



Propuesta para el diseño de un modelo de economía circular, en el proceso de producción de la
panela en el departamento de Antioquia, Colombia

Marta Lucia Gómez Espinosa

ID: 846825

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2022

Propuesta para el diseño de un modelo de economía circular, en el proceso de producción de la
panela en el departamento Antioquia, Colombia

Marta Lucia Gómez Espinosa

ID: 846825

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor(a)

Angélica Escobar Pérez

Administradora de negocios internacionales

Magister en finanzas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2022

Dedicatoria

A mi abuelo José Ignacio Gómez Mantilla, quien es mi motor y aliciente, el ya no está conmigo, pero siempre soñó verme como una gran profesional, el título que obtendré con este proyecto es para y por él.

Agradecimientos

Mis padres, quienes son mi pilar y me han brindado un apoyo incondicional para poder llevar a cabo mis estudios, los cuales son vitales para mi desarrollo profesional y personal.

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios, quienes me brindaron los profesionales y herramientas necesarias para la elaboración de la presente monografía.

Resumen

La presente monografía pretende investigar la relación de las buenas prácticas de manufactura – BPM con la economía circular, desde el proceso de producción de la panela, teniendo en cuenta factores tales como la calidad e impactos ambientales que se generan durante el proceso.

Para esto se realiza un diagnóstico documental, de la situación actual de los trapiches en el departamento de Antioquia, ubicado en segundo lugar en la producción de panela a nivel nacional, además de ser reconocido por la calidad de este producto.

Mediante un flujograma se presenta una propuesta de modelo del proceso de producción de la panela incluyendo la economía circular desde la sostenibilidad de esta agroindustria, buscando disminuir y mitigar los diferentes impactos ambientales, como también la elaboración de un producto que no presente amenazas para el consumo humano.

Los trapiches tienen alto impacto social y económico positivo, dado que genera empleo y calidad de vida para las familias de la zona rural, además de producir un producto de la canasta básica de la alimentación de los colombianos.

Palabras clave: economía circular, trapiches de panela, impactos ambientales, proceso productivo, BPM, sector panelero, panela.

Abstract

This monograph aims to investigate the relationship of good manufacturing practices - BPM with the circular economy, from the panela production process, taking into account factors such as quality and environmental impacts that are generated during the process.

For this, a documentary diagnosis is made of the current situation of the mills in the department of Antioquia, located in second place in the production of panela at the national level, in addition to being recognized for the quality of this product.

Through a flowchart, a proposal for a model of the panela production process is presented, including the circular economy from the sustainability of this agroindustry, seeking to reduce and mitigate the different environmental impacts, as well as the elaboration of a product that does not present threats for consumption human.

The sugar mills have a high positive social and economic impact, since they generate employment and quality of life for families in rural areas, in addition to producing a product from the basic food basket of Colombians.

Keywords: circular economy, panela mills, environmental impacts, production process, BPM, panela sector, panela.

Contenido

	pág.
Introducción	11
Planteamiento del problema	12
Justificación	14
Interrogantes de investigación	14
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
1. Antecedentes del problema	16
2. Marco referencial	18
2.1 Marco conceptual	18
2.2 Marco contextual	19
2.3 Marco teórico	21
2.4 Marco legal	26
3. Metodología	33
3.1 Tipo de estudio y enfoque	33
3.2 Población de referencia	33
3.3 Consideraciones éticas	34
3.4 Técnicas de recolección de la información	34
3.5 Técnicas de análisis y procesamiento de datos	34
4. Análisis de los datos	35
4.1 Situación actual de Los Trapiches en el departamento de Antioquia	35

4.2 Producción más limpia y BPM en la elaboración de panela	37
4.2.1 BPM de la panela	37
4.2.2 Impactos ambientales	40
4.2.3 Economía circular	41
4.3 Proceso de producción de la panela	44
4.3.1 Factores que interfieren en la calidad de la panela	52
5. Resultados	54
5.1 Diagnóstico situación actual de Los Trapiches en el departamento de Antioquia	54
5.2 Matriz de economía circular y BPM	56
5.3 Flujograma	58
5.4. Modelo de economía circular en la producción de panela	61
6. Conclusiones	633
7. Recomendaciones	66
Referencias	688

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Producción nacional de panela en el 2019	20
Figura 2. Pasos que dan forma a la economía circular	25
Figura 3. Infraestructura trapiche panelero	36
Figura 4. Elementos de protección personal empleados durante la producción de panela	39
Figura 5. Ciclo de la economía circular, con enfoque en la sostenibilidad	42
Figura 6. Proceso de elaboración de la panela en bloque	44
Figura 7. Ingreso de la caña de azúcar al trapiche	45
Figura 8. Pesaje de la carga de caña	46
Figura 9. Almacenamiento o arrume de caña	46
Figura 10. Molino para la extracción del jugo de la caña	47
Figura 11. Purificador para el jugo de la panela	48
Figura 12. Clarificación y remoción de la cachaza	49
Figura 13. Proceso de evaporación de la miel	50
Figura 14. Miel de panela	50
Figura 15. Batido de la miel	51
Figura 16. Moldeado y enfriamiento de la panela	51
Figura 17. Producto final, panela elaborada	52
Figura 18. Situación actual de los trapiches en el departamento de Antioquia	54
Figura 19. Matriz de economía circular y BPM	57
Figura 20. Flujograma del proceso de producción de la panela con la economía circular	59
Figura 21. Modelo de economía circular en la producción de la panela	62

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Producción mundial de panela en toneladas	22
Tabla 2. Normatividad relacionada con los objetivos del desarrollo sostenible	26
Tabla 3. Normas enfocadas al cuidado y protección del medio ambiente	26
Tabla 4. Normatividad cuyo fin es el fortalecimiento del sector agropecuario	29
Tabla 5. Normatividad sobre el control sanitario para productos alimentarios	30
Tabla 6. Requisitos fisicoquímicos que debe cumplir la panela	31
Tabla 7. Elementos de protección personal empleados durante la producción de panela	40

Introducción

En la actualidad el tema del cuidado medioambiental ha tomado mucha relevancia por parte de las autoridades y comunidad en general, con el modelo de economía circular en los procesos, se busca disminuir los diferentes impactos en el medioambiente, generados por el desarrollo de las actividades de dichas unidades productivas.

Para el empresario de las unidades productivas, le representará mayor productividad e incremento en la rentabilidad a corto plazo, además de productos amigables con el medio ambiente, lo cual garantizará la continuidad en el tiempo del trapiche. Las comunidades aledañas con un modelo de economía circular que se realicen al proceso de producción, se beneficiarán con el mejoramiento de la calidad de vida del entorno familiar, dado que la mayoría de estas familias, obtienen su sustento de estas unidades productivas.

Con este proyecto se busca crear un diseño que beneficie, a las unidades productivas de azúcar no centrifugada conocida popularmente como panela, en el departamento de Antioquia. El objetivo principal es, establecer una propuesta para un modelo de economía circular, en el proceso de producción de la panela.

Uno de los pilares fundamentales de esta propuesta, está relacionada con un modelo de economía circular, enfocado a las actividades asociadas para que sean más eficientes y eficaces.

Planteamiento del problema

Según la Federación nacional de productores de panela (FEDEPANELA, 2020), el departamento de Antioquia se caracterizó por ser el segundo departamento con mayor recaudo de panela, es decir que se dedica a la siembra y transformación de la caña de azúcar como una de sus actividades económicas, uno de los procesos implementados con esta materia prima en el departamento, es la fabricación de panela, la cual es un producto de alto consumo entre las familias colombianas en diferentes presentaciones tales como pulverizada, cubos, bloques, etc.

Hasta la fecha la producción de panela se realiza de forma artesanal, es decir de manera manual y con materias primas de la zona; esta transformación la realizan en los sitios llamados trapiches, los cuales presentan algunos inconvenientes a la hora de la elaboración de la panela debido al requerimiento de altos consumos de madera como comburente en el proceso de fabricación. Para obtener esta madera se debe recurrir a la tala de árboles, generándose así una afectación al medio ambiente. También debe tenerse en cuenta los altos costos energéticos del proceso para el funcionamiento de las calderas, los cuales generan gastos indirectos. Por otra parte, debe considerarse de igual forma, la producción excesiva de humo y material particulado circundante en el ambiente que puede contaminar el proceso de producción, echando a perder el producto terminado.

Este proceso es de alto impacto ambiental, los consumos de agua para la limpieza de maquinaria son elevados, el uso del suelo para los cultivos es muy agresivo y la producción de la carga contaminante por desechos del proceso es bastante alta. Pero el panorama parece no mejorar o al menos no por el momento, estos trapiches no cuentan con buenas prácticas de manufactura, las condiciones de operación son insalubres y el proceso de fabricación no está

estandarizado generando así productos con variaciones de lote a lote, lo cual no garantiza estandarización de la producción. (López et al., 2019).

Con este proyecto se busca establecer un modelo de economía circular dentro del proceso de producción de la panela con el fin de buscar una sostenibilidad en la agroindustria del departamento de Antioquia.

Justificación

La panela es la segunda agroindustria con más producción a nivel nacional después del café. Sin embargo, los lugares donde se procesan estos productos llamados trapiches siguen siendo en su mayoría artesanales, lo que no permite una evolución y crecimiento de los productores de manera constante. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Minagricultura, 2019)

De acuerdo con lo anterior, la producción de la panela en Colombia ha venido presentando una visibilidad importante en el mercado y por ende ha tenido un crecimiento en el interés por parte de los entes municipales y gubernamentales, los cuales vienen generando presupuestos para la formulación de proyectos que apoyen el desarrollo y evolución de estos procesos artesanales, fortaleciendo así la industria panelera, haciéndola más eficiente y competitiva a nivel nacional.

Para esto, se desarrollará una investigación de las diferentes agroindustrias y trapiches a nivel local, municipal, nacional e internacional, con el fin de proponer un modelo de economía circular al proceso de producción, para mitigar y prevenir los impactos ambientales.

El desarrollo de este proyecto beneficiará de manera directa a cualquier unidad productiva de panela que desee implementar dicho modelo, optimizando la producción y minimizando los impactos ambientales que se puedan generar durante el proceso.

Interrogantes de investigación

¿Cómo un modelo de economía circular basado en BPM para el proceso productivo puede ayudar en la optimización de los recursos, la reducción de consumo de materias primas y el aprovechamiento de los residuos en la industria panelera del departamento de Antioquia?

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta de economía circular para el proceso de producción de la panela mediante un diagnóstico de los trapiches y un análisis de las buenas prácticas de manufactura – BPM, en el departamento de Antioquia.

Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual de los trapiches en el departamento de Antioquia, por medio de un rastreo bibliográfico, que permita conocer el proceso de producción de la panela.
- Evaluar el proceso de producción limpia y de buenas prácticas de manufactura – BPM de la producción primaria para determinar su relación con la economía circular, mediante una matriz.
- Describir el proceso de producción de la panela, para fortalecer el diseño de economía circular a través de un flujograma.

1. Antecedentes del problema

La panela, como se ha mencionado anteriormente, se ha categorizado por ser uno de los sustentos de las familias de la zona rural del país, por ende, entorno a esta, se han generado distintas investigaciones, como es el caso del manual de buenas prácticas de manufactura – BPM en la producción de panela para la vereda de Yumbito, en el municipio del Tambo, departamento de Cauca, realizado en el 2015 por Montenegro, en donde realizó una investigación en 14 trapiches, de los cuales observó la necesidad de adecuar las instalaciones según la normatividad vigente, y a partir de las oportunidades que tienen, implementar unas BPM que permita minimizar riesgos y garantizar un óptimo del proceso. (Montenegro, 2015).

También se han realizado otro tipo de estudios enfocados en los impactos ambientales generados por el sector panelero, tales como el trabajo de grado “diseño de programas para el mejoramiento del proceso productivo y las condiciones ambientales mediante estrategias de producción más limpia en el trapiche panelero La Reina Pereira – Risaralda” presentado por Zambrano (2005), donde identifica las problemáticas ambientales que se presentan durante la elaboración de la panela y propone como solución implementar programas que optimicen la producción, de tal forma que logren mitigar, disminuir, prevenir, corregir, compensar, además de evaluar todos los riesgos para implementar medidas de contingencia y seguimiento a los impactos ambientales que se puedan presentar, adicional, Mejía (2007) realiza una propuesta para implementar un sistema de gestión ambiental, con la cual busca minimizar y controlar los impactos ambientales generados durante toda la cadena del proceso, este trabajo va muy enfocado a lo que hoy en día es la ISO 14001:2015.

Como complemento a las investigaciones mencionadas, recientemente el trabajo de grado elaborado por Lozano y Castillo (2015), formulan “estrategias basadas desde la producción más

limpia con el fin de mejorar los impactos ambientales en el trapiche panelero la tortuga municipio de González en el Cesar”, en donde plantean la implementación de ciertas tecnologías buscando mejorar la eficiencia, disminuir y prevenir los impactos ambientales.

Otro punto de vista que se ha indagado, es sobre los subproductos generados durante todo el proceso de producción de la panela, un estudio realizado por Quintero y Marín (2020), habla sobre las “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”, en donde proponen una solución desde la producción más limpia y economía circular a los residuos generados al finalizar la cadena de producción de la panela, en específico de los subproductos, en este caso la cachaza y Cortés (2008), presento una investigación sobre “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 Calda.” Esto hace referencia a uno de los residuos generados durante la producción de la panela, es decir el bagazo, en este caso la autora propone utilizar sistemas de compostaje para esta problemática.

2. Marco referencial

2.1 Marco conceptual

A continuación, se encuentran unos términos los cuales son importantes para la comprensión de la información que se presenta a lo largo del presente documento:

Arriero: “persona con el oficio de conducir animales de carga de un punto a otro y que es originario de las regiones del Eje cafetero y Antioquia”. (Borja, 2021)

Apronte: proceso que se realiza con el fin de tener la caña cerca al trapiche “Inicia desde el proceso de corte y abarca el alcance, transporte de la caña desde el cultivo hasta el molino, el cual es realizado por mulas, y el apilamiento de las cañas.” Esta actividad termina cuando se inicia con el almacenamiento de la caña. (López et al., 2019)

Azúcar no centrifugada: Es el nombre técnico que se le da a la panela. (Gurrero y Escobar, 2015)

Bagazo: Residuo generado del proceso de extracción del jugo a una caña. (Zambrano, 2005)

Buenas prácticas de manufactura – BPM: “Principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano”. (Montenegro, 2015)

Cachaza: “Residuo obtenido del proceso de clarificación del guarapo o jugo de caña”, el cual se debe extraer. (Montenegro, 2015)

Carga: “La caña llega transportada en mulas las cuales equivalen a una carga de caña que en promedio pesan 160 kg”. (Lozano y Castillo, 2015)

Cosechero: “Persona que tiene una cosecha, perteneciente o relativo de cosecha”, (Real Academia Española, s.f.) en este caso es la encargada de cultivar y cosechar o cortar la caña de azúcar.

Corte: hace referencia a la actividad y la cantidad de veces que se extrae la caña de la tierra. (López et al., 2019)

Economía circular: Modelo emergente que busca contribuir con el cuidado del medio ambiente. (González y Vargas, 2017)

Semoviente: “Hacen referencia a los animales, sea vacuno, equino, ovino, entre otros”. (Silva, 2016) en el caso de los trapiches, hace referencia a mula, macho y/o caballo, empleada para llevar las cargas al trapiche.

Trapiche: Lugar en donde se transforma la caña de azúcar en panela y miel, (Lozano y Castillo, 2015). También conocido como máquina o unidad productiva.

Cada uno de los conceptos mencionados intervienen de cierta forma en el proceso de producción de la panela como lo es cachaza, bagazo, corte, arriero, apronte, azúcar no centrifugada, carga, cosechero y semoviente, también desde la propuesta de este trabajo como lo son buenas prácticas de manufactura, trapiche y economía circular.

2.2 Marco contextual

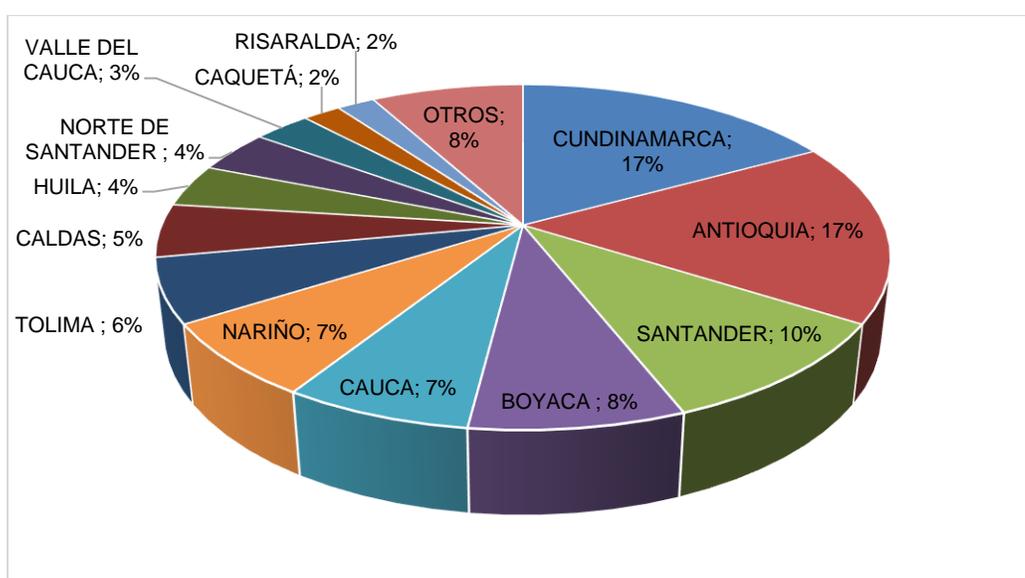
Como se ha resaltado en el transcurso del trabajo, una actividad agrícola de gran importancia socioeconómica para el país, es el cultivo de caña de azúcar, gracias al principal producto que se deriva de esta materia prima, conocido como panela, lo cual convierte a Colombia en un gran productor, “debido a que cuenta con los mejores rendimientos por hectárea”, el país se encuentra en segundo lugar, después de la India. Para el 2020, el Ministerio

de Agricultura informó que Colombia contaba con 201.000 hectáreas de caña, en distintos municipios del país, el cual es el sustento de muchas familias a nivel nacional. (Gaviria, 2021)

Según lo anterior, se presenta la figura 1, en donde se puede observar la producción de panela a nivel nacional, el primer lugar lo ocupa, el departamento de Cundinamarca, luego lo sigue el departamento de Antioquia y en tercer lugar se encuentra el departamento de Santander.

Figura 1

Producción nacional de panela en el 2019



Fuente: Elaboración propia con base a la figura del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Cadena agroindustrial panela (2021).

Por su lugar en producción de panela a nivel nacional, se ha seleccionado a El departamento de Antioquia para llevar a cabo esta investigación, este, se encuentra localizado en el noroeste del país, cuenta con 125 municipios, distribuidos en 9 subregiones, con un territorio de 62.799 Km², en donde sus límites son, al “norte con el mar Caribe y con el departamento de Córdoba; al occidente con el departamento del Chocó; al oriente con los departamentos de

Bolívar, Santander y Boyacá y al sur con los departamentos de Caldas y Risaralda”.

(Gobernación de Antioquia, 2019)

Adicional, entendiendo la importancia de la panela se encuentra que por medio de ordenanza del Gobernador Aníbal Gaviria, declaran a la panela como patrimonio cultural y nutricional de Antioquia, esto con el fin de proteger la transformación y producción de panela que se genera en las siete regiones de Antioquia y de las cuales aproximadamente cerca de 30.000 familias dependen de esta actividad económica, además se propone que la panela, forme parte de los paquetes alimentarios que reciben niños y deportistas a través de los programas de mejoramiento alimentario y nutricional – maná e indeportes . (RCN Radio, 2020)

2.3 Marco teórico

La panela ha acompañado a los colombianos por generaciones, desde la llegada de la caña de azúcar, también llegaron los trapiches y la molienda. Las familias campesinas, producen la panela de una forma natural, convirtiendo el jugo de la caña en panela, reconocido por sus cualidades energéticas y nutricionales. Este producto tiene una importancia social, cultural y económica en el país. (FEDEPANELA, 2009).

La obtención de la panela es mediante la deshidratación de los jugos de la caña de azúcar mediante el uso de calderas u hornos, por medio de este proceso de evaporación se logra la concentración de sólidos solubles o sacarosa, lo que finalmente se traduce como panela, esta existe en Colombia desde la conquista, ya que los españoles identificaron que el clima era propicio para el cultivo de la planta. (Guerrero y Escobar, 2015)

Para el año 2020, la producción mundial de panela es liderada por India con una producción de 7.583 toneladas, en segundo lugar, se encuentra Colombia con 1.002 toneladas, seguido de países como Pakistán, China y Brasil con una producción de 708, 530 y 389 toneladas

respectivamente, como se puede ver en la Tabla 1. De acuerdo con lo anterior, el indicador a nivel mundial sigue sin variaciones, para el 2021, Colombia representa una participación del 8.82% de la producción mundial de panela. (Minagricultura, 2021). En el caso de Colombia la agroindustria panelera participó con el 3% del PIB agrícola para el año 2019. (Semana, 2020)

Tabla 1

Producción mundial de panela en toneladas

		Año / Toneladas					
Puesto	País	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	India	5.571	6.753	6.484	7.236	7.046	7.583
2	Colombia	1.977	1.456	1.529	1.787	1.162	1.002
3	Pakistán	465	566	542	607	612	708
4	China	357	434	416	465	432	530
5	Brasil	342	436	399	446	387	389
6	Otros	1.135	1.377	1.332	1.488	1.412	1.146
	Total	9.848	11.002	10.702	12.028	11.021	11.358

Fuente: Elaboración propia con base en información del documento Cadena agroindustrial de la panela, Minagricultura (2021).

La caña de azúcar se cultiva en 511 municipios de 28 departamentos, de los cuales solo en 14 se cuenta con presencia de la federación nacional de productores de panela - FEDEPANELA, aproximadamente se cuentan con 70 mil unidades productivas y 20 mil trapiches, en los que el 90% de la producción se concentra en 164 municipios, produciendo anualmente 1 millón 200 mil toneladas por año. El 99% de la producción se destina al mercado interno y el 1% restante es para exportación. (Minagricultura, 2019)

Dentro de las estadísticas nacionales se estima que existen 17.700 trapiches inscritos ante el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA, solo 57 trapiches paneleros inscritos realizan actividades de exportación, además generan 91.956 empleos directos (FEDEPANELA, 2009). Los departamentos de mayor influencia productiva de este sector, Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Antioquia, Santander, Nariño, Valle del Cauca, Tolima, Caldas,

Norte de Santander, Risaralda y Huila, donde se concentra el 83% del área cultivada (Minagricultura, 2019).

Una vez entendida la importancia de la panela es válido reconocer que entre más eficiente sea, más se fortalece el sector, para ello se indagaran las BPM, impactos ambientales y economía circular.

Buenas prácticas de manufactura. Cuando hablamos de producción, juega un papel importante las BPM, para este caso aplican las enfocadas al sector agrícola, las cuales son todas las acciones que se realizan durante el proceso productivo, en este caso de la panela, esta se realiza desde la siembra, cosechas, elaboración, embalaje y transporte, con el fin de mantener una calidad e inocuidad del producto, además de ayudar a la preservación del medio ambiente, la salud y bienestar de los colaboradores (Osorio, 2007).

La aplicación de estas normas, se realizan de manera voluntaria, pero según Osorio, plantea que en un futuro cercano, estas serán indispensables para la comercialización de los productos, dado que cada vez los consumidores se interesan en adquirir alimentos sanos y que durante su producción cuiden el medio ambiente; para el productor, la implementación de estos estándares, tiene como ventaja de tener un producto diferenciador, dado que se trata de un producto sano, de alta calidad y seguro, lo que significa que al ser ingerido no presenta riesgos para la salud.

Existen varios tipos de BPM, pero para el desarrollo de la investigación nos basaremos en las aplicadas a las buenas prácticas agropecuarias, basada en la producción primaria; lo cual está relacionado con la inocuidad de los alimentos, para esto se considera necesario identificar las actividades donde presente la posibilidad de contaminación, y así poner en práctica de medidas específicas que minimicen el riesgo. (Organización Panamericana de la Salud, s.f.)

En las últimas décadas, ha tomado mucha fuerza el cuidado del medio ambiente, con lo cual se busca reducir la contaminación, conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales como el suelo y el agua, además de beneficios al productor como mantener la productividad a lo largo del tiempo, menor contaminación de los recursos naturales, e incidir en el bienestar de los colaboradores, mejorar la calidad de vida e higiene y prevención de enfermedades. (Osorio, 2007).

Actualmente, las problemáticas ambientales, han generado un interés global, dado que, a partir de esta, se busca generar una cadena de suministro verde estratégica, considerando los factores que influyen con iniciativas eco - amigables, además de implementación de programas de mejora ambiental. El sector panelero, no presenta una producción sostenible, debido que; desde el cultivo de la caña hasta la obtención de la panela, se afecta el equilibrio del sistema y se generan impactos negativos, que afectan tanto al ser humano como al medio ambiente.

Actividades, como la tala de árboles para la disposición de la zona de cultivo, la preparación del terreno, el uso de agroquímicos, manejar la leña como carburante, sumado a la baja eficiencia de los procesos de combustión y transferencia de calor en la hornilla. (López et al., 2019)

Lo anterior conlleva a analizar el contexto de la revolución industrial y hasta el siglo XX, el sistema económico, social y ambiental se mantenían distanciados y sin relación, hasta que la sobreexplotación de la naturaleza empezó a afectar el desarrollo económico y social; dado que las tierras dejaron de producir, y empezó a presentarse morbilidades como producto de la contaminación.

La economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible (Prieto et al., 2017), este modelo se basa en el ciclo de vida que tiene un bien o

servicio, en la figura 2 se puede apreciar los pasos que componen la economía circular, en el caso del presente trabajo, se analiza con profundidad la etapa de producción – reelaboración.

Para llegar a esta etapa se debe tener claro los pasos de la materia prima y diseño.

Figura 2

Pasos que dan forma a la economía circular



Fuente: Noticias Parlamento Europeo (2015).

2.4 Marco legal

Tabla 2

Normatividad relacionada con los objetivos del desarrollo sostenible.

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
Objetivos del desarrollo sostenible 2015	Se basa en un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. (Organización Naciones Unidas, s.f.)	Internacional

Fuente: Elaboración propia.

Los objetivos de desarrollo sostenible – ODS, son una guía que permite identificar los impactos sociales, económicos y medio ambientales, como en los trapiches se impactan los tres aspectos, se considera pertinente el conocimiento de estos.

Tabla 3

Normas enfocadas al cuidado y protección del medio ambiente

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
Acuerdo de Paris 2015	Pretende mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C, aumentando la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promoviendo la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de carbono. (Organización Naciones Unidas, s.f.)	Internacional
Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático 1992	Durante esta convención realizada en Nueva York en marzo de 1992 se plantea como objetivo: “Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias	Internacional

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
	antropógenos peligrosas en el sistema climático”. La Convención establece un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para hacer frente los desafíos provocados por el cambio climático. (Organización Naciones Unidas, 1992)	
Convenio de Rotterdam 2004	El Convenio de Rotterdam, en vigor desde 2004, tiene por objetivo “promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños”. (Organización Naciones Unidas, s.f.)	Internacional
Resolución 909 De 2008	“Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones”. (Minvivienda, 2008, p. 1)	Nacional
Decreto de Ley 2811 de 1974	“Por medio del cual se establece el código de los recursos renovables” (República de Colombia, 1974, p. 1)	Nacional
Ley 373 de 1997	“Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”. (Congreso de Colombia, 1997, p. 1)	Nacional
Ley 697 de 2001	“Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras	Nacional

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
	disposiciones”. (Congreso de Colombia, 2001, p. 1)	
Decreto 3930 De 2010	Con esta norma se busca regular la disposición de vertimientos líquidos y el uso del agua. “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.” (Presidente de la República de Colombia, 2010, p. 1)	Nacional
Resolución 631 de 2015	Durante la producción de bienes y servicios, en ocasiones se pueden generar desechos líquidos, por ende, con esta norma, se busca el cuidado y preservación de los cuerpos líquidos. “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”. (Minambiente, 2015, p. 1)	Nacional

Fuente: Elaboración propia.

Como se menciona en las normas internacionales: convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático de 1992, convenio de Rotterdam del 2004, acuerdo de Paris del 2015 y para las nacionales: decreto de Ley 2811 de 1974, ley 373 de 1997, ley 697 de 2001, resolución 909 de 2008, decreto 3930 De 2010, resolución 631 de 2015, las cuales buscan definir los aspectos legales, enfocados al cuidado del medio ambiente, en el proceso de producción de la

panela, se generan impactos ambientales, implicados por el uso comburentes, materia prima, emisiones atmosféricas, vertimientos líquidos y residuos sólidos generados durante el proceso.

(López et al., 2019)

Tabla 4

Normatividad cuyo fin es el fortalecimiento del sector agropecuario

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
Constitución política de Colombia Art 65	Es la carta magna de la República de Colombia, en ella se plasman los derechos humanos, según el artículo 65. “La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad”. (Constitución Política de Colombia. Art 65, 1991)	Nacional
Ley 40 de 1990	“Por la cual se dictan normas para la protección y el desarrollo de la producción de la panela y se establece la cuota de fomento panelero”. (Congreso de Colombia, 1990, p. 1)	Nacional
Ley 101 de 1993	“Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero”. (Congreso de Colombia, 1993, p. 1)	Nacional
Ley 607 de 2000	“Por medio de la cual se modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y se reglamenta la asistencia técnica directa rural en consonancia con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología”. (Congreso de Colombia, 2000, p. 1)	Nacional
Ley 811 de 2003	“Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones”. (Congreso de Colombia, 2003, p.1)	Nacional

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
Decreto 796 de 2020	“Por el cual se adoptan medidas en el sector agropecuario para atenuar los efectos económicos derivados de la enfermedad coronavirus covid-19 en los trabajadores y productores agropecuarios, en el marco del estado de emergencia económica, social y ecológica" (Presidente de la República, 2020, p.1)	Nacional

Fuente: Elaboración propia.

Normas como la constitución política de Colombia del 1991, en el artículo 65, ley 40 de 1990, ley 101 de 1993, ley 607 de 2000, ley 811 de 2003 y el decreto 796 de 2020, busca la generación de recursos, estrategias, planes y proyectos que pueden beneficiar al sector agropecuario, el cual tiene como propósito la producción de los alimentos, uso de los recursos naturales, como lo es la panela, producto de primera necesidad, que afecta de forma directa a la alimentación de la población.

Tabla 5

Normatividad sobre el control sanitario para productos alimentarios

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
Ley 9 de 1979	“Por la cual se dictan medidas sanitarias”. (Congreso de Colombia, 1979, p.1)	Nacional
Resolución 16379 de 2003.	“Por la cual se reglamenta el control metrológico y del contenido de producto en pre-empacados”. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2003, p.1)	Nacional
Resolución 5109 de 2005	“Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano”. (Ministerio de Protección Social, 2005, p.1)	Nacional
Resolución 779 De 2006	“Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones”. (Ministerio de Protección Social, 2006, p.1)	Nacional
Resolución 3462 de 2008	“Por el cual se modifica el artículo 9 de las condiciones sanitarias de los trapiches y el artículo 15 sobre requisitos para la exportación de panela de la Resolución 779 de 2006 y se dictan otras	Nacional

Norma	Objeto de la norma	Tipo de norma
	disposiciones”. (Ministerio de Protección Social, 2008, p.1)	

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en cada una de las resoluciones que se han expedido desde 1979 hasta el 2008 que es la más reciente, se promueve y obliga que la sanidad sea prioridad en el proceso productivo con el fin de que no causen daños al momento del consumo humano.

Es importante resaltar que la panela según el artículo 5 de la Resolución 779 de 2006, expedida por el Ministerio de protección social, donde muchos establecen que debe cumplir con los requisitos de calidad a continuación se establecen en la tabla 6:

Tabla 6

Requisitos fisicoquímicos que debe cumplir 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 en Pb en mg/Kg	-	0.2
Arsénico expresado como As en mg/Kg	-	0.1
SO ₂	NEGATIVO	
Colorantes	NEGATIVO	

Fuente: Elaboración propia, con base en la Resolución 779 de 2006.

Tanto la toma de muestras como visitas de inspección deben ser realizadas por la autoridad sanitaria competente y bajo el formulario único de acta de visita de aplicación nacional, elaborado por el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos – INVIMA.

La Resolución 3462 de 2008 del Ministerio de la Protección Social establece que tanto los Trapiches Paneleros como de las centrales de acopio de mieles provenientes de trapiches

paneleros, cuya producción sea a nivel nacional o de exportación deben inscribirse ante el INVIMA (Ministerio de Protección Social, 2008).

Para que los trapiches o la producción se realice según las normativas, se demuestre que al estar inscritos en FEDEPANELA pueden acceder a capacitaciones y acompañamiento, acceso a convenios, certificación y pago de la cuota de fomento panelero, la federación busca el mejoramiento del nivel de vida de todos los productores, mayor competitividad y rentabilidad, defender los derechos e intereses de los asociados, que se realice el ingreso remunerativo, desarrollo tecnológico, social, comercial y ambiental. (FEDEPANELA, s.f.)

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio y enfoque

Tipo de estudio exploratorio basado en fuentes secundarias, dado que se recopilan y analizan información confiable de instituciones públicas y privadas, trabajos de grados, manuales, revistas indexadas y medios de comunicación masivos. (Rastreo bibliográfico) Se realiza bajo un enfoque cualitativo, porque la gran mayoría de información está basada en recolección y análisis de datos a partir de diferentes documentos. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Cabe resaltar que esta monografía tiene un enfoque no experimental, porque se utiliza información ya desarrollada por diferentes investigadores y organizaciones, con las cuales analizan variables, respecto a un tema específico, en este caso la producción de panela y su impacto en el medio ambiente, por lo cual se considera el método comparativo. (Hernández Sampieri et al., 2014)

3.2 Población de referencia

Se decide tomar como población de referencia al departamento de Antioquia, dejando claridad que no se realizará encuestas o actividades en campo o territorio, en cambio se realizará desde un rastreo bibliográfico y posterior análisis documental.

Según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA, en Colombia hay 17.255 trapiches paneleros, los cuales generan 90.000 empleos en la zona rural, donde los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Cauca concentran el 55,4% de las unidades productivas a nivel nacional. El 53,7% de las maquinas tiene una producción menor a 50 kilos de panela por hora. La mayor parte de producción de los trapiches localizados en el departamento de Cundinamarca son comercializadas en el exterior. (Portafolio, s.f.).

Aproximadamente 88.9% son productores pequeños en Colombia, los cuales están localizados en su mayoría por el departamento de Antioquia, en el cual 23 de los municipios presentan como actividad económica la producción de panela y estructuras gremiales, en especial de los municipios de San Roque, Yolombo, Yalí, Vegachí y Santo Domingo. (El Mundo, 2017).

3.3 Consideraciones éticas

Durante el desarrollo de la monografía se tendrá respeto hacia las instituciones públicas y privadas que estén relacionadas con la información bibliográfica, que se utilice de ellas, se dará reconocimiento a los diferentes autores e investigadores de cada artículo o trabajo mencionado.

En el caso de manejo de información especial se tendrá confidencialidad.

3.4 Técnicas de recolección de la información

Por medio de un rastreo bibliográfico, en diferentes instituciones públicas y privadas, trabajos de grados, manuales, revistas indexadas y medios de comunicación masivos.

3.5 Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Se creará una matriz que permita analizar las buenas prácticas de manufactura, producción limpia y su relación con la economía circular que pueda contribuir a la disminución de impactos ambientales. Basada en factores como: materia prima, productos, subproductos, máquinas y equipos.

Se analizará la cadena de producción de la panela mediante un flujograma con el fin de proponer un modelo de economía circular, el cual pueda ser empleado a corto y mediano plazo.

El presente estudio solo va analizar el proceso de producción de la panela, es decir desde que la materia prima ingresa al trapiche, hasta antes del alistamiento para el empaque y posterior comercialización.

4. Análisis de los datos

4.1 Situación actual de Los Trapiches en el departamento de Antioquia

En 23 municipios de los 125 que conforman el departamento, se tiene como principal actividad, la elaboración de panela. Específicamente en el Nordeste, como los municipios San Roque, Yolombó, Santo Domingo, Yalí y Vegachí, gracias a la calidad y competitividad en el mercado. (El Mundo, 2017)

En el departamento se han llevado a cabo avances tecnológicos y organizacionales enfocados en el desarrollo de cultivos, infraestructura, centrales de mieles y apertura de mercados, como es el caso de la panela pulverizada, además de incursionar en la producción orgánica de panela, el cual es un producto apetecido en el mercado internacional, especialmente en Europa. (El Mundo, 2017)

En la mayoría de los trapiches, las vías de acceso carecen de estructura, es decir, no están elaboradas con material (pavimento) y se encuentran en mal estado, el cual empeora con las condiciones climáticas, convirtiendo el acceso a insumos o materia prima un poco difícil. El transporte de la caña de azúcar desde el cultivo hasta el trapiche, deben realizarlo en semovientes, siendo un poco complejo en términos de tiempo, mano de obra y distancia. (Mosquera et al., 2007)

La infraestructura de los trapiches cuenta con diferentes áreas, las cuales, en el mayor de los casos, no se encuentran definidas físicamente, adicional, la construcción de estos es de forma artesanal y materiales como guadua, techos de zinc, pisos en tierra y no cuentan con paredes, lo cual deja el proceso de producción expuesto a diferentes condiciones climáticas y contaminantes. (Mosquera et al., 2007)

Figura 3*Infraestructura trapiche panelero*

Fuente: Gualanday (s.f.).

Desde hace varios años, se presenta una problemática con “derretideros de azúcar clandestinos” donde elaboran panela “falsificada” de mala calidad y menos valor nutricional, lo cual pone en riesgo al sector panelero, a pensar de realizar operativos con la Comisión de Control y Vigilancia del departamento de Antioquia, la situación no mejora, la mayor afectación para los productores se ve en la disminución de precios, por esto es importante las alianzas entre los trapiches, con el fin de realizar cierres comerciales, es decir buscar que la producción y comercialización de la panela, se lleve a cabo solo entre los asociados. (El Mundo, 2017)

Pero, los problemas no son únicamente relacionados a la infraestructura, sino también a la falta de automatización y control de los procesos, dado que esto puede conllevar a generar errores en la dosificación de las sustancias empleadas en la clarificación y encalado, uso elevado de materia prima usada como comburente, calidad y uniformidad en la panela, pérdidas energéticas, consumo elevado de agua, y residuos sólidos y líquidos en el medio ambiente. (Guerrero y Guzmán, 2015)

Según El Mundo, (2017), se está apuntando a la producción más limpia, en donde algunos trapiches están innovando con sistemas de vapor, es decir ya no se emplea hornos a base de comburentes como la madera o bagazo, dado que estos pueden alterar la calidad de la panela con residuos generados durante el consumo de estos comburentes, aunque resaltan la importancia de la aplicación de buenas prácticas de manufactura, capacitación de los colaboradores y adecuación de infraestructura.

4.2 Producción más limpia y BPM en la elaboración de panela

Las buenas prácticas de manufactura, juegan un papel importante en la elaboración de la panela, dado que con ellas se busca evitar, la contaminación cruzada e impactos negativos al momento del consumo humano.

4.2.1 BPM de la panela

En el Decreto 3075 de 1997 del ministerio de salud y protección social, se determinan los requisitos para el cumplimiento de las BPM en el procesamiento de alimentos con el fin de regular, disminuir y evitar todos los factores de riesgo que se puedan generar en la producción y consumo de alimentos, algunos de ellos son:

- El sitio debe estar limpio, despejado, pavimentado, sin plagas ni acumulación de residuos, como tampoco el estancamiento de aguas. (Vásquez et al., 2019)
- La infraestructura debe estar en buen estado y con un tamaño adecuado, las zonas de trabajo deben estar delimitadas y señalizadas, contar con buena iluminación y aireación. (Vásquez et al., 2019)
- Contar con agua potable y adecuada disposición de los residuos líquidos y sólidos, contar con la cantidad y buen estado de los contenedores, evitando en todo momento la contaminación cruzada. (Vásquez et al., 2019)

- Contar con unidades sanitarias diferenciadas (lavamanos, duchas e inodoros) tanto para mujeres como hombres y que cuenten con todos los elementos de aseo, según como lo indica el reglamento de higiene, en el manejo y manipulación de alimentos. (Vásquez et al., 2019)

- Los equipos, máquinas y demás elementos, deben estar limpios y desinfectados, además de contar con las respectivas fichas técnicas y fabricadas en materiales que no presenten riesgo para la salud, contaminación del medio ambiente o producto. (Vásquez et al., 2019)

- Los colaboradores deben contar con examen médico de ingreso y egreso, curso de manipulación de alimentos, inducción según la labor a realizar y se debe diseñar un programa de capacitaciones sobre cuidado del medio ambiente, buenas prácticas de manufactura, manipulación de alimentos y los demás que correspondan según el puesto de trabajo. (Vásquez et al., 2019)

- La ropa o uniformes deben estar limpios y en buen estado, además de cumplir con lo estipulado en las normas de seguridad y salud en el trabajo, incluyendo elementos de protección personal. (Vásquez et al., 2019)

Adicional a lo anterior, mediante el “Reglamento técnico sanitario” expedido mediante la resolución 779 de 2006, da también unos lineamientos que los trapiches deben seguir, tales como: La infraestructura, debe estar localizada lejos de posibles focos de contaminación, sus alrededores deben estar libres de residuos sólidos líquidos y materiales que se encuentren en desuso, el lugar solo puede estar personal autorizado, está prohibido el ingreso de animales, la labor no debe generar riesgo a la salud, la miel y jugos producidos no pueden estar alrededor del trapiche. (Vásquez et al., 2019)

Según Montenegro, (2015) en el “manual de buenas prácticas de manufactura en la producción de panela de caña” los colaboradores no pueden usar joyas, ni fumar, ni beber en las áreas de elaboración.

También después del COVID-19, se ha hecho mucho énfasis en el adecuado lavado de manos, y se han tomado más medidas de prevención y más en el sector alimenticio, con el fin de evitar la propagación de enfermedades.

Por último, en la figura 4 y tabla 7, se resaltan los elementos de protección personal que deben usar los colaboradores durante el proceso de producción.

Figura 4

Elementos de protección personal empleados durante la producción de panela



Fuente: FEDEPANELA (2009).

Tabla 7

Elementos de protección personal empleados durante la producción de panela

Elementos personales	Características
Delantal	De color claro, impermeable, cubrir la mayor parte del cuerpo y en buen estado con el fin de evitar salpicaduras o quemaduras por los juegos calientes, y limpio durante toda la jornada de trabajo, adicional evitar que tengan bolsillos en los cuales puedan colocar objetos que puedan caer en los calderos.
Cobertor de cabello o gorro	Se recomienda el uso de redcilla o gorro, para los colaboradores, en especial al ingresar al área de moldeo, todo el cabello debe estar dentro de este, además de una higiene constante del mismo.
Tapabocas o mascarillas	El tapabocas puede ser desechable o de tela, este tiene que encontrarse en buen estado y limpio, y empleado por todos los colaboradores que contacto con los alimentos, dado que la boca y nariz albergan muchas bacterias las cuales se pueden esparcir al estornudar o hablar.
Botas	Los colaboradores que se encuentra en la etapa de moldeo, es necesario que usen botas limpias, en buen estado, impermeables con suela antideslizantes, con el fin de evitar caídas y evitar humedad en los pies.
Guantes	Se debe usar para la manipulación de las materias primas y productos para el consumo humano, estos deben estar en buenas condiciones, limpios y desinfectados, el uso de los guantes no exime del lavado de manos.

Fuente: Elaboración propia en base a la cartilla de “abc de la panela” emitida por

FEDEPANELA y Montenegro (2015).

4.2.2 Impactos ambientales

Durante el proceso productivo de la panela, se presentan diferentes impactos ambientales, desde el componente biológico, físico y cultural, una de las principales afectaciones se evidencia en el recurso del aire, dado a la emisión de gases provenientes por los comburentes empleados en los hornos; también se presenta un consumo de energía, gracias a los molinos y hornos, en su mayoría se emplea energía calórica o eléctrica. (López et al., 2019)

Otro recurso que se impacta es el agua, debido a las limpiezas y desinfecciones que deben realizarse periódicamente a las máquinas, equipos y demás elementos, generando a su vez

vertimientos líquidos, los cuales no presentan pretratamiento y en el mejor de los casos van a un sistema único de aguas residuales. (López et al., 2019)

Adicional en algunas etapas de producción como la clarificación, evaporación y concentración, se emplea un horno, con el fin de evaporar el 90% del agua que se encuentra en el guarapo de caña, para el encendido de estos hornos se emplea el residuo del bagazo, pero a su vez se necesita otro comburente como es el caso de la madera, carbón mineral e inclusive llantas viejas, las cuales generan impactos en el medio ambiente por la emisión de gases tales como “monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y vapor de agua”. (López et al., 2019)

Los comburentes empleados en el proceso de producción deben ser extraídos del medio ambiente; por ejemplo, la madera, la cual, para su obtención deben realizar deforestación de diferentes zonas, adicional la mayoría de hornos, empleada en los trapiches, son tradicionales, es decir tienen menor aprovechamiento energético. (López et al., 2019)

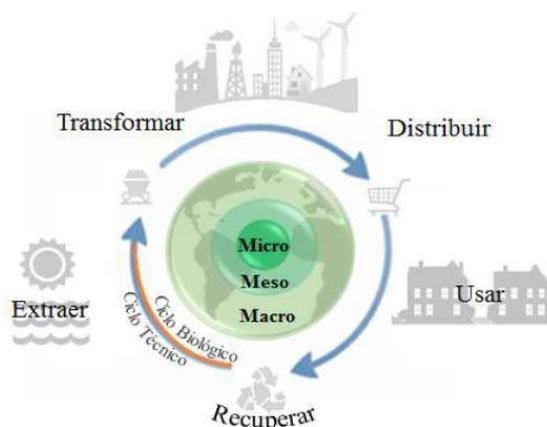
4.2.3 Economía circular

Algunos economistas han resaltado la importancia y necesidad de establecer una relación entre medio ambiente y el sistema económico, en base a esto nace la economía circular como un sistema cerrado, el cual no es un concepto nuevo, pero si ha tomado relevancia en los últimos años, gracias a la implementación como política, que busca impulsar el cambio de la economía lineal y clásica, al modelo circular, en países como Alemania, China, Japón y la Unión Europea. (Prieto, 2017)

Según Prieto Sandoval, (2017) el campo de acción de la economía circular va desde la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación como se puede observar en la figura 5, estos deben ser incluidos en los procesos de mejora ambiental.

Figura 5

Ciclo de la economía circular, con enfoque en la sostenibilidad



Fuente: Prieto (2017).

- **Extraer:** hace referencia a tomar las materias primas del entorno de manera eficaz y responsables, las empresas que no necesitan extraer los recursos, pueden seleccionar sus proveedores, según criterios medioambientales, buscando así mitigar y disminuir los impactos generados en el medio ambiente por la obtención de dichos materiales. (Prieto, 2017)
- **Transformar:** Mediante prácticas e innovaciones tecnológicas y ecológicas se obtengan bienes y servicios sostenibles (Prieto, 2017)
- **Distribuir:** Las empresas deben buscar la forma que sus productos o servicios sean entregados a los clientes de una forma eficiente y que reduzca o mitigue el impacto ambiental generado en las diferentes etapas de la distribución. (Prieto, 2017)
- **Usar:** El consumidor, debe reducir el impacto que se produce con el uso del bien o servicio, empleando reutilización o reciclaje, pero también los productores necesitan plantear modelos de negocio, en la cual como primera opción ofrezcan al consumidor devolver el producto o servicio después de su ciclo de vida, como es el caso de los programas de posconsumo presentados por el ministerio de medio ambiente y desarrollo rural. (Prieto, 2017)

- **Recuperar:** El ciclo de economía circular, indica que los residuos se pueden recuperar de la siguiente manera, la primera de forma biológica, es decir el residuo es devuelto a la biósfera, como un ejemplo de esto es el compostaje. Otra forma es la técnica, es decir la reincorporación dentro el proceso productivo de bienes o servicios, un ejemplo de esto es la fabricación de telas en base de botellas plásticas. (Prieto, 2017).

Todo esto lleva a pensar el producto desde el diseño, cuando una empresa busca estrategias desde el inicio para la elaboración de sus productos o servicios, puede ser una ventaja competitiva tanto para mercados nacionales como internacionales, una de las estrategias más conocidas es “de la cuna a la cuna”, la cual tiene como base la recuperación de los residuos de forma biológica o tecnológica, esta estrategia tiene dos pilares fundamentales, (Prieto, 2017).

- **“Basura = alimento”:** Hace referencia al producto después del uso, pero este puede ser empleado tratado de forma biológica o es un material valioso que fácilmente puede ser reincorporado en la cadena productiva, ayudando tanto a la disminución de gastos financieros como impactos ambientales, (Prieto, 2017). Un ejemplo claro de esto es el biodiesel, elaborado a partir de aceites de cocina usados.

- **“Uso de energías renovables”:** Esta idea, hace referencia al uso de energía limpia y que estén a nuestro alcance, (Prieto, 2017). Un ejemplo muy usado en la actualidad es la energía solar, obtenida por medio de paneles solares, también la eólica e hídrica, las cuales son limpias y no generan impactos en el ambiente.

Lo anterior son alternativas, se puede usar a la producción de la panela, como la de basura = alimento, dado que los residuos que allí se generan en su mayoría son orgánicos y pueden ser tratados de forma biológica, e inclusive técnica como es el caso del bagazo, empleado

para encender el horno además de la implementación de energías renovables, como es el caso de la energía solar, la cual hace referencia a la estrategia de uso de energías renovables.

4.3 Proceso de producción de la panela

La producción de la panela se lleva a cabo en los trapiches, a continuación, se presenta en la figura 6, en donde se plantea como es la elaboración de este producto, para el caso del presente trabajo se analizará la panela en bloque, adicional solo la fase de elaboración, es decir no se tendrá en cuenta el cultivo, ni empaque, ni distribución y comercialización:

Figura 6

Proceso de elaboración de la panela en bloque



Fuente: Elaboración propia, en base a los documentos de García (2015) y López et al. (2019).

Para entender cada etapa del proceso productivo de la panela en bloque, se presenta una explicación de cada elemento:

1. Ingreso de caña: Es cuando la caña de azúcar llega en los semovientes para ser ingresada al trapiche para el inicio del proceso productivo. (García, 2015) como se puede apreciar en la figura 7.

Figura 7

Ingreso de la caña de azúcar al trapiche



Fuente: García (2015).

2. Pesaje de la caña: Se realiza pesaje de la caña ingresada. Esto se realiza con una pesa instalada en el piso como se ve en la figura 8, normalmente los semovientes ingresan con un promedio de 250 kilos. Para esto todos los días los semovientes deben ser pesados sin carga, con el fin de poder determinar el peso real de la carga al ingresar al trapiche. (García, 2015)

Se puede emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de la carga} = \text{Peso total restado (-) peso al inicio del día del semoviente}$$

Figura 8

Pesaje de la carga de caña



Fuente: Gualanday (s.f.).

3. Almacenamiento de la caña: Se realiza un almacenamiento de la materia prima, lo cual se muestra en la figura 9, debido a distancias desde el cultivo hasta el trapiche, escasez de mano de obra y/o semovientes para el transporte de la caña o simplemente para tener una buena cantidad de materia prima para la molienda, la caña se empieza a recolectar varios días antes del inicio de la producción. (García, 2015)

Figura 9

Almacenamiento o arrume de caña



Fuente: García (2015).

El tiempo de almacenamiento puede depender de diferentes condiciones, como las ambientales, logísticas, e imprevistos en el trapiche, esto puede afectar en disminución del peso y rendimiento de la materia prima y en la calidad del producto final. (García, 2015)

“En un estudio realizado en Piedecuesta, Santander; se encontró que el rendimiento de panela con respecto a la caña molida disminuía en 1% con un día de apronte; 5% con tres días y; 10% a los cinco. Así mismo, los azúcares reductores aumentaban significativamente con el tiempo de apronte en la caña y en la panela”. (García, 2015).

Por esto se considera importante disminuir los tiempos de almacenamiento una duración máxima de tres días.

4. Extracción o molienda: la caña ingresa a un molino el cual tiene unos rodillos que ejercen presión (figura 10), generando así la extracción del jugo y como residuo el bagazo (tallo de la caña) el primero es la materia prima empleada en la elaboración de la panela, el segundo es utilizado como comburente de los hornos (después de someterlos a un proceso de secado), (López et al., 2019) estos molinos pueden tener motores que funcionen con electricidad o ACPM, o de manera manual con una rueda de agua o tracción animal.

Figura 10

Molino para la extracción del jugo de la caña



Fuente: Cuero y Velásquez (s.f.).

Los molinos son equipos que datan desde el siglo XVI, y en la actualidad se considera aceptable obtener entre el 50% y 70% extracción de los jugos, (Guerrero y Escobar, 2015). Se recomienda que, para optimizar la extracción, pureza y calidad de la panela, la caña debe estar sin hojas, es decir solo el tallo, al momento de ingresarlo al molino, (este proceso se realiza al momento del corte) adicional no deben contener exceso de barro, este debe ser retirado al momento de la extracción la caña de la tierra, dado que esto puede conllevar a riesgos a los operarios al momento de alimentar dicha máquina. (García, 2015)

5. Pre limpieza: Con la ayuda de medios físicos, se realiza una limpieza de algunas partículas que pudieron quedar después de la molienda (López et al., 2019), el jugo, el cual de ahora en adelante se le nombra guarapo, cae a unos pozuelos o purificador, como se puede ver en la figura 11, en este los residuos se sedimentan y el jugo está listo para ser llevado a los calderos.

Figura 11

Purificador para el jugo de la panela



Fuente: García (2007).

6. Clarificación y encalado: Luego de que el guarapo se le haya realizado la pre limpieza, este, pasa a unos calderos, en donde será llevado a punto de ebullición, con el fin de clarificarlo, para esto se deben añadir ciertas sustancias, las cuales contribuyen, (López et al., 2019)

Algunas de estas son la cal, esta se adiciona cuando el pH es elevado, lo cual produce un oscurecimiento del producto, por ende, se debe adicionar esta mezcla. (Guaman et al., 2009)

Otros compuestos o sustancias que se pueden adicionar son el guásimo, balso o cadillo. (López et al., 2019). Las impurezas flotan a la superficie y estas son retiradas de forma manual con ayuda de un cucharon, este residuo recibe el nombre de cachaza, el cual usualmente es dado a los semovientes.

Figura 12

Clarificación y remoción de la cachaza



Fuente: Ossa (2019).

7. Evaporación y concentración: En este paso al guarapo se le empieza a llamar miel, la cual es sometida a calor, con el fin de dar inicio a la evaporación del agua (figura13),

generando así la concentración del azúcar (López et al., 2019). La textura y viscosidad empieza a cambiar como se ve en la figura 14.

Figura 13

Proceso de evaporación de la miel



Fuente: La Alcasia (s.f.).

Figura 14

Miel de panela



Fuente: Gualanday (s.f.).

8. Batido: Cuando la miel ha alcanzado el punto de panela, se retira de la caldera y pasa a ser mezclada entre 10 y 15 minutos, con el fin de homogenizar la, mejorar el color, secado y disminuir la capacidad de adherencia (López et al., 2019). En la figura 15 se ve como realizan el proceso de batido.

Figura 15

Batido de la miel



Fuente: Gualanday (s.f.).

9. Moldeo, secado y enfriamiento: Este es la última etapa del proceso que se va a analizar en el presente documento, acá se da la forma que se desea a la panela, para ello, la miel se cierte sobre moldes de madera, una vez, esta se halla enfriado, ya se retira de los moldes (ver figura 16). (López et al., 2019). En la figura 17 se evidencia como queda el producto terminado, listo para los procesos de empacado, distribución y comercialización.

Figura 16

Moldeado y enfriamiento de la panela



Fuente: Gualanday (s.f.).

Figura 17

Producto final, panela elaborada



Fuente: Gualanday (s.f.).

4.3.1 Factores que interfieren en la calidad de la panela

La calidad de la panela puede ser interferida por factores como la composición final de la panela y condiciones medioambientales, es decir a mayor humedad, la panela pierde dureza, cambia de color, “aumento de los azúcares reductores y se disminuye el contenido de sacarosa”. Otro factor relacionado con la materia prima, es decir la variedad y madurez de la caña dado que esto influye en la textura y olor, el tiempo de cultivo o corte influye en el color, es decir si un cultivo tiene más de cinco cortes, se considera viejo, si la caña después de cortada se almacena más de tres días, va a producir un color más oscuro. (Mosquera et al., 2007)

Al momento de realizar el batido de la miel, si no se hace de la manera correcta o por mucho tiempo, esto introducirá aire en la mezcla, lo cual presentará problemas al momento del moldeo de la panela, durante el proceso de clarificación, entre más sustancias agreguen afectará la pureza y limpieza del producto. (Mosquera et al., 2007)

La temperatura de la adición al caldero puede afectar al proceso de clarificación y encalado, dado que no se separarán las impurezas con eficiencia y la sustancia que se le agregue otorgará un color verde al producto final. (Mosquera et al., 2007).

En esta monografía no se tendrá en cuenta el aspecto de los factores que pueden incidir en la calidad de la panela, porque se considera como procesos que pueden seguir a continuación de las BPM y en la economía circular.

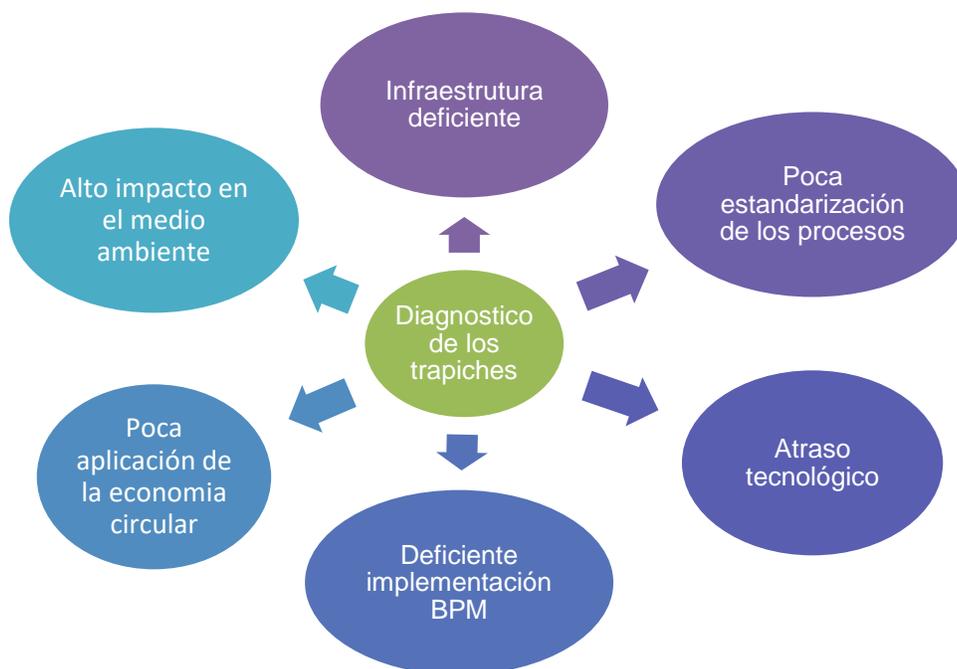
5. Resultados

5.1 Diagnóstico situación actual de Los Trapiches en el departamento de Antioquia

Los trapiches en el departamento de Antioquia, presentan atrasos tecnológicos, infraestructura inadecuada, deficiente estandarización de los procesos, escasa implementación BPM, e impactos ambientales elevados los cuales convierte la producción de panela como un proceso poco sostenible con el medio ambiente (Mosquera et al., 2007). Como se puede evidenciar en la figura 18.

Figura 18

Situación actual de los trapiches en el departamento de Antioquia



Fuente: Elaboración propia, en base a los estudios realizados en el marco teórico.

Infraestructura deficiente: Los pisos en tierra, la falta de división de espacios, construcciones sin paredes, falta de unidades sanitarias, techos y materiales de construcciones que no son los indicados como la guadua, el zinc y la madera, no permiten un cumplimiento de

las normas de BPM y sanitarias, las cuales dificultan la certificación de los trapiches paneleros. (Mosquera et al., 2007; Vásquez et al., 2019)

Poca estandarización de los procesos: No se tiene una estandarización de los procesos realmente documentada lo cual puede ocasionar variaciones en la producción de la panela. (Mosquera et al., 2007)

Atraso tecnológico: La falta de implementación o modernización de los trapiches, puede ocasionar una baja productividad, poca eficiencia y eficacia de los procesos, (El Mundo, 2017). en los trapiches del departamento de Antioquia, este atraso se ha dado por los costos elevados que conlleva esta actualización referente a insumos, maquinarias y recurso humano.

Deficiente implementación BPM: Se evidencia unas deficientes buenas prácticas de manufactura durante la producción de la panela, como es la certificación de manipulación de alimentos, capacitaciones constantes sobre medio ambiente, BPM y demás relacionadas con las actividades que desempeñen los colaboradores, no se evidencia la fumigación contra plagas periódica ni se evita el ingreso de animales al trapiche, la falta de los EPP o vestimenta adecuada puede generar incidentes laborales, como también productos que puedan presentar riesgo para el consumo humano. (Montenegro, 2015)

Poca aplicación de la economía circular: Los modelos de economía circular y su aplicación en nuestras actividades cotidianas han tomado relevancia en los últimos años, a pesar de que, en los trapiches, se han realizado manuales de BPM, y criterios de producción más limpia, no se ha integrado realmente la economía circular a todo el proceso de producción de la panela. (Prieto, 2017)

Alto impacto ambiental: Los impactos ambientales ocasionados a los ecosistemas aledaños de los trapiches son altos, dado que para el desarrollo de sus actividades deben explotar

diferentes componentes como el agua, la cual debe ser empleada para el lavado de todos los implementos y máquinas que se encuentran en el trapiche, el suelo se ve afectado, al momento de la tala de la materia prima, como también al momento al disponer los residuos sólidos y líquidos, otro gran impacto identificado son las emisiones provocadas por los hornos se contaminada el aire y se afecta la calidad del mismo. (López et al., 2019)

5.2 Matriz de economía circular y BPM

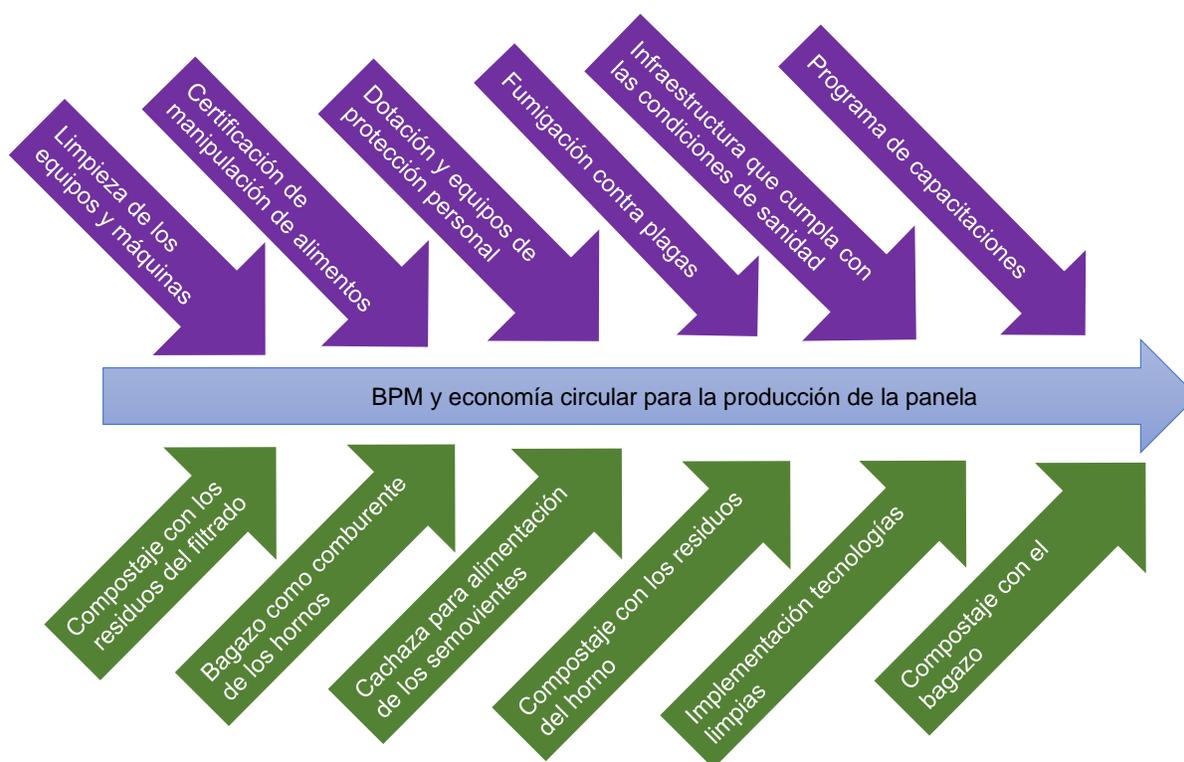
En la actualidad se cuentan con diferentes modelos de matrices, tales como la DOFA, es empleada para realizar un análisis interno y externo de la organización, se evalúan las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, también se encuentra la CANVAS, adicional esta la MPC – matriz de perfil competitivo, en la cual se identifican los competidores, como también sus fuerzas y debilidades y la posición estratégica, la cual ayuda a un sistema de gestión de calidad, otra herramienta es PESTEL, esta es un análisis externo de las variables políticas, económicas, sociales, tecnológicas, del entorno y legales, por último se trae a colación la matriz de la espina de pescado, con la cual se busca realizar un diagrama entre las causas y efectos de una situación específicas, se resalta que hay herramientas que se pueden emplear para el análisis y cruce de la información..

Para el desarrollo del presente trabajo se seleccionó la matriz de espina de pescado dado que permite realizar de manera práctica un cruce de información de diferentes factores relacionados entre sí que contribuyen a un análisis de una situación específica, en este caso es el proceso productivo de la panela, el cual lo representamos con el color azul los factores a analizar son las BPM, identificadas con el color morado y la economía circular representadas con el color verde.

Lo que se busca al integrar las BPM y la economía circular, es generar estrategias que permitan disminuir los impactos generados en el medio ambiente que se generan durante el proceso productivo de la panela, a continuación, en la figura 19, se muestra cómo se pueden relacionar estas dos temáticas.

Figura 19

Matriz de economía circular y BPM



Fuente: Elaboración propia, en base a la documentación recolectada en la presente monografía.

Algunas de estas estrategias que se pueden llevar a cabo para mitigar y/o disminuir los impactos ambientales, es la implementación de tecnologías limpias, tales como paneles solares, que alimenten los molinos, hornos que funcionen con biogás, o con vapor de agua, los cuales pueden ser más amigables con el ambiente, respecto a las emisiones, adicional de cambiar la

madera, este es el comburente empleado en la mayoría de trapiches, el cual se obtiene a través de la tala de árboles. (López et al., 2019)

Otra alternativa con respecto a los residuos generados como el bagazo y la ceniza de los hornos, puede ser materia prima para sistemas de compostaje, el producto de este, es decir el compost puede ser empleado en los cultivos de caña de azúcar. (Cortés, 2008)

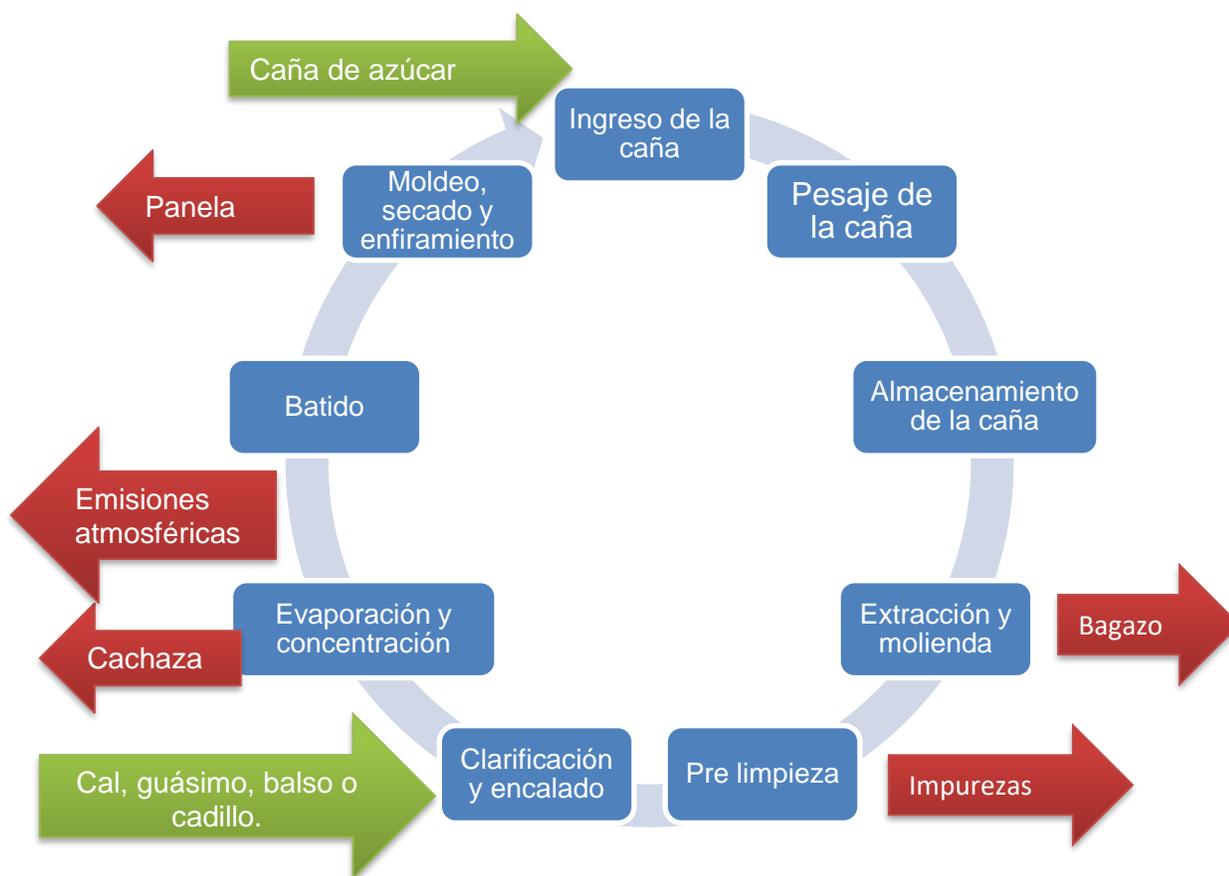
Además, al realizar una aplicación de las BPM, se puede garantizar la sanidad y calidad de la panela, algunas de estas son, la limpieza adecuada de los equipos, máquinas y lugar de producción, tener dotación y los equipos de protección personal – EPP adecuados, los colaboradores cuenten con certificación en manipulación de alimentos, adicional de tener un programa de capacitaciones sobre cuidado del medio ambiente, buenas prácticas de manufactura y demás que se consideren necesarias, prohibir el ingreso de animales al trapiche y tener un cronograma de fumigaciones contra plagas. (Vásquez et al., 2019)

5.3 Flujograma

A continuación, se presenta la propuesta de un flujograma sobre la producción de panela integrando la economía circular en el proceso, de producción de la panela para entender la figura 20, es necesario realizar la siguiente aclaración: las flechas de color verde son los insumos que ingresan a la cadena y las flechas de color rojo son los residuos o subproductos que se generan durante alguna fase.

Figura 20

Flujograma del proceso de producción de la panela con la economía circular



Fuente: Elaboración propia.

1. **Ingreso de la caña:** la caña ingresa al trapiche para iniciar con su procesamiento. (García, 2015)
2. **Pesaje de la caña:** la caña de azúcar es pesada, con el fin de conocer cuanta materia prima ingresa para su transformación. (García, 2015)
3. **Almacenamiento de la caña:** con el fin de tener oportunamente la cantidad de caña suficiente para el proceso productivo, se debe realizar un almacenamiento de esta, lo ideal es que, entre menor tiempo de almacenamiento, mejor va a ser la calidad de la panela, se recomienda no superar los 5 días. (García, 2015)

4. Extracción y molienda: la caña de azúcar es sometida a un proceso de prensado con el fin de sacar el guarapo, el tallo de la caña restante se llama bagazo, el cual puede tener dos usos, el primero como comburente para los hornos y el segundo como materia prima para el compostaje. (López et al., 2019)

5. Pre limpieza: con ayuda de un purificar, se realiza la limpieza del guarapo de cualquier impureza que pudo quedar después del proceso de extracción, (López et al, 2019) estas pueden ser empleadas en el proceso de compostaje. (Cortés, 2008)

6. Clarificación y encalado: El guarapo es llevado al caldero, en donde se lleva al punto de ebullición, con el fin de adicionar sustancias que ayudaran al proceso de clarificación, algunas de las sustancias empleadas son cal, guásimo, balso o cadillo. (López et al., 2019)

7. Evaporación y extracción: En este punto el guarapo empieza a cambiar de textura y recibe el nombre de miel, cuando se da inicio a la evaporación del agua, se genera una concentración del azúcar, el cual recibe el nombre de cachaza. (López et al., 2019). Este es retirado de forma manual por un colaborador, este subproducto puede ser dado a los semovientes, dado que es muy parecida a la melaza.

8. Batido: La miel alcanza el punto de panela, es retirado del horno con el fin de realizar un mezclado manual, el cual no puede pasar de los 15 minutos, dado que puede quedas con demasiado oxígeno, además se debe realizar de la manera correcta si no va a presentar problemas de adherencia al momento de secado. (López et al., 2019).

9. Moldeo, secado y enfriamiento: La miel se coloca en unos moldes, los cuales idealmente deben ser de acero inoxidable (Vásquez et al., 2019);, esto con el fin de dar forma deseada a la panela, luego de que esta fría se retira y se encuentra lista para su empaque y posterior comercialización. (López et al., 2019).

El flujograma que se propone para el proceso de producción de panela, varía al tradicional, inicialmente con la revisión de procesos, integrándolos con un modelo de economía circular, basada en las entradas y salidas correspondientes a una parte del ciclo de vida de la panela, adicional se proponen manejos a los residuos y subproductos que se pueden generar en estas fases, con el fin de mitigar los impactos generados durante, por último resumiendo la información de diferentes autores en un solo documento.

Se resalta que es importante el uso de los EPP que se recomienda por parte de FEDEPANELA, los cuales ayudarán a evitar accidentes laborales y contaminación cruzada para un inadecuado manejo de los alimentos, el lavado de las manos siempre ha jugado un papel muy importante cuando hablamos de productos para el consumo humano, pero tomó más relevancia después de la pandemia del COVID-19.

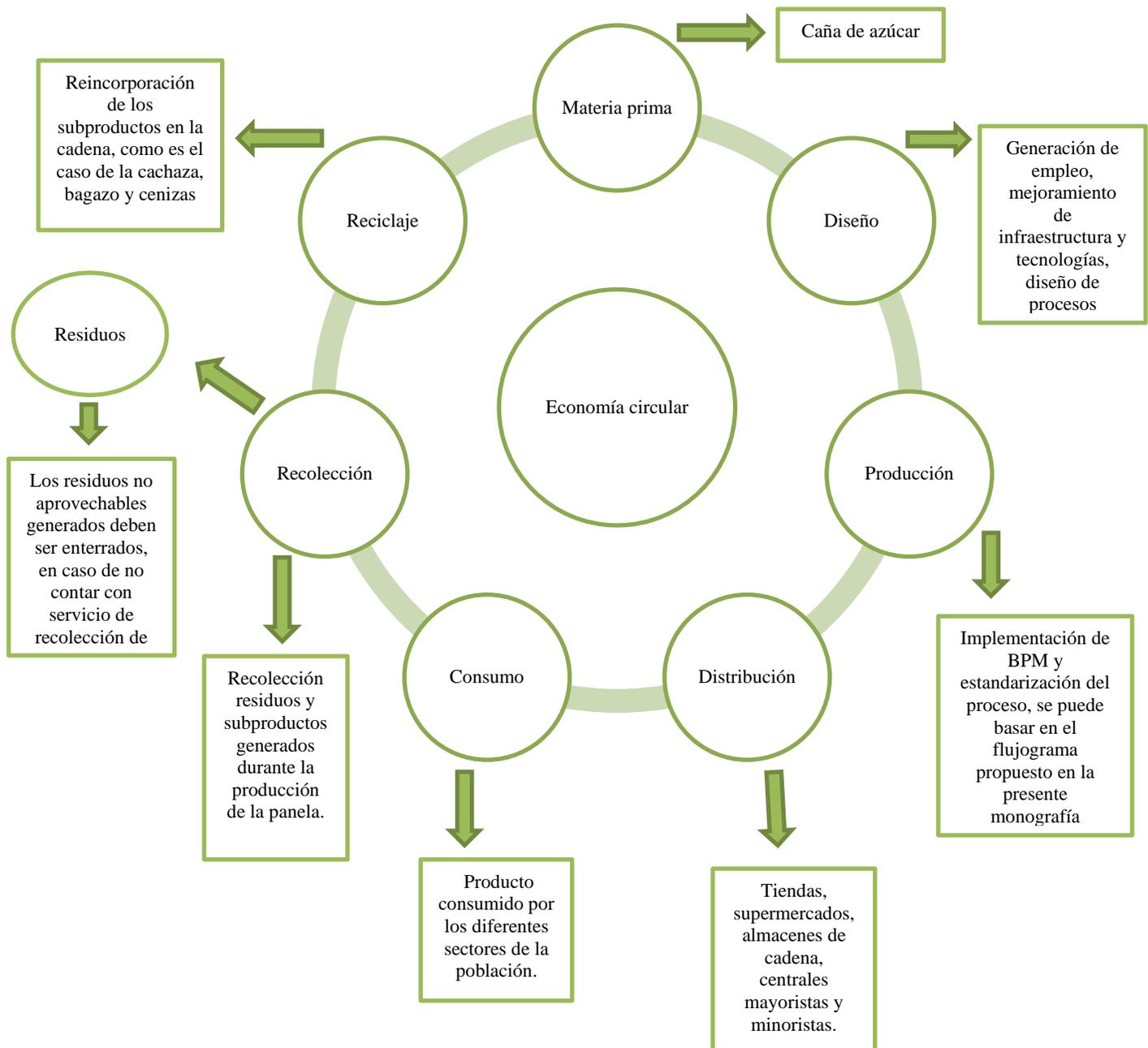
Además de los factores anteriores, es importante tener en cuenta todos los requerimientos las infraestructuras paneleras deben cumplir con el fin de poder ser certificados en calidad y FEDEPANELA, de lo cual se obtendrán mayores beneficios, como acompañamientos, capacitaciones, exportación de sus productos, mejor precio y valor agregado, mejorando su competitividad y sostenibilidad a futuro.

5.4. Modelo de economía circular en la producción de panela

En la figura 21, se plantea el siguiente modelo de economía circular aplicable a la etapa productiva de la panela, este surge como resultado de la investigación documental realizada.

Figura 21

Modelo de economía circular en la producción de la panela



6. Conclusiones

Se puede determinar que los trapiches, no cuentan con una infraestructura que cumpla unas condiciones adecuadas, dado que como se ha podido ver los diferentes documentos investigados, la producción se realiza de una manera artesanal y por familias de la zona rural del departamento, además de esto la competitividad con los productores informales y las prácticas poco sostenibles han ocasionado que algunos productores de panela, cierren las puertas de sus trapiches, debido a la falta de estandarización de procesos, costos e implementación de máquinas, tecnologías y mano de obra.

Las BPM enfocadas al sector agrícola, juegan un papel importante al hablar de sanidad o inocuidad en los alimentos, para la producción de la panela se deben tener varios factores presentantes, tales como la infraestructura, las cuales debe cumplir condiciones como un suelo de material, distribución y demarcación de las zonas, contar con baños diferenciados y bien dotados, además de que los colaboradores cuenten con todos los implementos de protección personal como dotación adecuada y capacitaciones según el trabajo a realizar, como también la certificación de manipulación de alimentos, está prohibido el ingreso de animales al trapiche, así como se debe realizar una fumigación periódica, todo esto con el fin de evitar morbilidades por la ingesta de la panela.

Los impactos ambientales generados durante el proceso productivo de la panela son varios, y afectan el aire, mediante la emisión de factores contaminantes, producto de los comburentes empleados para el encendido y gasto energético de los hornos, durante la evaporación y encalado de la miel, el componente hídrico, al momento de realizar la limpieza de los máquinas y equipos, como también descargas de aguas residuales que se puedan presentar, el

componente del suelo gracias al proceso de cultivo de la caña, como también la deforestación ocasionada por la tala de árboles que son empleados para el encendido de los hornos.

Cuando se habla de economía circular se debe pensar desde la sostenibilidad, es decir la relación entre medio ambiente, economía y sociedad, lo cual es importante analizar desde los diferentes sectores productivos, en este caso el de la panela, dado que es importante desde la parte social como un producto de la canasta familiar básica, la parte económica dado que genera empleos y la parte ambiental por los impactos que se generan a partir de su elaboración, se debe generar una balanza entre los tres ámbitos, con el fin de buscar permanencia en el tiempo sin presentar afectaciones a cualquiera de los conjuntos, tratando de reincorporar los diferentes residuos o subproductos que se puedan generar, nuevamente al ciclo productivo.

Desde mi punto de vista como futura especialista en gerencia de proyectos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, considero necesario realizar un estudio tipo descriptivo, realizando visitas a campo y levantamiento de información con una muestra determinada con el fin de obtener nuevos datos y una información mucho más precisa de la situación actual de los diferentes trapiches que se encuentran en el departamento de Antioquia, se puede considerar que este trabajo es el preliminar para la continuación de futuras investigaciones relacionadas con diseño, elaboración y ejecución de proyectos.

En futuros trabajos a realizar sobre la producción de la panela, se puede enfocar desde el proceso de cultivo de la caña de azúcar o como punto otro punto de vista, la comercialización del producto final, los cuales no se pudieron abarcar en esta monografía, debido a limitantes de tiempo, patrocinio y desplazamiento para llevar a cabo dichas investigaciones, como también se debe tener en cuenta que estos se pueden considerar dos trabajos independientes.

Como Administradora en salud: con énfasis en la gestión sanitaria y ambiental de la Universidad de Antioquia, puedo concluir, a partir de la revisión documental realizada en el tema, que los trapiches deben ser un objeto de estudio e implementación de proyectos que apunten al desarrollo sostenible, gracias a su importancia social, cultural y económico para el país, dado que actualmente los impactos ambientales generados durante el proceso de elaboración de la panela son altos, los cuales no permitirán a futuro la continuidad de esta agroindustria.

7. Recomendaciones

Los trapiches deben empezar a realizar aporte al cuidado del medio ambiente, es decir, en relación a la tala de árboles, crear programas de reforestación en las zonas donde se saca la madera empleada como comburente en los hornos, y para los productores de panela, se deben empezar a buscar alternativas de energías limpias tanto para el uso de los molinos como el encendido y gasto energético de los hornos, de tal forma que se disminuya el impacto generado, como es la huella de carbono, producto de sus emisiones y deforestaciones, de tal forma que tengan una producción sostenible.

Desde el proceso interno de los trapiches, se debe promover el uso de los elementos de protección personal e indumentaria para los colaboradores puede contribuir a la disminución de accidentes laborales, como también la contaminación de los alimentos por un inadecuado manejo, además es importante que todos cuenten con la certificación del curso de manipulación de alimentos expedido por un organismo competente, para evitar morbilidades por ingesta en el ser humano.

Se debe plantear programas de capacitaciones, orientados a buenas prácticas de manufactura, cuidado del medio ambiente y demás temáticas que se consideren necesarias para llevar a cabo con éxito el proceso de producción de panela.

Algunos subproductos como las impurezas y el bagazo que se generan durante las fases de producción de la panela, pueden ser la materia prima para un sistema de compostaje, siempre y cuando los trapiches migren al uso de energías limpias, de esta forma estos desechos pueden ser reincorporados a la cadena en el proceso de cultivo.

La cachaza, el cual es un subproducto de la panela, además de ser empleada para alimentación de semovientes, puede ser dada a los porcinos, dado que tiene un alto valor nutricional.

Las instalaciones de los trapiches, deben contar con medidas mínimas de sanidad, tales como un piso que no sea de tierra, delimitación de las zonas y encerramiento con el fin de evitar contaminaciones cruzadas y el cumplimiento de normas básicas de seguridad y salud en el trabajo - SST

Se realiza una propuesta de un modelo de economía circular aplicado al proceso de producción de la panela, el cual se diferencia del tradicional, en donde no es específico el uso que se da a los residuos o subproductos que se generan, frente al modelo de economía circular donde estos si son aprovechados, reincorporándolos en la cadena, además de tener en cuenta la manipulación adecuada y el control de los procesos, adicional como tal en la literatura revisada, no se encontró una propuesta de dicho modelo.

Se recomienda orientar estudios experimentales dirigidos a la economía circular, en la agroindustria de la panela en todos sus procesos, dentro de los diferentes municipios del departamento de Antioquia, que tengan como su actividad principal la producción de panela, de tal forma que los trapiches puedan continuar en el tiempo y ser sostenibles con el medio ambiente.

Referencias

- Borja, L. (2021). *Arrieros y colonos: La imagen de Juan Valdez en la identidad colombiana y los ecos del proyecto decimonónico de nación*. [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/56512>
- Congreso de Colombia. (1979). Ley 9. *Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html
- Congreso de Colombia. (1990). Ley 40. *Por la cual se dictan normas para la protección y desarrollo de la producción de la panela y se establece la cuota de fomento panelero*.
<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1595813>
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 101. *Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66787>
- Congreso de Colombia. (1997). Ley 373. *Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=342#:~:text=Se%20entiende%20por%20programa%20para,dem%C3%A1s%20usuarios%20del%20recurso%20h%C3%ADrico>.
- Congreso de Colombia. (2000). Ley 607. *Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*.
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20607%20de%202000.pdf>
- Congreso de Colombia. (2001). Ley 697. *Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras*

disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4449#:~:text=Mediante%20la%20cual%20se%20fomenta,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones.>

Congreso de Colombia. (2003). Ley 811. *Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones.*

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20%20811%20de%202003.pdf>

Cortés, S. (2008). *Aprovechamiento de subproductos de la industria panelera en la elaboración de compost, utilizando microorganismos eficientes (EM)*. [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio institucional.

<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/250>

Cuero, L. Velásquez, I. (s.f.). *Implementación de un modelo de operación por procesos para el trapiche Darién*. [Trabajo de grado, Universidad del Valle]. Repositorio institucional.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17759/CB-0575506.%20SI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

El Mundo. (2017, 29 de octubre). *La dulce agroindustria que permanece en el Nordeste*.

Periódico El Mundo. <https://www.elmundo.com/noticia/La-dulce-agroindustria-que-permanece-en-el-Nordeste/361805>

Federación Nacional de Productores de Panela. (2009). *ABC de la panela*. [Archivo pdf].

<https://fedepanela.org.co/gremio/descargas/abc-de-la-panela/>

Federación Nacional de Productores de Panela. (2020). *Informe sector panelero tercer trimestre*.

[Archivo pdf]. <https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2020/11/Informe-3-TRIMESTRE-2020-FFP.pdf>

Federación Nacional de Productores de Panela. (s.f.). *Quienes somos. FEDEPANELA*.

<https://fedepanela.org.co/gremio/nuestra-federacion/quienes-somos/>

Función Pública. (1991). *Constitución política de Colombia de 1991*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

García, H. (2007). *Filtro y prelimpiador para jugos*. Research Gate.

https://www.researchgate.net/figure/Figura-Filtro-y-prelimpiador-para-jugos_fig11_306375006

García, H. (2015, 28 de mayo). *Recomendaciones técnicas para el apronte de la caña en trapiches para producción de panela*. Research Gate.

<https://www.researchgate.net/publication/325999966>

Gaviria, N. (2021). *Colombia es el segundo país productor de panela a nivel mundial, después de la India*. La República. <https://www.larepublica.co/especiales/reactivacion-de-santander/colombia-es-el-segundo-pais-productor-de-panela-a-nivel-mundial-despues-de-la-indi%E2%80%A6>

González, G. y Vargas, J. (2017) La economía circular como factor de responsabilidad social.

Revista de Temas de Coyuntura y Perspectivas, 2(3), 105-130. DOI

10.5281/zenodo.1182808

Gualanday. (s.f.). *Fotografías del Trapiche Gualanday. Trapiche panelero en Yolombó –*

Antioquia. <http://www.trapichepanelerogualanday.com/fotos.html>

- Guaman, F., Guaman, E. y Villavicencio, H. (2009). *Diseño, simulación y emulación de una planta productora de panela*.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1045/1/1929.pdf>
- Gurrero, M. y Escobar, J. (2015). Eficiencia técnica de la producción de la panela. *Revista investigación científica y tecnológica terminada*, 14(1), 107-116.
<https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/1853>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6 ed. Bogotá: Mc Graw Hill
- La Alcasia. (s.f.). *Quienes somos*. <https://laalsacia.com/nuestra-planta.php>
- López, N., Moreno, F., Castro, L. y Zárate, M. (2019). Evaluación de los aspectos ambientales en la cadena de suministros de la panela en el sector de la Hoya del río Suárez en Colombia. *Revista chilena de Economía y Sociedad*, 13(1), 80-94.
<https://sitios.vtte.utem.cl/rches/wp-content/uploads/sites/8/2019/07/revista-CHES-vol13-n1-2019.pdf>
- Lozano, L. y Castillo, K. (2015). *Formulación de estrategias de producción más limpia para optimizar el desempeño ambiental en el trapiche panelero la tortuga, municipio de González, Cesar*. [Trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/1412>
- Mejía, A. (2007). *Propuesta para la implementación del sistema de gestión ambiental en el trapiche panelero – HVC*. [Práctica empresarial, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio institucional.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2817fe7c-1ff5-4505-ad3a-2c7598f0879d/content>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Cadena agroindustrial de la panela.*

[Diapositivas de Power Point]. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadena [SIOC].

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2019-1230%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Cadena agroindustrial de la panela.*

[Diapositivas de Power Point]. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadena [SIOC].

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Panela/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución 631. *Por el cual se*

establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. [https://www.minambiente.gov.co/wp-](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf)

[content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Resolución 909. *Por la cual*

se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcdf0d-f1ee-4871-91b9-18eac559dbd9>

Ministerio de Protección Social. (2005). Resolución 5109. *Por la cual se establece el reglamento*

técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%205109%20de%202005.pdf>

Ministerio de Protección Social. (2006). Resolución 779. *Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion-779-de-2006.pdf>

Ministerio de Protección Social. (2008). Resolución 3462. *Por la cual se modifica el párrafo del artículo 9° y el artículo 15 de la Resolución 779 de 2006 y se dictan otras disposiciones*

https://fedepanela.org.co/gremio/wp-content/uploads/2019/04/RESOLUCIN_3462_DE_2008.pdf

Montenegro, D. (2015). *Manual de buenas prácticas de manufactura en la producción de panela de caña, en la vereda Yumbito, municipio el Tambo Cauca.* [Trabajo de grado, Universidad San Buenaventura]. Repositorio institucional.

<https://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/3302>

Mosquera, S., Carrera, J. y Villada, H. (2007). Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 5(1), 17-27.

Organización de las Naciones Unidas. (1992). Convención de las naciones unidas sobre el cambio climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *El acorde de París.* Acción por el clima.

<https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional*. Observatorio del principio 10 en América latina y el caribe. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convenio-rotterdam-la-aplicacion-procedimiento-consentimiento-fundamentado-previo-ciertos>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos y metas desarrollo sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Buenas prácticas agropecuarias (BPA) y de manufactura (BPM)*. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/cha-bpa-bpm.pdf>

Osorio, G. (2007). Manual técnico buenas prácticas agrícolas –BPA– y buenas prácticas de manufactura -BPM- en la producción de caña y panela. CTP Print Ltda.

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo1/Manual.pdf

Ossa, G. (2019, 30 de enero). *Así trabajan los trapiches, una tradición panelera de Antioquia*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/produccion-de-panela-en-antioquia-320578>

Portafolio. (s.f.). *En Colombia hay 17.255 trapiches paneleros: Invima*. Periódico Portafolio.

<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-hay-17-255-trapiches-paneleros-invima-169878>

Presidente de la República de COLOMBIA. (2010). Decreto 3930. *Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos*

y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>

Presidente de la República de Colombia. (2020). Decreto 796. *Por el cual se adoptan medidas en el sector agropecuario para atenuar los efectos económicos derivados de la enfermedad Coronavirus COVID-19 en los trabajadores y productores agropecuarios, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=127484>

Prieto, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (2017). Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria de Investigaciones en Ingeniería, 15*, 85-95. <https://dadun.unav.edu/handle/10171/53653>

Quintero, A. y Marín, C. (2020). *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* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36819>

RCN Radio. (2020, 2 de diciembre). *Declaran a la panela como patrimonio cultural y nutricional de Antioquia*. RCN Radio.

[https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/declaran-la-panela-como-patrimonio-cultural-y-nutricional-de-](https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/declaran-la-panela-como-patrimonio-cultural-y-nutricional-de-antioquia#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20panela%20en%20Campamento%2C%20Antioquia.&text=A%20sanci%C3%B3n%20del%20gobernador%20An%C3%ADbal,alimenticio%20y%20nutricional%20del%20departamento%E2%80%9D)

[antioquia#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20panela%20en%20Campamento%2C%20Antioquia.&text=A%20sanci%C3%B3n%20del%20gobernador%20An%C3%ADbal,alimenticio%20y%20nutricional%20del%20departamento%E2%80%9D](https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/declaran-la-panela-como-patrimonio-cultural-y-nutricional-de-antioquia#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20panela%20en%20Campamento%2C%20Antioquia.&text=A%20sanci%C3%B3n%20del%20gobernador%20An%C3%ADbal,alimenticio%20y%20nutricional%20del%20departamento%E2%80%9D)

Real Academia Española. (s.f.). *Cosechero, ra. Asociación de academias de la legua española*.

<https://dle.rae.es/cosechero>

República de Colombia. (1994). Decreto 2811. *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.*

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>

Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia. (2019). *Contexto territorial y demográfico.* Gobernación de Antioquia. <https://www.dssa.gov.co/index.php/analisis-de-la-situacion-de-la-salud/item/974-contexto-territorial-y-demografico>

Semana. (2020, 27 de febrero). *Panela: una oportunidad para emprender.* Semana.

<https://www.semana.com/emprendimiento/articulo/cuales-son-los-emprendimientos-con-panela-en-colombia/281885/>

Silva, E. (2016). *Anteproyecto de reglamento para el control y disposición de semovientes en la Universidad Mayor de San Andrés.* [Trabajo de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12003>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2003). Resolución 16179. *Por la cual se reglamenta el control metrológico del contenido de producto en pre empacados.* <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=4039311>

Vásquez, O., Regino, J., Barbosa, S., Torres, N., Cardona, M. Real, J. et al. (2019). *Buenas prácticas de manufactura y su contribución al sector panelero.* Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Zambrano, C. (2005). *Diseño de programas para el mejoramiento del proceso productivo y las condiciones ambientales mediante estrategias de producción más limpia en el trapiche panelero La Reina Pereira.* [Trabajo de grado, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/199/