., & Barberán, F. (23 de 02 de 2022). *ACS Publications*. Recuperado el 2023, de Novel Approaches in the Valorization of Agricultural Wastes and Their Applications: <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.jafc.1c07104>

CARVAJAL, J., & GARCIA, C. (2019). *Repositorio Digital UFPS* . Obtenido de LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DE LA PANELA Y CAÑA PANELERA DEL NORTE DE SANTANDER EN SU PRODUCCIÓN, CAPACIDAD

EXPORTADORA

Y

COMERCIALIZACIÓN:

<https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/3276/1260930-->

[1260989.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/3276/1260930--1260989.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CASTILLO, M. (2020). *¿Por qué la miel cristalizada es buena?* Obtenido de ECOCOLMENA:

<https://www.ecocolmena.org/por-que-la-miel-cristalizada-es-buena/>

CERDA, V. (30 de 12 de 2020). *SCIELO*. Obtenido de Estudio de viabilidad de la producción de

miel de caña, diseño de procesos, aceptabilidad y análisis económico:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852020000300517&script=sci_arttext#f2

Cherlinka, V. (02 de 05 de 2023). *EOS Data Analytics, Inc.* Obtenido de Cultivo De Caña De

Azúcar: Condiciones Y Mantenimiento: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-cana-azucar/>

CIMPA. (1994). *REPOSITORIO AGROSAVIA*. Obtenido de Uso de subproductos de la panela :una

estrategia para reducción de costos de producción.:

<http://hdl.handle.net/20.500.12324/20518>

Collantes, R., & Atencio, R. (2023). *RESEARCHGATE*. Obtenido de Producción artesanal de

panela en Tinajas, Dolega – Chiriquí: estudio de caso:

https://www.researchgate.net/publication/376926580_Produccion_artesanal_de_panela_en_Tinajas_Dolega_-_Chiriqui_estudio_de_caso

CONCEJO MUNICIPAL DE CAPARRAPI. (2018). *Acuerdo N° 004*. Recuperado el 2023, de

PLAN

DE

DESARROLLO:

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/10257/4059->

[1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/10257/4059-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CORTES, S. (2008). *REPOSITORIO UPB*. Obtenido de APROBECAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA PANELERA EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST, UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM).: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/250/digital_15847.pdf?isAllowed=y&sequence=1

DELATORRE. (4 de 10 de 2019). “Mieldecaña”: ¿De Dónde Proviene? ¿Cuáles Son Sus Propiedades? Obtenido de <https://mielatorre.com/miel-de-cana-de-donde-proviene-cuales-son-sus-propiedades/>

Duarte, N., Ferreira, C., & Vera, S. (2023). *POTENCIAL EXPORTADOR DEL SECTOR PANELERO COLOMBIANO*. Recuperado el 2023, de Researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/371636276_POTENCIAL_EXPORTADOR_DEL_SECTOR_PANELERO_COLOMBIANO

ENSA. (07 de 10 de 2020). Obtenido de FICHA TÉCNICA MIEL DE CAÑA: https://adex-b2peru.s3.amazonaws.com/userfiles/product/document/758_5f7e79ecbd0b6.pdf

Escobar, O. C. (s.f.). *LA CAÑA PANELERA (Saccharum officinarum L.)*. Recuperado el 2023, de S.F.: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20043/76209_59244.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EXCOL FOODS. (2023). *Oportunidades para el pequeño productor de panela: estrategias para potenciar el éxito*. Obtenido de Innovación: Diversificación para el Éxito Sostenido: <https://excolfoods.com/oportunidades-para-el-pequeno-productor-de-panela-estrategias-para-potenciar-el-exito/>

Factores & Mercadeo S.A. (S.F.). *Trehalosa*. Obtenido de MP INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS: <https://factoresmercadeo.com/producto/trehalosa/>

FAO. (2004). *Servicio de Gestión, Comercialización y Finanzas Agrícolas (AGSF)*. Obtenido de Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/AGSF_WD6s.pdf

FAO. (2022). *CXS 12-1981I*. Obtenido de STANDARD FOR HONEY: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252Fexs_012e.pdf

FEDEPANELA. (12 de 2017). *CIERRE DE BRECHAS 2017*. Obtenido de DESARROLLAR Y CONSOLIDAR MERCADOS FORMALES DE VALOR AGREGADO A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA EL SUBSECTOR PANELERO: [https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/A717-MARCO%20L%20C3%93GICO%20CIERRE%20DE%20BRECHAS%20V35%2018122017%20\(2\).pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/A717-MARCO%20L%20C3%93GICO%20CIERRE%20DE%20BRECHAS%20V35%2018122017%20(2).pdf)

FEDEPANELA. (2018). *FOMENTO PANELERO*. Obtenido de RECAUDO CUOTA DE FOMENTO PANELERO A MAYO DE 2018, INFORME SEGUNDO TRIMESTRE 2018: https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2020/10/Informe-FFP-segundo-trimestre-2018-v_2.pdf

FEDEPANELA. (2020). *NOTICIAS*. Obtenido de Con Cerca de 500 Años de Historia, el Cultivo de Caña de Azúcar para Panela en Colombia, Revela su Potencial:

<https://fedepanela.org.co/gremio/con-cerca-de-500-anos-de-historia-el-cultivo-de-cana-de-azucar-para-panela-en-colombia-revela-su-potencial/>

FEDEPANELA. (10 de 03 de 2021). *fedepanela.org.co*. Recuperado el 2023, de La Demanda de la Panela Creció Durante la Pandemia y recuperó el Nivel de Precios: <https://fedepanela.org.co/gremio/la-demanda-de-la-panela-crecio-durante-la-pandemia-y-recupero-el-nivel-de-precios/#:~:text=Seg%C3%BAn%20Carlos%20Fernando%20Mayorga%2C%20presidente,a%202019%20y%202018%20este>

FEDEPANELA. (2022). *NOTICIAS*. Obtenido de FEDEPANELA RESALTA LABOR DE LA GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA Y SU AGENCIA COMERCIAL PARA LA EXPORTACIÓN DE PANELA DESDE CAPARRAPÍ: <https://fedepanela.org.co/gremio/fedepanela-resalta-labor-de-la-gobernacion-de-cundinamarca-y-su-agencia-comercial-para-la-exportacion-de-panela-desde-caparrapi/>

Fine Dining. (03 de 11 de 2021). *La miel de caña o melaza: propiedades y beneficios*. Obtenido de <https://www.finedininglovers.com/es/articulo/la-miel-de-cana-o-melaza-propiedades-y-beneficios>

FLORES, M. (2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de ELABORACIÓN DE UN ENDULZANTE A BASE DE MIEL DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum) ENRIQUECIDO CON JENGIBRE (Zingiber officinale) Y GUAYUSA (Ilex guayusa).: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7507d3a1-0b2f-46ee-90c0-a2729f545080/content>

Fonte, A., Caballero, A., & Gonzalez, G. (09 de 2021). *ResearchGate GmbH*. Recuperado el 2023, de La cachaza y sus usos.:

https://www.researchgate.net/publication/354597782_La_cachaza_y_sus_usos

GLOBAL FOREST WATCH. (2023). Obtenido de Pérdida del bosque primario en Caparrapí, Cundinamarca, Colombia:

<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/COL/14/13/?category=forest-change&dashboardPrompts=eyJzaG93UHJvbXB0cyI6dHJ1ZSwicHJvbXB0c1ZpZXdlZCI6WyJkb3dubG9hZERhc2hib2FyZFN0YXRzIiwicGFzaGJvYXJkQW5hbHlzZXMiLCJzaGFyZVdpZGdldCJdLCJzZXR0aW5ncyI6eyJzaG9>

GMI. (09 de 2024). *Tamaño del mercado de edulcorantes naturales: por producto (stevia, fruta del monje, miel cruda, xilitol, agave), por aplicación (suplementos deportivos, confitería, lácteos, postres congelados, bebidas) y pronóstico, 2024-2032*. Obtenido de <https://www.gminsights.com/es/industry-analysis/natural-sweeteners-market>

GUADANATUR. (26 de 03 de 2015). Obtenido de Características físicas de la miel: <https://guadanatur.es/caracteristicas-fisicas-de-la-miel/>

HuffPost. (03 de 01 de 2025). Obtenido de Cuál es el mejor lugar para almacenar miel: <https://www.huffingtonpost.es/sociedad/un-apicultor-pide-guardar-miel-sitio-mas-comun-se-vuelve-edulcorante-inutil.html>

INCONTEC. (2020). *NTC 1846:2020*. Obtenido de Miel virgen de caña de azúcar.: <https://tienda.icontec.org/gp-miel-virgen-de-cana-de-azucar-ntc1846-2020.html>

INSTITUCIONAL. (07 de 06 de 2023). *Ley de etiquetado de alimentos en Colombia*. Obtenido de <https://www.institucionalcolombia.com/informe-especial/ley-de-etiquetado-de-alimentos-en-colombia/>

Jácome, C., Manobanda, R., Andrade, B., Sisalema, E., & Sanaguano, H. (05 de 01 de 2023). *ResearchGate*. Obtenido de Non-caloric sweeteners in the food industry: effects and benefits on human health : https://www.researchgate.net/publication/368381338_Edulcorantes_no_caloricos_en_la_industria_alimentaria_efectos_y_beneficios_frente_a_la_salud_humana_Non-caloric_sweeteners_in_the_food_industry_effects_and_benefits_on_human_health

Kopp, E. (11 de 2012). *ResearchGate*. Obtenido de EVAPORACION DEL AGUA DE LOS JUGOS Y CONCENTRACION DE LAS MIELES: https://www.researchgate.net/publication/306375262_Evaporacion_del_agua_de_los_jugos_de_la_cana_y_concentracion_de_las_mieles

LA FELSINA. (15 de 09 de 2020). *ESPECIFICACIONES TECNICA DEL PRODUCTO*. Obtenido de MELAZA ORGANICA: https://www.lafelsina.com/pdf/TAB-GEN-101_Rev.05_Especificaciones_Tecnicas_del_Producto_Melaza.pdf

LOPEZ, J. (12 de 2015). *Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia*. Obtenido de CORPOICA: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1957/77628_66488.pdf?isAllowed=y&sequence=1

LORENZO, A. (21 de 04 de 2023). *AGROECOLOGY*. Obtenido de La melaza en la agricultura: un aliado para mejorar tus cultivos: <https://agroecologysl.com/la-melaza-en-la-agricultura->

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Concepto-acrilamida-panela.pdf>

MINSALUD. (2013). *RESOLUCIÓN 2674 DE 2013*. Recuperado el 2023, de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54030>

MINSALUD. (20 de 02 de 2023). *Resolución 254 de 2023 Ministerio de Salud y Protección Social*. Obtenido de Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=138678>

MORDOR INTELLIGENCE. (2024). *Tamaño del mercado de edulcorantes alimentarios y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029)*. Obtenido de Tamaño del mercado de edulcorantes alimentarios: [https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/food-sweetener-market#:~:text=El%20tama%C3%B1o%20del%20mercado%20de,previsto%20\(2024%2D2029\)](https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/food-sweetener-market#:~:text=El%20tama%C3%B1o%20del%20mercado%20de,previsto%20(2024%2D2029).).

MURCIA, M. (12 de 2022). *MANEJO AGRONÓMICO DE LA CAÑA DE AZÚCAR PARA PANELA CON ÉNFASIS EN FERTILIZACIÓN*. Obtenido de FEDEPANELA: <https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2023/01/MANEJO-AGRONOMICO-DE-LA-CANA-DE-AZUCAR-PARA-PANELA.pdf>

NARANJO, D. (2008). *academia.edu*. Recuperado el 2023, de Tesis científica mieles de caña: https://www.academia.edu/31593713/Tesis_cientifica_mieles_de_ca%C3%B1a

Ortega, C. (2022). *Investigación inductiva: Qué es, ventajas y cómo realizarla*. Recuperado el 2023, de Questionpro: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-inductiva/>

Pachón, Tovar, Urbina, & Martínez. (2005). *REPOSITORIO UNAL*. Obtenido de Uso de subproductos de caña panelera como suplemento alimenticio para ganado bovino y para evitar la contaminación ambiental: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/31391>

PALACIOS, L. (2020). *Universidad Nacional de Colombia* . Obtenido de Secado por aspersion de mieles de caña como base para la obtención de productos instantáneos de panela: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/96109057/427649616-libre.pdf?1671556748=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSecado_por_aspersion_de_mieles_de_cana_c.pdf&Expires=1741589200&Signature=aUyR8UXXVgmtVk55DoUTdJtQJcfr93JMqpqTyR1VC7vGe8BTQ3tA

PEÑA, A. (2017). *REPOSITORIO UNAL*. Obtenido de Evaluación del proceso de obtención de jarabes a partir de mieles de caña.: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63953/527059812017.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

PEREZ, C., & FUENCISLAS, B. (25 de 10 de 2006). Obtenido de MANEJO Y ALTERACIONES DE LA MIEL: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_13.pdf

PEREZ, N. (23 de 03 de 2023). *AGRONEGOCIOS*. Obtenido de Miel de caña invertida, una alternativa que impide la cristalización natural del producto: <https://www.agronegocios.co/agricultura/miel-de-cana-invertida-una-alternativa-que-impide-la-cristalizacion-natural-del-producto-3575480>

PROCOMER. (05 de 06 de 2018). *La tendencia mundial en edulcorantes apunta a lo natural*.

Obtenido de <https://procomer.com/la-tendencia-mundial-en-edulcorantes-apunta-a-lo-natural/>

QUINTERO, A., & MARIN, C. (2020). *REPOSITORIO UNAD*. Obtenido de Estrategias para el

manejo de subproductos derivados de la producción de panela bajo un enfoque de producción más limpia en la vereda Aguacatal municipio Neira Caldas.:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36819/camarino.pdf?sequence=1>

Ramos, N. (2015). *Elaboracion de miel de caña*. Recuperado el 2023, de es.slideshare.net:

<https://es.slideshare.net/ramosxd/elaboracion-de-miel-de-cao>

Rodríguez, G. A. (2002). *AGROSAVIA*. Recuperado el 2023, de MANUAL DE CAÑA DE

AZÚCAR PARA LA ELABORACIÓN DE PANELA.:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/14579/39743_23884.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RTVE. (08 de 06 de 2023). Obtenido de ¿La miel caduca? Curiosidades que no sabías de este

alimento: <https://www.rtve.es/television/20230608/miel-fecha-caducidad-propiedades-tipos-beneficios-curiosidades/2448772.shtml>

SAC. (05 de 2022). *Revista Nacional de Agricultura*. Recuperado el 2023, de Fedepanela: Los

buenos efectos de una Ley: <https://sac.org.co/fedepanela-los-buenos-efectos-de-una-ley/>

SALAZAR, S. (2024). *REPOSITORIO UNAL*. Obtenido de Diseño de un medio de cultivo a partir

de vinaza y miel de caña de azúcar para la producción de proteína unicelular de *Candida utilis*.:
<https://repository.unal.edu.co/bitstream/handle/11362/70444/1/SALAZAR%20S.%202024.pdf?sequence=1>

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/86258/1020774386.2024.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sanchez, M. (2023). *ANÁLISIS TEÓRICO DEL POTENCIAL INSECTICIDA DE Bacillus thuringiensis (Bt) PARA EL MANEJO DEL LEPIDÓPTERO Phyllocnistis citrella EN CULTIVOS DE PRODUCTOS CÍTRICOS*. BOGTÁ: FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA (UNIAGRARIA). Recuperado el 2023

Scopus. (2023). *Analyze search results*. Recuperado el 2023, de TITLE-ABS-KEY ("syrup" AND "cane") AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2024: <https://www-scopus-com.ezproxy.uniagraria.edu.co/term/analyzer.uri?sort=plf-f&src=s&sid=89b30f8f58aea759db96e111f99c2ff2&sot=a&sdt=a&sl=71&s=TITLE-ABS-KEY%28%22syrup%22+AND+%22cane%22%29+AND+PUBYEAR+%3e+2012+AND+PUBYEAR+%3c+2024&origin=resultslist&count=1>

SCS-RA. (10 de 08 de 2021). *RESFC-2021-27-APN-SCS#MS*. Obtenido de SECRETARÍA DE ALIMENTOS, BIOECONOMÍA Y DESARROLLO: <https://www.boletinoficial.gob.ar/pdf/aviso/primera/248119/20240607>

SECTORIAL. (23 de 03 de 2023). *AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA*. Obtenido de El Consumo Per Cápita de Panela ha Caído 24 % en los Últimos 5 Años: <https://sectorial.co/informativa-azucar-y-etanol/el-consumo-per-capita-de-panela-ha-caido-en-los-ultimos-5-anos/#:~:text=marzo%2023%2C%202023-,El%20Consumo%20Per%20C%3%A1pita%20de%20Panela%20ha%20Ca%3%ADdo,en%20los%20C%3%9Altimos%205%20A%3%B1os&text=La>

SER. (13 de 03 de 2025). *La Feria de Degustación de Exclusivas Apolo en Santander: un escaparate para las mejores marcas de alimentación y bebidas*. Obtenido de <https://cadenaser.com/cantabria/2025/03/13/la-feria-de-degustacion-de-exclusivas-apolo-en-santander-un-escaparate-para-las-mejores-marcas-de-alimentacion-y-bebidas-radio-santander/>

SIC. (2012). *Estudios de Mercado*. Recuperado el 2023, de Cadena productiva de la panela en Colombia: diagnóstico de libre competencia (2010-2012).: https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Panela2012.pdf

Sistema de Información Panelero (SIPA). (2022). *MERCADO INTERNACIONAL DE PANELA AÑO 2022*. Recuperado el 2023, de Fondo de Fomento Panelero: https://www.sipa.org.co/wp/wp-content/uploads/Mercado-Internacional-De-Panela-Año-2022_FINAL.pdf

The Food Tech. (30 de 08 de 2023). *Etiquetado de alimentos en Colombia: últimas actualizaciones*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/etiquetado-de-alimentos-en-colombia-ultimas-actualizaciones/>

Tovar, M. (2022). *repository.eafit.edu.co*. Recuperado el 2023, de ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA BAJA EN QUÍMICOS SABORIZADA EN EL MUNICIPIO DE CAMPAMENTO ANTIOQUIA Y COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO EN EL VALLE DE ABURRÁ: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/32084/IvanMauricio_TovarHernandez_LauraCristina_ParraEchavarria_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Triana, N., Rodriguez, C., & Martinez, D. (S.F.). *CARTILLA DE ORIENTACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE PANELA CON DESTINO A MERCADOS DE GALLETERIA Y DULCERIA*. BOGOTÁ: Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. Recuperado el 2023

UBAQUE, L. (2013). *RPOSITORIO JAVERIANA*. Obtenido de GESTIÓN EN LA PRODUCCIÓN PANELERA, MUNICIPIO DE VILLETÁ, CUNDINAMARCA: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12385/UbaqueGonzalezLuzLilia2013.pdf>

UNIANDES. (2021). *OBSERVATORIO DE VIVIENDA UNIANDES*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN DE CADENAS PRODUCTIVAS AGRICOLAS EN CAPARRAPÍ.: https://observatoriodevivienda.uniandes.edu.co/Foro-2021/Caparrapi/ECONOMICO_PRODUCTIVO/E01_Caracterizacion_cadenas_productivas_agricolas-Caparrapi.pdf

UPRA. (2023). *ESTADISTICAS-AGRONET*. Recuperado el 2023, de Área, Producción, Rendimiento y Participación Municipal en el Departamento por Cultivo: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=4>

UPRA. (2023). *Sala de prensa-Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*. Obtenido de Las zonas aptas para la caña panelera en Colombia es de 12,6 millones de hectáreas: <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/Las-zonas-aptas-para-la-ca%C3%B1a-panelera-en-Colombia-es-de-12,6-millones-de->

hect%C3%A1reas.aspx#:~:text=La%20panela%20se%20produce%20en,para%20el%20c
ultivo%20de%20ca%C3%B1a%22.

UPRA. (02 de 2023). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*. Recuperado el 2023, de
ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA PANELA
EN COLOMBIA: [https://upra.gov.co/es-
co/POP_Documentos/DT_A_Situacional_Cadena_Panela.pdf](https://upra.gov.co/es-co/POP_Documentos/DT_A_Situacional_Cadena_Panela.pdf)

VALEGA, O. (16 de 05 de 2022). *Un método innovador para prevenir la cristalización de la miel*.
Obtenido de APISERVICES.BIZ: [https://www.apiservices.biz/documents/articulos-
es/prevenir_cristalizacion_miel.pdf](https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/prevenir_cristalizacion_miel.pdf)

VASQUEZ, H. (2018). *Aproximación a la problemática de la producción de panela en el
municipio de Topaipí - Cundinamarca*. Obtenido de
<https://revistas.cun.edu.co/index.php/opinionpublica/article/view/554>

VEGA, R. (2020). *CENGICANA: Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra
2019 – 2020*. Obtenido de FINAL MOLASSES CHARACTERIZATION OF
GUATEMALAN SUGAR MILLS AND THEIR INCIDENCE IN THE MOLASSES
LOSS, HARVEST 19-20: <https://cengicana.org/files/20200928143035995.pdf>

Vegaffinity. (2020). *GASTRONOMIA Y COCINA*. Obtenido de Melaza o miel de caña: Beneficios
e Información Nutricional: [https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/melaza-o-
miel-de-cana-beneficios-informacion-nutricional--f278](https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/melaza-o-miel-de-cana-beneficios-informacion-nutricional--f278)